



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro Biomédico

Instituto de Medicina Social

Cheryl Gouveia

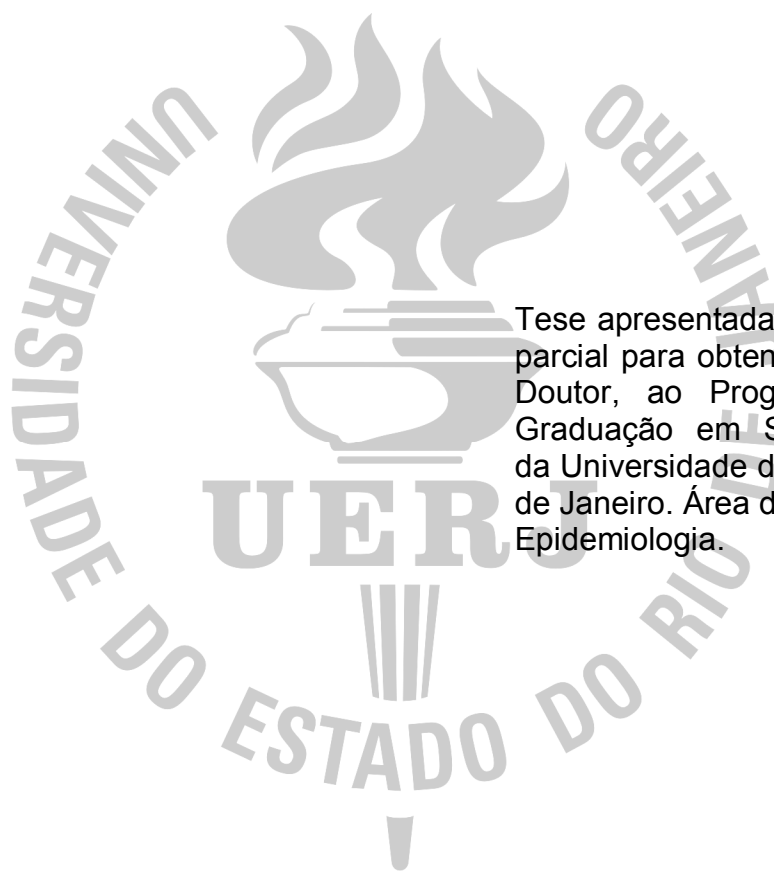
**Características ambientais e a ocorrência de leishmaniose visceral  
em Teresina, Piauí: uma aplicação utilizando sensoriamento  
remoto.**

Rio de Janeiro

2013

Cheryl Gouveia

**Características ambientais e a ocorrência de leishmaniose visceral em  
Teresina, Piauí: uma aplicação utilizando sensoriamento remoto.**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Loureiro Werneck  
Coorientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa Sobral de Almeida

Rio de Janeiro  
2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CB/C

G719 Gouveia, Cheryl  
Características ambientais e a ocorrência de  
leishmaniose visceral em Teresina, Piauí: uma aplicação  
utilizando sensoriamento remoto / Cheryl Gouveia. –  
2013.  
96 f.

Orientador: Guilherme Loureiro Werneck.

Coorientadora: Andréa Sobral de Almeida.

Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio  
de Janeiro, Instituto de Medicina Social.

1. Leishmaniose - Teses. 2. Leishmaniose visceral –  
Teses. 3. Cão como transmissor de doenças – Teses. 4.  
Teresina – Saúde pública – Teses. I. Werneck,  
Guilherme Loureiro. II. Almeida, Andréa Sobral de. III.  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de  
Medicina Social. IV. Título.

CDU 616.993.161

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial  
desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Cheryl Gouveia

**Características ambientais e a ocorrência de leishmaniose visceral em  
Teresina, Piauí: uma aplicação utilizando sensoriamento remoto.**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Aprovada em: 15 de Julho de 2013.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Guilherme Loureiro Werneck (orientador)  
Instituto de Medicina Social – UERJ

---

Prof. Dr. José Ueleres Braga  
Instituto de Medicina Social – UERJ

---

Prof. Dr. Reinaldo Souza dos Santos  
Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca – FIOCRUZ

---

Prof. Dr. Arlindo Serpa Filho  
Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

---

Prof. Dr. Fabiano Borges Figueiredo  
Instituto de Pesquisas Clínicas Evandro Chagas – FIOCRUZ

Rio de Janeiro

2013

A minha filha, *Beatriz de Gouveia Carvalho*, por ser a inspiração das minhas  
inspirações.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os moradores dos bairros participantes do inquérito sorológico canino, por terem permitido que este estudo pudesse ser desenvolvido.

A meu orientador, Dr Guilherme Loureiro Werneck, por todo apoio e dedicação, pelo tempo despendido em longas conversas, pelo suporte e por toda a paciência.

A minha orientadora, Dra Andréa Sobral de Almeida, pela preocupação, por estar sempre me encorajando e acompanhando ativamente o desenvolvimento deste estudo, por ter compartilhado seus conhecimentos, pela amizade e compreensão.

Aos funcionários do Centro de Controle de Zoonoses do município de Teresina (GEZOOM/FMS), que contribuíram para a realização do inquérito sorológico canino e georreferenciamento dos dados.

A equipe do Laboratório de Sanidade Animal do Centro de Ciências Agrárias (Universidade Federal do Piauí) e do Laboratório de Imunopatologia do Centro de Pesquisa Gonçalo Muniz (Fundação Oswaldo Cruz) por terem realizado os testes sorológicos.

A Fundação Municipal de Saúde de Teresina, por ter contribuído com os dados de casos humanos.

A MSc Lilia Aparecida Marques da Silva, pelo auxílio nas análises com o Crime Stat.

Ao Dr José Ueleres Braga, pelo suporte no desenvolvimento do segundo artigo.

A todos os professores do Curso de Doutorado do Instituto de Medicina Social (IMS/UERJ), que contribuíram, com suas experiências e conhecimentos, para meu crescimento intelectual e acadêmico.

A Sílvia Regina, Simone Motta e Eliete Adriana, da secretaria do Instituto de Medicina Social (IMS/UERJ), por todo o auxílio e por estarem sempre dispostas a colaborar.

A todos os demais pós-graduandos da área de Epidemiologia do Instituto de Medicina Social (IMS/UERJ), colegas de turma, pelo apoio mútuo que tivemos durante este percurso.

Ao Cel Antônio José Moreira, Ten Cel Marcelo de Oliveira Henriques, Cap Marcos Dornelas Ribeiro, Sgt Sérgio Ricardo Senna de Andrade e demais militares do Instituto de Biologia de Exército (IBEx), pelo incentivo para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, que me apoiaram para que eu pudesse tornar real mais este objetivo de minha vida profissional.

A minha filha, Beatriz, por ter, sobretudo, compreendido minhas ausências.

A Hirllon J. Almada, pela compreensão, por todo o zelo e companheirismo para que tudo desse certo.

A todos os amigos, pela amizade e pelo suporte dispensado a mim durante a elaboração deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

Toada de Boi  
Teresina parece um laço de fita  
Ou uma moça bonita  
Outra igual, eu nunca vi  
É a cidade que a gente necessita  
É a sala de visita  
Do Estado do Piauí.

*Manoel Luciano*



## RESUMO

GOUVEIA, C. *Características ambientais e a ocorrência de leishmaniose visceral em Teresina, Piauí: uma aplicação utilizando sensoriamento remoto*. 2013. 96f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Nas Américas, a leishmaniose visceral (LV) experimenta um processo de urbanização e o cão doméstico é considerado o principal reservatório da doença neste cenário, embora seu papel no ciclo de transmissão não esteja totalmente explicado. Este estudo teve como objetivo investigar, por meio da análise de dados espaciais e imagens de sensoriamento remoto, a relação de fatores ambientais com a ocorrência de infecção canina por *Leishmania chagasi* e sua correlação espacial com a doença humana na cidade de Teresina (Piauí - Brasil), onde foi relatada a primeira epidemia urbana de LV no Brasil. Os resultados são apresentados na forma de dois manuscritos, nos quais são utilizados dados georreferenciados obtidos por meio de um inquérito sorológico canino realizado durante o ano de 2011, em diferentes bairros com transmissão moderada ou intensa. No primeiro, a regressão logística multinível foi utilizada para correlacionar a prevalência da infecção canina com variáveis ambientais de quadriculas de 900m<sup>2</sup> (30mx30m) onde os domicílios estavam localizados, ajustando para as características individuais dos cães (sexo, idade e raça) e da residência. Participaram desta análise 717 cães distribuídos em 494 domicílios e 396 quadriculas. Um percentual >16,5% da área da quadricula coberta por pavimentação clara (ruas de terra ou asfalto antigo) foi a única variável ambiental associada com a infecção canina por *L. chagasi* (Odds ratio [OR] = 2,00, intervalo de 95% de confiança [IC95%]: 1,22 - 3,26). Estas áreas provavelmente correspondem àquelas mais pobres e com pior infraestrutura urbana, sugerindo a ocorrência de um padrão de transmissão intra-urbano similar aos padrões rurais e peri-urbanos da LV. No segundo manuscrito, a partir da análise hierárquica do vizinho mais próximo foi verificada a presença de sete *clusters* de maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos em áreas menos urbanizadas e com vegetação pouco densa. Participaram desta análise 322 cães distribuídos em cinco bairros. A relação espacial entre os caninos soropositivos e os casos humanos foi investigada através do método da distância média entre os pontos e analisada por meio do teste t. Foi encontrada uma maior proximidade de casos humanos em relação a cães soropositivos quando comparada à distância em relação aos soronegativos, sugerindo a existência de uma relação espacial entre a LV humana e a soropositividade canina. Os resultados contribuem para uma maior compreensão sobre a dinâmica da doença em meio urbano além de fornecer informações úteis para a prevenção e controle da LV em seres humanos.

Palavras-chave: Leishmaniose visceral. Leishmaniose canina. Análise espacial. Fatores de risco. Vigilância em saúde. Epidemiologia. Sensoriamento remoto.

## ABSTRACT

GOUVEIA, C. *Environmental characteristics and the occurrence of visceral leishmaniasis in Teresina, Piauí: an application using remote sensing*. 2013. 96f. Thesis (Doctorate in Public Health) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

In the Americas, visceral leishmaniasis (VL) undergoes an active process of urbanization and the domestic dog is considered to be the main reservoir of the disease in this scenario, although its role in the transmission cycle is not fully explained. This study aimed to investigate, by spatial data analysis and remote sensing images, the association between environmental factors with the occurrence of canine infection by *Leishmania chagasi* and their spatial correlation with the human disease in the city of Teresina (Piauí-Brazil), where first urban epidemic of LV in Brazil was reported. The results are presented in the form of two manuscripts, which used georeferenced data obtained through a serological canine survey carried out during 2011 canine, in localities with moderate or severe transmission. In the first manuscript, the multilevel logistic regression approach was used to correlate the prevalence of canine infection with the environmental variables of grids with 900m<sup>2</sup> (30mx30m) where the residence was located, adjusting to the dogs' individual characteristics (gender, age and race) and characteristics of the residences. The environmental analysis was performed with 717 dogs distributed in 494 households and 396 grids. The percentage of the area of grid covered by clear pavement (bare soil or old asphalted streets) >16.5% was the only environmental variable associated with canine infection by *L. chagasi* (Odds ratio [OR] = 2.00, 95% confidence interval [95% CI]: 1.22 - 3.26). These probably correspond to impoverished areas with inadequate infrastructure suggesting the occurrence of an urban cycle similar to those observed in rural and periurban areas. In the second manuscript, by the hierarchical analysis of nearest neighbor, were checked seven clusters of highest concentration of seropositive dogs in relation to seronegative in less urbanized areas with sparse vegetation. This analysis was performed with 322 dogs distributed in five boroughs. The spatial relationship between seropositive dogs and human cases was investigated by the method of average distance between points and was analyzed by t-test. The human cases were closer to the seropositive dogs when compared to the distance from the seronegative ones, suggesting the existence of a spatial relationship between the human LV and canine infection. The results contribute to a greater understanding of the dynamics of urban disease and also provide useful information for the prevention and control of visceral leishmaniasis in humans.

Keywords: Visceral leishmaniasis. Canine leishmaniasis. Spatial analysis. Risk factors. Health surveillance. Epidemiology. Remote sensing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### MÉTODOS

- Figura 01: Mapa e localização geográfica do município de Teresina – Piauí, Brasil..... 30
- Gráfico 01: Número de casos e coeficiente de incidência de leishmaniose visceral americana registrados no município de Teresina/PI, no período de 1999 a 2011 (\*dados parciais)..... 31

### ARTIGO 1

- Figura 01: Imagem do município de Teresina/PI obtida por sensoriamento remoto (satélite RapidEye – 2011), com a malha digital da cidade..... 42
- Figura 02: Imagem do município de Teresina/PI obtida por sensoriamento remoto, com as classes de cobertura do solo e domicílios georreferenciados em grides de 900m<sup>2</sup> (30m x 30m)..... 46

### ARTIGO 2

- Figura 01: Mapa do município de Teresina/PI, com a identificação dos aglomerados de cães soropositivos em relação aos soronegativos e a localização dos casos humanos de leishmaniose visceral nos períodos de 2011 a 2012..... 64

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 01:	Tipologia dos grides obtidos por sensoriamento remoto dos bairros participantes do inquérito sorológico canino realizado no município de Teresina/PI, no ano de 2011.....	44
Tabela 02:	Resultados do inquérito sorológico canino realizado em diferentes bairros do município de Teresina/PI, no ano de 2011.....	45
Tabela 03:	Resultados da análise multivariada ajustada e não ajustada para as características individuais dos cães e dos domicílios participantes do inquérito sorológico canino realizado em diferentes bairros do município de Teresina/PI, no ano de 2011, com categorias de referência.....	47

### ARTIGO 2

Tabela 01:	Número de cães por <i>cluster</i> a partir da análise hierárquica de vizinhos mais próximos utilizando dados de inquérito sorológico canino realizado no ano de 2011 em cinco bairros do município de Teresina/PI.....	64
Tabela 02:	Resultado do cálculo da distância média entre casos humanos ocorridos no período de 2011 a 2012 e dados de inquérito sorológico canino realizado no ano de 2011 em cinco bairros do município de Teresina/PI.....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CPV	Coeficiente de Partição de Variância
CSR	<i>Complete Spatial Randomness</i>
DALY	<i>Disability-adjusted Life Years</i>
ELISA	Ensaio Imunoenzimático Indireto
FMS	Fundação Municipal de Saúde
GEZOON/FMS	Gerência de Zoonoses/Fundação Municipal de Saúde
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IC	Intervalo de Confiança
LV	Leishmaniose Visceral
LVA	Leishmaniose Visceral Americana
LVC	Leishmaniose Visceral Canina
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NIR	<i>Near Infra Red</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
OR	<i>Odds Ratio</i>
RIFI	Reação de Imunofluorescência Indireta
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIH	Sistema de Informações Hospitalares
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade
SINAM	Sistema de Informações de Agravos de Notificação
SR	Sensoriamento Remoto
SRD	Sem Raça Definida

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
1.1	<b>Leishmaniose visceral</b> .....	17
1.2	<b>Fatores associados à leishmaniose visceral americana</b> .....	20
1.3	<b>Geotecnologias e doenças infecciosas</b> .....	23
2	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	27
3	<b>OBJETIVOS</b> .....	28
3.1	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	28
3.2	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b> .....	28
4	<b>MÉTODOS</b> .....	29
4.1	<b>Desenho do estudo</b> .....	29
4.2	<b>Área de estudo</b> .....	29
4.3	<b>Procedimentos metodológicos e fontes de dados</b> .....	32
4.3.1	<u>Relação entre fatores ambientais e leishmaniose visceral canina</u> .....	32
4.3.2	<u>Relação espacial entre leishmaniose visceral canina e humana</u> .....	36
5	<b>RESULTADOS</b> .....	39
5.1	<b>Artigo 1</b> .....	39
5.2	<b>Artigo 2</b> .....	59
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	74
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75
	<b>ANEXO A - QUESTIONÁRIO APLICADO AO PROPRIETÁRIO DO ANIMAL PARTICIPANTE DO INQUÉRITO SOROLÓGICO CANINO</b> .....	96

## INTRODUÇÃO

A proposta deste estudo está centrada na investigação de fatores associados à ocorrência da Leishmaniose Visceral Americana (LVA) em meio urbano (Teresina – Piauí) mediante o uso de técnica de análise de dados espaciais e imagens de sensoriamento remoto. A ideia subjacente pressupõe que o conhecimento acerca da associação entre variáveis ambientais e a ocorrência da infecção canina por *Leishmania chagasi*, além do conhecimento sobre a correlação espacial desta com a ocorrência da doença humana, é capaz de contribuir para o entendimento sobre a LVA e para o planejamento de ações de vigilância epidemiológica e controle da doença nestas áreas, uma vez que seja possível identificar áreas com maior vulnerabilidade/receptividade à doença.

A leishmaniose visceral (LV) é uma enfermidade que ocorre mundialmente, sendo considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como uma das seis prioridades dentre as doenças tropicais (Camargo, 2008). A doença ocorre em cerca de 80 países e apresenta incidência anual de cerca de 500 mil casos, gerando 59.000 óbitos anualmente (WHO, 2010; Alvar *et al.*, 2006; Desjeux, 2004).

Dentre as doenças tropicais, é a quarta doença que mais causa anos de vida perdidos (aferido pelos índices de morte prematura e doença debilitante nas populações), ficando atrás da malária (46,5 milhões de anos perdidos), da tuberculose (35 milhões) e das filarioses (5,8 milhões), contando com 2,3 milhões de anos de vida perdidos (DALY - disability-adjusted life years) (Camargo, 2008).

Estas estimativas da LV mundial refletem de forma minorizada o impacto da doença, visto que o número de pessoas que apresentam sua forma clínica é considerado de 6 a 20 vezes menor que o de pessoas infectadas (Alvar *et al.*, 2006; Badaró *et al.*, 1986; Bern, 2008).

Outro entrave ao conhecimento do verdadeiro impacto da doença é a notificação de casos, obrigatória em apenas 33 países onde a doença ocorre (Bern *et al.*, 2008), além da sua subnotificação (Desjeux, 2004). Apenas como referencial, no Brasil, o Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) mostra 42% de subnotificação quando comparado com os registros do Sistema de Informações

Hospitalares (SIH) e 45% quando comparado aos registros do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) (Maia-Elkhoury, 2008).

A letalidade no Brasil tem variado em torno de 6% (Maia-Elkhoury *et al.*, 2008) e as causas de óbito mais frequentes são as infecções secundárias, septicemia, hemorragias e insuficiência cardíaca (Malla e Mahajan, 2006).

A epidemiologia da LVA no país apresenta diferentes perfis devido à interação de aspectos geográficos, climáticos, biológicos e sociais peculiares a cada região onde a doença ocorre (Maia-Elkhoury, 2008).

Possivelmente em algumas situações epidemiológicas, alterações climáticas somadas ao desmatamento e a destruição de habitats naturais poderiam reduzir a transmissão das leishmanioses, entretanto, na maioria das vezes, tais eventos resultam no aumento da infecção humana pela adaptação do vetor ao ambiente antrópico (WHO, 2010).

Durante a década de 80, a LVA ocorria no Brasil em 17 estados distribuídos em quatro regiões, sendo mais de 90% dos casos concentrados na região nordeste, e era ainda considerada uma endemia predominantemente rural associada a precárias condições de vida. Entretanto, a doença passou a ser registrada nas cinco regiões brasileiras, sendo observado um processo de urbanização e periurbanização da LVA, com aumento e expansão territorial do número de casos e adaptação do vetor aos ambientes urbanos. A notificação anual de cerca de 1500 casos que era observada durante toda década de 80 passou para mais de 3000 entre os anos de 2000 e 2005 (Bern *et al.*, 2008; Brasil, 2006).

O primeiro surto urbano de LVA foi registrado no estado do Piauí, em Teresina, durante a década de 80. A partir daí, outras áreas urbanas também registraram surtos da doença, como: Natal (Rio Grande do Norte), São Luis (Maranhão), Araçatuba e Bauru (São Paulo), Fortaleza (Ceará), Belo Horizonte (Minas Gerais), Palmas (Tocantins), Campo Grande (Mato Grosso do Sul) e Timon (Maranhão) (Cerbino-Neto *et al.*, 2009).

As ações de controle da LVA, mesmo em meio urbano, são definidas a partir da análise da situação epidemiológica de cada município, e envolve ações de vigilância entomológica, de casos humanos e de casos caninos. Para isso, a metodologia de controle proposta pelo Ministério da Saúde é baseada na estratificação dos municípios segundo níveis de transmissão. Assim, com base nas



médias de casos registrados nos últimos três anos, os municípios que registram casos autóctones de LVA são classificados em áreas de transmissão esporádica (<2,4 casos), moderada ( $\geq 2,4$  e <4,4 casos) ou intensa ( $\geq 4,4$  casos). Além disso, as ações de vigilância e controle também incorporam as áreas silenciosas, onde não há registro de casos humanos ou caninos (Brasil, 2007).

Nos últimos anos, as geotecnologias, como sistemas de informações geográficas (SIG) e sensoriamento remoto (SR), têm possibilitado novas abordagens para o controle de doenças transmitidas por vetores especialmente malária, dengue, doença de Lyme e as leishmanioses (Cross e Hyams, 1996; Beck *et al.*, 2000; Aparício e Bitencourt, 2004; Gurgel *et al.*, 2005; Barcellos *et al.*, 2007; Kalluri *et al.*, 2007). Estudos utilizando estas ferramentas objetivam caracterizar e monitorar a distribuição espacial e temporal dessas doenças e, conseqüentemente, identificar padrões epidemiológicos através do detalhamento da sua relação com o espaço onde elas se mantêm.

No caso da LVA este tipo de abordagem torna-se fundamental, já que, dentre as propostas apresentadas no Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral do Ministério da Saúde do Brasil encontra-se o monitoramento da tendência da endemia conforme sua distribuição no tempo e no espaço (Brasil, 2007).

Considerando o grande desafio que é o controle da doença e sua notória expansão para áreas outrora indenes, chegando a ocupar perímetro urbano de várias cidades, o uso dessas geotecnologias poderá prover informações úteis sobre a eco-epidemiologia da doença, além de facilitar a identificação de áreas geográficas e de grupos populacionais sob maior risco, no sentido de orientar ações de controle em nível local ou regional.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1 Leishmaniose visceral

A LV é considerada uma antropozoonose de caráter crônico que pode se apresentar de forma assintomática (normalmente diagnosticada em inquéritos sorológicos), oligossintomática (febre, hepatomegalia, hiperglobulinemia e aumento do sedimento sanguíneo) ou clássica (anemia, astenia, anorexia, febre, hepatoesplenomegalia, linfadenopatia, distúrbios sanguíneos e perda de peso), sendo mais grave em crianças e imunossuprimidos (Badaró *et al.*, 1986; Pearson e Souza, 1996; Wittner e Tanowitz, 2000; Caldas *et al.*, 2001; Pastorino *et al.*, 2002; Gama *et al.*, 2004; Queiroz *et al.*, 2004; Costa, 2005; Moraes-Correia *et al.*, 2007; Maia-Elkhoury *et al.*, 2008).

A forma clássica acomete indivíduos de diversas idades, porém 80% dos casos registrados em áreas endêmicas ocorrem em crianças de até 10 anos de idade (Gontijo e Melo, 2004). A doença pode gerar surtos de caráter epidêmico com altas taxas de letalidade, e a chance de óbito chega a 90% dos casos não tratados (Genaro, 1995; Gontijo e Melo, 2004; Brasil, 2009).

O primeiro relato da LV no Novo Mundo ocorreu em 1913 no Paraguai, depois de já existirem numerosos relatos da doença no Velho Mundo (Alencar *et al.*, 1991; Lainson e Shaw, 2005). A identificação do agente etiológico da LV ocorreu no Velho Mundo, em 1903, ano em que recebeu o nome de *Leishmania donovani* (Ross 1903) em homenagem aos profissionais Leishman e Donovan, que o isolaram do fígado de um paciente indiano (Ross, 1903; Alencar, 1956).

As espécies agrupadas no gênero *Leishmania* são protozoários da família Tripanosomatidae, sendo a *L. chagasi* (Cunha e Chagas 1937) considerada o agente causal da LVA (Lainson e Shaw, 2005). Seus vetores são dípteros da família Psychodidae, sendo *Lutzomyia longipalpis* (Lutz e Neiva 1912) o vetor da LVA nas Américas. Outros três flebotomíneos, *L. cruzi* (Mangabeira 1938), *L. forattinii* (Galati, Rego Jr, Nunes e Teruya 1985) e *L. almerioi* (Galati e Nunes 1999), são suspeitos

de transmitir o agente etiológico no estado do Mato Grosso do Sul (Dos Santos *et al.*, 1998; Galati *et al.*, 2003; Pita-Pereira *et al.*, 2008; Savani *et al.*, 2009).

Entretanto, *Lutzomyia longipalpis* é o único flebotomíneo, dentre todos os transmissores de leishmanioses, que cumpre todos os critérios de uma espécie com característica potencialmente vetorial para LVA, ou seja, antropofilia, atração pelos reservatórios, distribuição coincidente com os casos humanos, manutenção de todas as etapas do desenvolvimento parasitológico quando experimentalmente infectado, registro de infecção natural pelo parasito, e de infecção e transmissão em ambiente laboratorial (Killick-Kendrick, 1989; Rangel, 2005).

O primeiro caso registrado de LVA no Brasil foi identificado por Penna em 1934, sendo novamente registrada somente em 1953 por Deane (Penna, 1934; Deane, 1956). A partir da identificação deste surto foi criada uma campanha de controle da doença, que ficou em vigor até a década de 60 com objetivo de combater o aumento do número de casos de LVA (Oliveira e Araújo, 2003).

Na década de 70, a mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias experimentou um acentuado declínio (Moraes-Correia *et al.*, 2007), e apesar de se mostrarem em contínuo processo de queda, o Brasil ainda apresentava altas taxas de mortalidade por estas causas (53/100.000 habitantes) até meados da década de 1980. Nesse cenário, a incidência de certas enfermidades infecto-parasitárias permaneceu elevada e, em alguns casos, apresentou tendência de aumento (OPAS, 2011). Diante de sua franca expansão para áreas até então indenes e do seu crescente processo de urbanização a partir da década de 1980, a LVA, uma endemia considerada eminentemente rural, contribuiu para esta tendência.

O impacto desta mudança do perfil epidemiológico da LVA, fez com que as campanhas de controle da doença fossem retomadas (Marzochi e Marzochi, 1994; Cunha *et al.*, 1995; Gama *et al.*, 1998; Brasil, 1999; Oliveira e Araújo, 2003; Gontijo e Melo, 2004; Dantas-Torres e Brandão-Filho, 2006; Tauil, 2006; Maia-Elkhoury, 2008).

Segundo o Ministério da Saúde, a ocorrência da LVA é crescente e cíclica, com aumento do número de casos, em média, a cada cinco anos (Brasil, 2007). No país, entre os anos de 1980 e 2005 foram reportados 59.129 novos casos da doença, cerca de 80% notificados na região nordeste. Entretanto, em 2005, as outras regiões passaram a contribuir com 44% dos casos registrados no Brasil,

enquanto até 1998 este número correspondia a 15% (Maia-Elkhoury, 2008). De acordo com o SINAN, apenas nos últimos seis anos foram notificados cerca de 45% do número de casos notificados no período de quinze anos citado anteriormente.

Esse processo de expansão e urbanização da doença foi observado nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste do Brasil, tendo avançado mais recentemente para a região sul, tradicionalmente indene (Franke *et al.*, 2002; Oliveira e Araújo, 2003; Costa, 2008; Nascimento *et al.*, 2008; Rangel e Vilela, 2008; Maia-Elkhoury, 2008).

No caso da LVA, não há uma distinção clara entre a epidemiologia da transmissão rural e a urbana. Segundo Werneck (2008) existe uma heterogeneidade entre os cenários urbanos de transmissão, com maior ou menor aproximação do cenário rural de transmissão.

Esta dinâmica não é totalmente compreendida, mas sabe-se que a urbanização de endemias consideradas rurais afeta de forma desigual as populações, acometendo mais intensamente as mais pobres (Costa *et al.*, 1990; Prata, 1992).

O fluxo migratório do campo para a cidade, as modificações antropogênicas sobre o meio ambiente, que reduzem o espaço ecológico da doença interferindo no seu ciclo silvestre, a habilidade do vetor de se adaptar a ambientes antrópicos, a ocorrência de novos fatores imunossupressivos, a descontinuidade das ações de controle, o agravamento da crise socioeconômica, e as dificuldades de operacionalização do controle da doença em aglomerados urbanos são apontados como fatores que contribuíram para modificar a epidemiologia da doença no Brasil (Marzochi *et al.*, 1985; Jerônimo *et al.*, 1994; Maguire *et al.*, 1996; Bevilacqua *et al.*, 2001; Boulos, 2001; Desjeux, 2001; Possas, 2001; Silva *et al.*, 2001; Gontijo e Melo, 2004; Monteiro *et al.*, 2005; Werneck, 2005; Brasil, 2006; Oliveira *et al.*, 2006; Rangel e Vilela, 2008).

Três ciclos de transmissão da LVA no Brasil podem ser descritos. O primeiro diz respeito ao ciclo silvestre, onde a transmissão ocorre entre o vetor e seus reservatórios silvestres, podendo acometer o homem quando este entra na mata. O segundo corresponde ao ciclo peridomiciliar, no qual raposas e marsupiais são atraídos para o peridomicílio, favorecendo a infecção de cães domésticos. Já o terceiro ciclo de transmissão é tido como domiciliar, onde o cão doméstico

representa a principal fonte de infecção para o vetor, e daí para o homem (Lainson *et al.*, 1990; Rêbello, 1999).

A existência destes diferentes perfis epidemiológicos dificulta o controle da transmissão da doença. Atualmente, as ações de prevenção e controle da LVA estão relacionadas ao diagnóstico e tratamento precoce dos casos humanos, identificação e eliminação de reservatórios domésticos, vigilância entomológica e educação popular em saúde (Brasil, 2007).

## 1.2 Fatores associados à leishmaniose visceral americana

Para que doenças como a LVA se estabeleçam em determinada área deve haver forte relação entre as características biológicas dos envolvidos no ciclo de transmissão, a área geográfica, a ecologia do vetor e dos hospedeiros, as variáveis ambientais e o processo de ocupação do espaço pelo homem (Forattini, 1992; Santos e Marçal-Júnior, 2004).

A LVA acomete indivíduos de todas as idades, porém as crianças menores de 10 anos constituem o grupo de maior risco. Isto ocorre devido à vulnerabilidade de seu sistema imune ainda em fase de maturação e à exposição a que estes indivíduos se submetem no peridomicílio (Queiroz, 2004). As comorbidades, como a desnutrição e a síndrome de imunodeficiência adquirida, aumentam o impacto da LVA nas populações (Maia-Elkhoury, 2008).

A alta capacidade de adaptação de *L. longipalpis* à ambientes modificados pelo homem e seu alto grau de antropofilia, somados à presença de animais silvestres e sinantrópicos no peridomicílio, facilita o estabelecimento de novos nichos ecológicos na cadeia de transmissão da doença (Cabrera *et al.*, 2003).

Nas áreas urbanas, assim como nas rurais, o cão doméstico é considerado principal reservatório da infecção, sendo o grande parasitismo dérmico tido como responsável por favorecer a transmissão do parasito ao vetor (Coutinho *et al.*, 1985; Abranches *et al.*, 1991; Courtenay *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2005; Giunchetti *et al.*, 2006).

A prevalência de infecção canina em áreas endêmicas é muito variada, havendo relatos de prevalências de 1 a 36% (Coutinho *et al.*, 1985; Paranhos-Silva *et al.*, 1996; Ashford *et al.*, 1998; França-Silva *et al.*, 2003, Moreira *et al.*, 2003; Oliveira e Araújo, 2003; Carneiro *et al.*, 2004; Barbosa *et al.*, 2006). As áreas com animais positivos para infecção geralmente localizam-se próximos a áreas com mata, o que viabilizaria a presença do vetor no ambiente peridomiciliar (Marzochi E Marzochi, 1994; Moura *et al.*, 1999).

Entretanto, o papel do reservatório doméstico não está totalmente esclarecido, apesar de na maioria das localidades onde ocorrem surtos os casos humanos estarem correlacionados com os casos caninos (Bevilacqua *et al.*, 2001; Margonari *et al.*, 2006), a eliminação destes animais em algumas áreas endêmicas não resultou na diminuição da taxa de incidência em humanos (Evans *et al.*, 1992; Paranhos-Silva *et al.*, 1996; Dietze *et al.*, 1997; Ashford *et al.*, 1998; Palatnik-de-Sousa *et al.*, 2001).

No ambiente silvestre, as raposas e os marsupiais são apontados como reservatórios da LVA, o que representa um risco adicional para manutenção da transmissão, devido a sua capacidade de domiciliação notada em locais onde há destruição de ecótopos silvestres. Nesse cenário, a circulação de ambas as espécies no peridomicílio é associada ao risco de ocorrência da doença, já que estas atuam como importantes elos entre os diferentes ciclos de transmissão (Deane e Deane, 1954; Lainson e Shaw, 1969; Sherlock *et al.*, 1984; Gama *et al.*, 1998; Cabrera *et al.*, 2003; Gontijo e Melo, 2004).

Um dos mais importantes fatores de risco observado no mundo inteiro é a migração de pessoas de regiões endêmicas para não endêmicas, associada à deterioração das condições sociais e econômicas das cidades, favorecendo a existência de um conjunto de características que contribuem para a instalação e manutenção do ciclo de transmissão da LVA em áreas peridomiciliares, onde o homem é mais facilmente acometido (Badaró *et al.*, 1986; Costa *et al.*, 1990; Desjeux, 2004; Alvar *et al.*, 2006; Correa Antonialli *et al.*, 2007; Bern *et al.*, 2008;).

Entre estas características encontram-se a redução do espaço ecológico natural da LVA, a introdução de indivíduos jovens e susceptíveis, a densidade populacional, a deficiente infraestrutura, a migração de cães com seus proprietários

e o hábito de manter animais domésticos no peridomicílio (Arias *et al.*, 1996; Cerbino-Neto *et al.*, 2009).

Outros fatores também importantes são o período de chuvas, o modo de despejo do lixo, a presença de plantações e de animais no peridomicílio, assim como o tipo de habitação e sua proximidade de áreas montanhosas, matas ou brejos, além da quantidade de moradores (Sherlock, 1996; Sosa-Estani *et al.*, 2001; Moreira *et al.*, 2003; Thompson *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2005; Moreno *et al.*, 2005; Ranjan *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2007).

Como a presença do vetor está associada a locais quentes, úmidos e com matéria orgânica (Deane e Deane, 1962; Sharma e Singh, 2008), provavelmente, o desmatamento associado à expansão urbana tenha gerado um ambiente propício para a manutenção destes insetos, favorecendo a ocorrência da LVA em regiões metropolitanas (Cunha *et al.*, 1995; WHO, 2010).

Portanto, os diferentes fatores de risco para a ocorrência e manutenção do ciclo de transmissão da LVA estão relacionados, principalmente, a fatores de susceptibilidade individual (idade, aspecto nutricional, competência imunológica, aspectos genéticos, etc.) e a fatores socioambientais que influenciam a densidade, longevidade e distribuição da população de vetores (Werneck, 2000; Murray *et al.*, 2005; Alvar *et al.*, 2006; Bern *et al.*, 2008).

Em áreas urbanas, onde a relação entre os fatores anteriormente descritos é mais complexa e variada que no meio rural, se faz necessário o desenvolvimento de novas estratégias de prevenção e controle da LVA que estejam adequadas à recente mudança no perfil epidemiológico da doença (Andrade, 1990; Passos *et al.*, 1993; Martelli *et al.*, 1995; Barcellos e Bastos, 1996; Vieira *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2005; Gontijo e Melo, 2004; Ximenes *et al.*, 2006). Neste sentido, o conhecimento de informações sobre o ambiente urbano de transmissão tornou-se prioridade para o desenvolvimento de adequadas ações de prevenção e controle (Costa *et al.*, 1990; Gomes, 2002; Gontijo e Melo, 2004).

Para isso, são necessárias novas ferramentas de vigilância epidemiológica que sejam capazes de associar aspectos considerados de risco, e que permitam o acompanhamento da endemia no tempo e espaço, auxiliando a previsão de situações futuras, com vistas a reduzir os danos à população exposta (Killick-Kendrick, 1989; Pellegini, 2002). As geotecnologias inserem-se neste contexto,

oferecendo novas possibilidades para o estudo da distribuição espaço-temporal de doenças, como a descrição de sua dispersão geográfica, dos fatores associados e de possíveis correlações espaciais (Carvalho *et al.*, 2000; Bavia *et al.*, 2005).

### 1.3 Geotecnologias e doenças infecciosas

O interesse pela relação entre a geografia e a saúde não é recente. Em torno de 400 a.C., por exemplo, Hipócrates, em seu trabalho *Ares, águas e lugares*, foi o primeiro a descrever a importância dos elementos geográficos no processo de produção das doenças (Hippocrates, 2006).

Porém, apenas no século XVII, pela ocorrência das grandes endemias e influenciada pela teoria miasmática, é que se desenvolveu mais claramente a noção de que certos determinantes ambientais propiciavam a ocorrência de doenças infecciosas (Urteaga, 1980).

Entretanto, o contato entre a geografia e a epidemiologia, produzindo um campo de estudo conhecido geografia médica, foi retomado somente no final do século XVIII e início do XIX, a partir dos estudos de James Lind (*An essay on diseases incidental to Europeans in hot climates* - 1768) e de John Snow (*On the mode of communication of cholera* - 1854), os quais tinham o espaço como um aspecto relevante para suas inferências sobre a ocorrência de doenças (Bonfim e Medeiros, 2008).

O intercâmbio entre bioestatística e cartografia, ainda que sem uma real articulação interdisciplinar, originou estudos sobre a distribuição espacial de doenças, que orientavam medidas de saneamento ambiental (Ferreira, 1991).

Contudo, no final do século XIX, o desenvolvimento da teoria da unicausalidade proporcionado pelo avanço da microbiologia freou os estudos deste tipo. No século XX, a teoria da multicausalidade impulsionou o desenvolvimento de dois sistemas teórico-conceituais e metodológicos sobre a relação do homem com o espaço e o aparecimento de doenças (Ferreira, 1991; Bonfim e Medeiros, 2008).

O primeiro, conhecido por *Foco Natural das Doenças*, foi descrito pelo parasitologista russo Evgeniy Pavlovsky no final da década de 1930 e incluía o



conceito de que a ação antropogênica sobre o meio ambiente poderia modificar a circulação dos agentes patogênicos, favorecendo a ocorrência das doenças no homem (Pavlovsky, 1966).

Já o segundo, denominado *Complexo Patogênico* e elaborado por Sorre em 1940, enfatiza as relações entre o homem e o meio de forma mais dinâmica, que incorpora ciências econômicas e sociais, onde a ação humana poderia tanto formar quanto alterar o processo de circulação de patógenos (Sorre, 2006).

Até a década de 1950 os estudos abarcavam o espaço apenas em termos de suas características físicas e biológicas sob as quais determinada doença ocorre (Czeresnia, 2000). A partir desta época, foi desenvolvido um novo conceito de espaço, trazido pela geografia crítica, que incorporava também a dinâmica das relações sociais no meio no qual estas se estabelecem (Ferreira, 1991).

O desenvolvimento da informática e da estatística permitiu que na década de 1980 se iniciassem os estudos que utilizavam o geoprocessamento com a finalidade de analisar a distribuição geográfica das doenças e sua relação com fatores de risco, campo científico denominado por Bailey (2001) de epidemiologia geográfica.

O termo geoprocessamento engloba diversas tecnologias de coleta, tratamento, modelagem e apresentação de dados geográficos (Rocha, 2000). As principais tecnologias empregadas são a cartografia digital, o sistema de posicionamento global (do inglês *Global Positioning System* - GPS), o SR e o SIG (Carvalho *et al.*, 2000).

A importância dos estudos sobre a agregação espacial das doenças recai sobre o potencial vínculo entre a distribuição espacial dos eventos e seu local de ocorrência, sendo possível analisar a troca de influências com o meio (Werneck e Struchiner, 1997; Câmara *et al.*, 2002). O estudo do padrão de distribuição espacial de doenças tem por objetivo descrever e explicar como este padrão se expressa no espaço geográfico (Marshall, 1991; Clarke *et al.*, 1996). Esta informação sobre a aleatoriedade ou não na distribuição espacial de um evento, assim como, sua delimitação geográfica permite a geração de novas hipóteses sobre os mecanismos de determinação e pode contribuir para a elaboração de políticas de prevenção e controle mais eficientes (Werneck e Struchiner, 1997; Costa *et al.*, 2006).

Desta forma o espaço geográfico passou a ser visto e utilizado nas análises em saúde e as geotecnologias consideradas ferramentas de gestão de riscos, de

planejamento e de vigilância em saúde, principalmente nas doenças cujo agente etiológico apresenta forte determinação ambiental (Walsh *et al.*, 1997; Richards *et al.*, 1999; Barcellos, 2002; Medronho e Werneck, 2002; McLafferty, 2003; Carvalho e Correia *et al.*, 2004; Rinaldi *et al.*, 2004; Souza-Santos, 2005; De Pietri *et al.*, 2008; Carvalho e Correia *et al.*, 2007).

Esta abordagem vem sendo empregada em diversos estudos sobre doenças transmitidas por vetores, diretamente influenciadas por fatores biológicos, ambientais e sociais (Schröder, 2006; Kalluri *et al.*, 2007). Dentre estas se encontram a malária (Wood *et al.*, 1992; Beck *et al.*, 1997; Omumbro *et al.*, 1998; Thomas e Lindsay, 2000), a doença de Lyme (Nicholson e Mather, 1996; Dister *et al.*, 1997; Kitron e Kazmierczak, 1997; Guerra *et al.*, 2002), a oncocercose (Richards, 1993), a tripanossomíase africana (Rogers e Randolph, 1991; Kitron *et al.*, 1996; Robinson, 1998; Rogers, 2000), a esquistossomose (Malone *et al.*, 1997; Bavia *et al.*, 2001), a febre amarela (Gomes *et al.*, 1999), a dengue (Morrison *et al.*, 1998; Barrera *et al.*, 2000; Souza-Santos e Carvalho, 2000; Almeida *et al.*, 2009; Machado *et al.*, 2009) e as leishmanioses (Miranda *et al.*, 1996; 1998; Camargo-Neves *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 2001; Werneck *et al.*, 2002; Werneck e Maguire, 2002; Aparício e Bittencourt, 2004; Ryan *et al.*, 2006; Correa Antonialli *et al.*, 2007; Salah *et al.*, 2007; Ben-Ahmed *et al.*, 2009; Almeida *et al.*, 2011).

O uso de geotecnologias para o mapeamento da distribuição do risco de doença evoluiu consideravelmente ao longo das últimas duas décadas, e a tecnologia de SR, rotineiramente voltado para endemias localizadas em áreas rurais, tem mostrado, em diferentes escalas espaciais, resultados promissores na predição de riscos de várias doenças transmitidas por vetores inclusive em áreas urbanas e periurbanas (Correia *et al.*, 2004; 2005; Kalluri *et al.*, 2007; Cerbino-Neto *et al.*, 2009).

No que se refere à LVA, o emprego de geotecnologias é uma recomendação da OMS para identificação de áreas de risco (WHO, 2010). Os estudos que utilizam suas ferramentas são recentes e buscam desde a descrição da tendência espaço-temporal de casos humanos e caninos até a identificação, análise e predição de riscos associados à ocorrência da doença (Bevilacqua *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 2001; Franke *et al.*, 2002; Werneck e Maguire, 2002; Correia *et al.*, 2005; Camargo-Neves *et al.*, 2005; Gurgel *et al.*, 2005; Nascimento, 2005; Werneck, 2005; Dantas-

Torres e Brandão-Filho, 2006; Margonari *et al.*, 2006; Nieto *et al.*, 2006; Sudhakar *et al.*, 2006; Carneiro, 2007; Mestre e Fontes, 2007; Rodrigues, 2007; Souza, 2010; Kesari *et al.*, 2011).

## 2 JUSTIFICATIVA

As constantes modificações que vêm ocorrendo no meio ambiente rural e urbano acarretaram alterações na eco-epidemiologia da LVA, levando a mudanças nos padrões de transmissão da doença.

Com a expansão geográfica e maior incidência da LVA em áreas urbanas, estudos que explorem a ocorrência da doença em humanos e reservatórios nestes cenários assumem maior importância. Estes estudos podem contribuir para uma melhor compreensão acerca do padrão epidemiológico de transmissão, provendo informações úteis para elaboração e implantação de medidas de intervenção mais efetivas, uma vez que as ações empregadas nos últimos não têm se mostrado capazes de reduzir ou interromper o processo de disseminação da doença no Brasil.

Neste contexto, o uso de técnicas de análise de dados espaciais e imagens de SR é uma alternativa promissora, pois permite mensurar propriedades e relacionamentos considerando o espaço geográfico onde ocorre a endemia, podendo contribuir para a identificação de fatores e áreas de risco, o que pode ser útil também na definição de locais e medidas de controle que devem ser priorizados.

Considerando que Teresina foi o primeiro município a registrar um surto urbano de LVA no Brasil, o estudo de fatores associados à ocorrência da doença nesta cidade poderá contribuir para um melhor entendimento da endemia em meio urbano, como também para apoiar ações de prevenção e controle da LVA no município.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Analisar aspectos associados à ocorrência da LVA em ambiente urbano por meio da aplicação da análise de dados espaciais e imagens de sensoriamento remoto.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Descrever a prevalência de infecção por *L. chagasi* em cães em diferentes localidades da cidade de Teresina (Piauí);
- Avaliar a associação entre variáveis ambientais extraídas de imagens de sensoriamento remoto e a ocorrência da soropositividade canina por *L. chagasi* em diferentes localidades do município;
- Identificar áreas de maior risco de transmissão da doença nos cães;
- Verificar a relação espacial entre a soropositividade canina e a ocorrência de casos humanos;
- Colaborar para o planejamento de ações de vigilância epidemiológica e controle da LVA em Teresina.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Desenho do estudo

Este trabalho pode ser caracterizado, de forma mais geral, como um estudo de situação de saúde voltado para o entendimento dos fatores associados à ocorrência do ciclo de transmissão da LVA em meio urbano, na cidade de Teresina no Piauí.

Trata-se de um estudo com abordagem transversal, que se utiliza de dados espaciais e de imagens de sensoriamento remoto e compreende duas etapas. A primeira está relacionada com a infecção canina por *L. chagasi* e apresenta como unidades de análise os cães georreferenciados para o endereço dos domicílios, com o objetivo de, identificar variáveis ambientais, extraídas através do uso de imagens de sensoriamento, associadas à infecção deste reservatório urbano do parasito. A segunda corresponde aos casos humanos da doença notificados e georreferenciados para o endereço das quadras e/ou domicílios de residência. Nessa etapa, foram georreferenciados os casos humanos localizados no entorno de cinco bairros onde o inquérito canino foi realizado, com o propósito de examinar a correlação espacial entre a infecção canina e humana. Nesta segunda etapa também foi verificada a presença de áreas de maior concentração de soropositividade canina quando comparada a soronegatividade no sentido de identificar áreas de maior risco de transmissão da doença nos cães.

### 4.2 Área de estudo

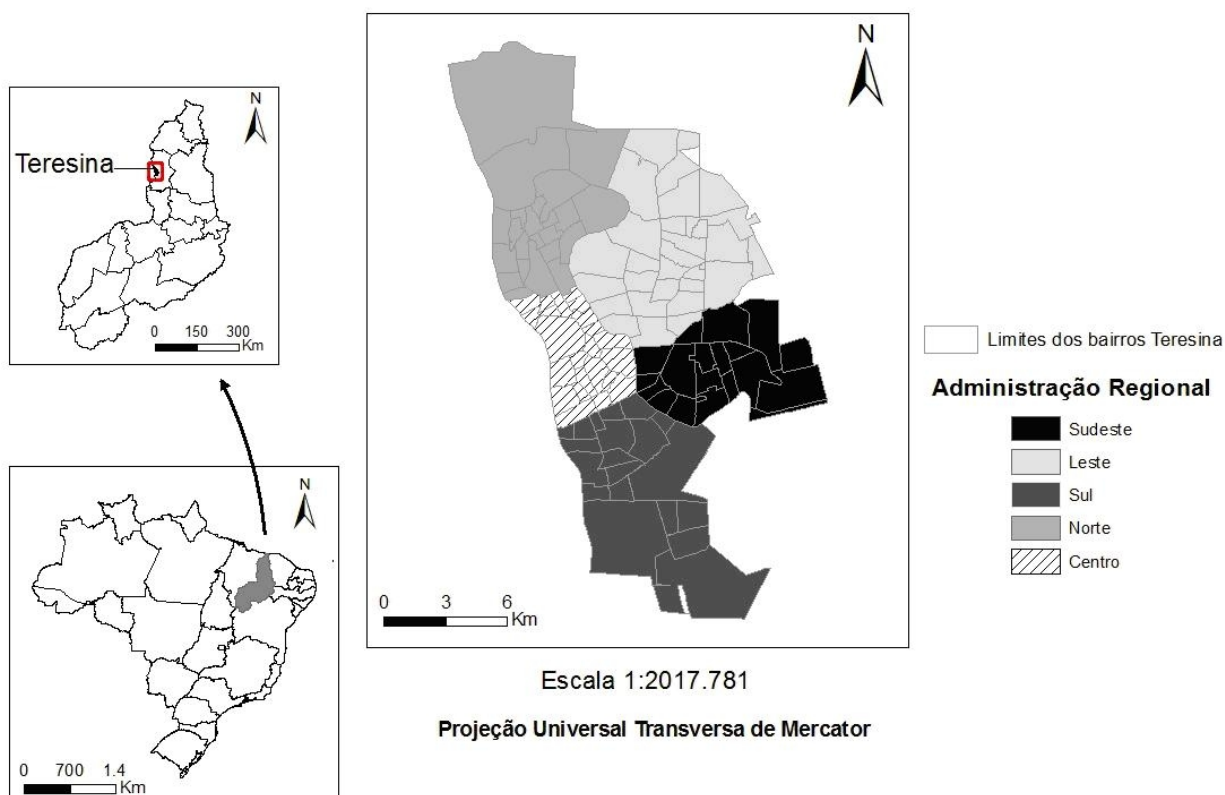
Teresina foi fundada em 1852 com o objetivo de tornar-se capital do estado do Piauí, sendo, portanto, a primeira capital planejada do Brasil. Atualmente a cidade apresenta 822.364 habitantes distribuídos em 1.755,698 km<sup>2</sup>, sendo o

município mais populoso do estado (IBGE, 2002; 2011) e a segunda capital com melhor qualidade de vida no Norte-Nordeste brasileiro, sendo a décima do país (FIRJAN, 2011).

Está situada geograficamente entre os paralelos 05°05'12" de latitude Sul e 42°48'42" de longitude Oeste, na confluência dos rios Parnaíba e Poti, a 366Km do litoral (figura 01).

A cidade apresenta clima tropical com temperatura média de 27°C, podendo variar de 22 a 39°C, e precipitação anual de 1,800mm com umidade relativa média do ar de 69%. O relevo é plano, apresentando no máximo 72m acima do nível do mar (as maiores altitudes estão no bairro Monte Castelo e nas adjacências dos bairros Satélite e Vila Bandeirante). A vegetação de Teresina é representada por uma cobertura arbustiva densa de médio porte, com babaçuais e carnaubais nativos integrando-se a esta paisagem, coexistindo nas periferias da cidade regiões de pastagem e floresta tropical.

Figura 01: Mapa e localização geográfica do município de Teresina – Piauí, Brasil.



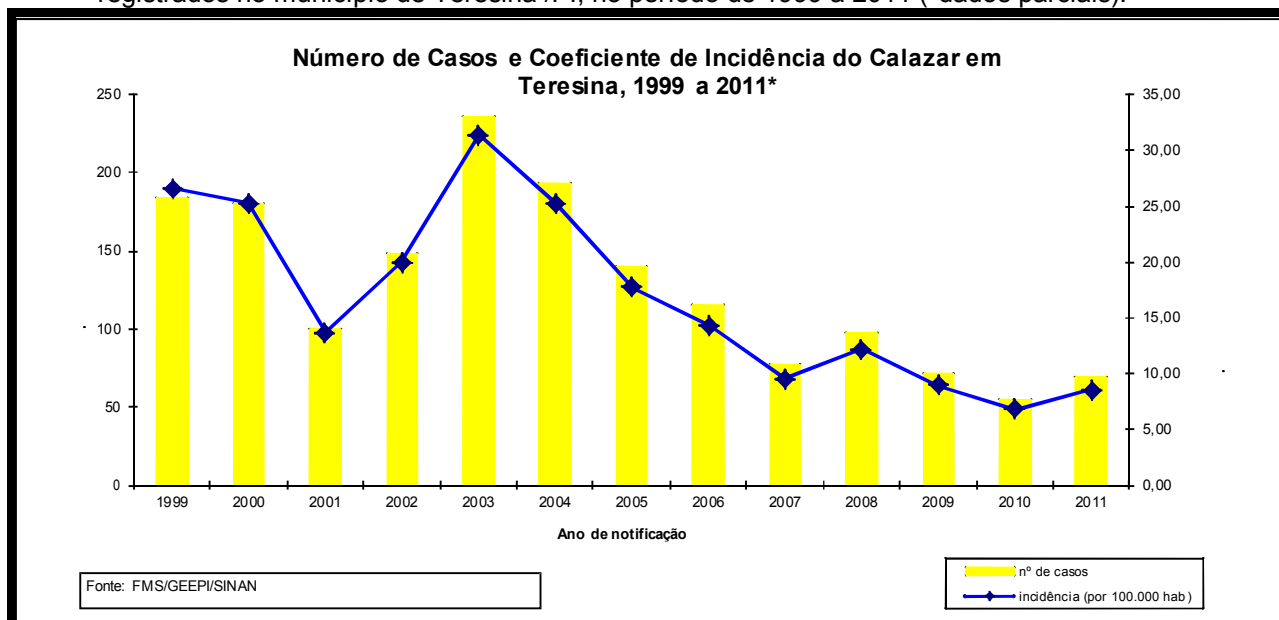
Teresina foi o local de ocorrência do primeiro surto urbano de LVA no Brasil (Costa *et al.*, 1990). Antes da década de 80 poucos casos eram registrados, porém duas epidemias ocorreram: uma no início dos anos 80, com a incidência de 1000 casos da doença e outra no início da década de 90, com a notificação de mais de 1200 casos (Werneck, 2000).

Este aumento do número de casos de LVA acompanhou o crescimento do número de habitantes do município, já que, devido às migrações de populações rurais na época da construção das rodovias que cortam o estado do Piauí, a cidade de Teresina apresentou um incremento populacional superior a 400% no período entre 1960 e 1990 (Werneck, 2000).

Na década de 70 foi iniciada a construção de conjuntos habitacionais que contribuíram para o crescimento horizontal da cidade, seguida da ocupação de terrenos, o que expandiu seus limites urbanos durante a década de 80. Na década de 90, quando a população de migrantes rurais equivalia a 50% da população da cidade, já era observado um processo de favelização do município (Araújo, 1995 *apud* Aragão *et al.*, 2008).

No período entre 2001 e 2011 foram notificados mais de 1000 novos casos da doença em Teresina, que é classificada, segundo a proposta do Ministério da Saúde do Brasil, como área de transmissão intensa de LVA, ou seja, registrou ocorrência média maior que 4,4 casos humanos nos últimos cinco anos (gráfico 01).

Gráfico 01: Número de casos e coeficiente de incidência de leishmaniose visceral americana registrados no município de Teresina /PI, no período de 1999 a 2011 (\*dados parciais).





### 4.3 Procedimentos metodológicos e fontes de dados

#### 4.3.1 Relação entre fatores ambientais e leishmaniose visceral canina

Este estudo de abordagem transversal foi baseado nos resultados de um inquérito sorológico canino, realizado em 10 diferentes bairros do município de Teresina (Piauí) durante o ano de 2011, entre os meses de agosto a dezembro (quadro 01). A escolha das localidades para realização do inquérito se deu por meio da análise dos dados dos inquéritos sorológicos caninos empregados na rotina da Gerência de Zoonoses da cidade (GEZOON/FMS), tendo sido elencados os bairros com as maiores prevalências de infecção canina nos anos anteriores ao estudo (2008-2010), considerando as recomendações do MS para áreas com transmissão intensa e moderada.

Ainda com base nestes dados, foi estimada uma amostra de 800 cães, visando obter 80% de poder estatístico para detectar como significante ( $p \leq 0,05$ ) uma associação na ordem de dois (*Odds Ratio* –  $OR \geq 2,0$ ), para variáveis com frequência de 20% na população e prevalência de infecção de 25%, considerando um efeito de desenho de 1,3 e perdas de 20%. O número de cães a serem selecionados em cada bairro foi obtido utilizando-se uma fração amostral fixa de 4% da população canina de cada bairro.

Quadro 01: Características dos bairros elencados para realização de inquérito sorológico canino no município de Teresina/PI, 2011.

Bairro	Classificação da Área de Transmissão*	Número de Domicílios	População Humana	População Canina
Angelim	Moderada	5.600	22.400	2.688
Bela Vista	Moderada	3.209	12.836	1.540
Cidade Nova	Moderada	1.429	5.716	686
Lourival Parente	Moderada	6.057	24.228	2.907
Parque Alvorada	Intensa	1.809	7.236	868
Parque Piauí	Moderada	4.112	16.448	1.974
Anita Ferraz	Intensa	3.735	14.940	1.793
Santa Maria da Codipi	Intensa	8.026	32.104	3.852
Santo Antônio	Intensa	3.703	14.812	1.777
São Sebastião	Moderada	4.156	16.624	1.995

\*Classificação com base no número médio de casos humanos ocorridos no período de 2008 a 2010.  
Fonte: Gerência de Zoonoses/Fundação Municipal de Saúde.

Os cães foram selecionados a partir do sorteio de quadras. Na quadra sorteada, a coleta de amostras de cães foi realizada a cada duas residências, iniciando-se pela primeira moradia da quadra. Procedeu-se desta forma, em cada bairro, até que fossem completados os 4% de sua população canina.

Todos os cães foram submetidos aos exames sorológicos, que foram realizados por meio da reação de imunofluorescência indireta (RIFI) e do ensaio imunoenzimático indireto (ELISA), no Laboratório de Sanidade Animal do Centro de Ciências Agrárias (Universidade Federal do Piauí) e no Laboratório de Imunopatologia do Centro de Pesquisa Gonçalo Muniz (Fundação Oswaldo Cruz), respectivamente. Vale ressaltar que foram considerados positivos apenas os cães com os dois diagnósticos positivos nos dois testes realizados.

A coleta do material para a realização do exame sorológico foi realizada por médico veterinário apoiado pela equipe da Gerência de Controle de Zoonoses do município (GEZOON/FMS). Durante a coleta da amostra, foram anotados os dados da localização geográfica da residência através do sistema de posicionamento global, o GPS (*Global Positioning System*). No entanto, dos 800 cães da amostra, aproximadamente 90% (717) dos cães foram georreferenciados adequadamente, os demais foram excluídos do estudo por apresentarem erros na digitação das coordenadas geográficas, levando a inconsistências com o bairro no qual o cão reside.

Por meio de um questionário (anexo I) utilizado em estudo anterior (Velo, 2012), foram realizadas entrevistas com o proprietário de cada animal a fim de coletar informações sobre as características individuais dos cães (sexo, raça e idade), a quantidade de cães na moradia, a presença de outros animais no peridomicílio (gatos, aves poedeiras e de corte, porcos, ovinos, cavalos, pássaros e caprinos) e as características da habitação.

Os dados do inquérito canino foram mapeados através do software TerraView<sup>®</sup> 4.0.0. Em seguida foi construído sobre a malha digital de Teresina um gride com células (quadrículas) delimitadas por 900 metros quadrados cada, para caracterização do microambiente peridomiciliar através da imagem de SR.

Para o processamento de imagens de SR foi utilizada a imagem do sensor RapidEye de 2011 da cidade de Teresina. Este sensor opera seu próprio sistema,

composto por cinco satélites de SR, capazes de coletar imagens sobre grandes áreas, com alta capacidade de revisita.

A classificação da imagem de Teresina teve como objetivo extrair características ambientais referentes à cobertura do solo, como: água, área urbana (ruas, objetos escuros, objetos brilhantes, areia e telhado de cerâmica), vegetação arbustiva densa (babaçuais e carnaubais) e vegetação arbustiva pouco densa (pastagem e área de cultivo).

A obtenção das características ambientais de cobertura do solo foi realizada a partir da classificação orientada a objetos envolvendo cinco etapas: caracterização das classes, segmentação da imagem, elaboração da rede semântica, classificação e avaliação dos resultados. O procedimento de classificação orientada a objetos da imagem foi realizado no aplicativo Definiens Developer® 8.7.1., através da segmentação multiresolução e da classificação por algoritmos com lógica *fuzzy* e booleana. Esta abordagem utiliza combinações de informações espectrais, texturais e contextuais / topológicas.

Na função booleana um determinado objeto é classificado como pertencente à classe em questão quando ele tem o valor de atributo maior, menor ou igual a um número específico (Pinho, 2005). A classificação *fuzzy* é uma técnica que traduz basicamente valores característicos de uma gama arbitrária em valores *fuzzy* entre 0 e 1, indicando o grau de pertinência a uma determinada classe, sendo a classe considerada aquela cujo grau de pertinência é maior (Flanders *et al.*, 2003).

Primeiro foi realizada a escolha dos parâmetros de segmentação que melhor representasse os objetos de interesse, para sua posterior classificação. A segmentação multiresolução aplica a abordagem de crescimento de regiões, construindo o critério de similaridade a partir do conceito de heterogeneidade interna destas. A heterogeneidade constitui-se da diferença entre o atributo de uma possível região e a soma dos valores deste mesmo atributo para as regiões que a formam.

Diversos parâmetros de escala (cor e forma) foram testados nesse projeto e diferentes níveis de análise e hierarquia de classes foram usados, buscando uma melhor separação dos alvos a serem classificados. O parâmetro de escala é o fator mais importante por controlar o tamanho dos objetos (segmentos). A cor e a forma são consideradas critérios de homogeneidade, portanto, definem a uniformidade dos objetos.

No critério da cor, define-se a porcentagem dos valores espectrais da imagem que contribui para o critério de homogeneidade total. Enquanto que o critério da forma aumenta a qualidade da extração dos objetos através da uniformidade dos mesmos, utilizando os parâmetros de suavização e compactação (Baatz & Schäpe, 2000).

Foram utilizados nesse estudo três níveis de segmentação e para cada um deles definiram-se os objetos de interesse, e os objetivos que esses objetos deveriam atender, os arquivos (logradouros, quadras, etc...) que deveriam ser utilizados e os parâmetros (cor ou forma) que teriam maior peso na segmentação.

Foi elaborada uma rede semântica com classes de cobertura do solo, agrupando as subclasses que apresentassem as mesmas características quanto à sua permeabilidade. Após a identificação das classes de cobertura chave, foram analisados seus comportamentos espectrais e espaciais, construindo-se, então, um modelo preliminar de conhecimento para o estudo (Pinho *et al.*, 2007).

No modelo preliminar foram definidas regras de decisão para classificação, que serviram de base para a elaboração da rede semântica no aplicativo Definiens e para a estruturação da rede hierárquica.

No primeiro nível de análise, a segmentação levou em conta não só a banda NIR (do inglês *Near Infra Red*), como também a informação da malha digital das ruas de Teresina. As ruas foram classificadas com base na malha digital dos logradouros e depois reclassificadas como “pavimentação escura” e “pavimentação clara”, com base nos valores médios da banda NIR. Ainda através de valores da banda NIR, após a classificação das ruas, foi realizada a classificação da “água” (rios e corpos hídricos).

No segundo nível de segmentação, nível abaixo, foi utilizado à banda Red-Edge. Nesse nível foram classificados os tipos de vegetação: “vegetação arbustiva densa” que incluiu os babaçuais e carnaubais e “vegetação arbustiva pouco densa”, que incluiu uma vegetação arbustiva esparsa, mas também, áreas de pastagem e cultivo.

Para a classificação da vegetação foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI). O NDVI é calculado através da razão entre a diferença das bandas do infravermelho e do vermelho e a soma dessas duas, mas para esse estudo foi utilizada a informação da

banda Red-Edge e não com a banda Red (NIR – RED-EDGE/NIR + RED-EDGE) para a determinação de áreas vegetadas (Rouse *et al.*, 1974). O uso da banda Red-Edge foi uma tentativa de melhor discriminar a vegetação, isso porque ela está centrada em 725nm, ou seja, no início da porção do espectro eletromagnético, o que permite detectar a refletividade da vegetação, e desta forma detalhar mais os estudos destes alvos.

O terceiro nível agregou todos os níveis anteriores e nele foram segmentados apenas os objetos não classificados para extração dos alvos da área urbana. Na classificação dos objetos da área urbana constituíram-se como descritores, o brilho e a razão da banda 3 (Red). Foram identificados os objetos brilhantes (telhados metálicos e solo claro); os objetos cinza (telhados de concreto ou amianto e solo escuro); e os telhados de cerâmica (escuras e claras).

Foi utilizada como modelagem estatística a regressão logística multinível (interceptos aleatórios) com a finalidade de testar o efeito das características ambientais extraídas das imagens de sensoriamento remoto e presentes na área correspondente a cada célula do gride de 900m<sup>2</sup> (representados por quadrículas de 30x30m) sobre a ocorrência de infecção canina por *L. chagasi*, após ajustar para as variáveis individuais dos animais e dos domicílios.

A escolha do modelo multinível considerou a possibilidade de analisar os dados hierarquicamente estruturados, expressando não somente a relação entre as variáveis dentro de seu nível como também a relação destas com as variáveis de outros níveis. Para tanto, os dados foram organizados em uma estrutura hierárquica composta por três níveis (nível 1: desfecho do cão, nível 2: características dos grides de 30x30 metros, nível 3: características dos bairros), na qual os cães foram agregados por unidades domiciliares e estas em grides.

#### 4.3.2 Relação Espacial entre Leishmaniose Visceral Canina e Humana

Esta investigação, de abordagem transversal, foi baseada nos resultados de cinco bairros (Bela Vista, Cidade Nova, Lourival Parente, Parque Piauí e Santo Antônio) participantes inquérito sorológico canino descrito no item anterior e na

notificação de casos humanos de LVA registrados durante o período de 2011 a 2012 nos bairros e no entorno onde o inquérito sorológico canino foi realizado. A escolha destas áreas se deu em função dos dados de casos humanos georreferenciados disponíveis no momento.

Foram considerados todos os casos de LVA ocorridos na área de estudo, neste período e notificados ao SINAN pela Fundação Municipal de Saúde (FMS), sendo incluídas no estudo somente as pessoas com idade acima de 01 ano e moradoras da área urbana da cidade de Teresina no momento do diagnóstico.

O diagnóstico dos casos humanos baseou-se nos critérios estabelecidos pelo Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral do Ministério da Saúde (Brasil, 2007): quadro clínico do paciente, coloração de aspirados de medula óssea (através da técnica de Giemsa) ou testes sorológicos para anticorpos de *L. chagasi*.

Inicialmente foi investigada a existência de padrão de aglomerados espaciais (*cluster*) de cães soropositivos em relação aos soronegativos com base no inquérito sorológico realizado.

A análise de aglomerados ou *cluster* é um método de classificação que utiliza a união de observações semelhantes, com critérios pré-definidos, e divide as observações em grupos a partir do cálculo de medidas de dissimilaridade entre os pontos a serem agrupados (Bailey e Gatrell, 1995). A medida de dissimilaridade entre pontos pode ser dada por medidas de correlação, medidas de distância ou medidas de associação.

A existência de aglomerados foi verificada a partir da análise hierárquica de vizinhos mais próximos (*nearest neighbour ou single-linkage*), na qual a distância entre duas classes é dada pela menor distância entre um elemento de uma classe e um elemento de outra classe, no caso, a menor distância entre um cão infectado e um cão não infectado.

A análise de vizinhança é capaz de comparar estatisticamente a distribuição real das classes com a distribuição esperada se houvesse aleatoriedade espacial completa (CSR - do inglês *Complete Spatial Randomness*). Evidências de dependência espacial baseadas na comparação dos valores obtidos com os esperados indicam que a hipótese de independência das amostras (CSR) é inválida e que os modelos inferenciais a serem adotados devem incorporar o espaço em suas considerações (Câmara *et al.*, 2004).

Como os cães soronegativos também tendem a formar aglomerados, neste estudo foi comparada a presença de aglomeração nos dois grupos de cães. Portanto, os *clusters* representam situações onde os cães soropositivos estão mais aglomerados que os soronegativos.

O software Crime Stat III versão 3.3 foi utilizado para a identificação dos *clusters*, onde foi definida a distância mínima de 350 metros e o mínimo de 10 pontos para a formação destes.

Além disso, foi calculada a distância média entre os pontos para determinar a ocorrência de correlação espacial entre infecção humana e canina por *L. chagasi*. Neste método, a distância entre vizinhos mais próximos de cada caso humano em relação aos cães presentes na área de estudo foi utilizada para investigar se os casos humanos estão mais próximos dos cães soropositivos do que daqueles soronegativos. Esta abordagem foi utilizada em investigações semelhantes a aqui desenvolvida (Selvin *et al.*, 2004).

Nesta etapa foram utilizados tanto os dados de localização de casos humanos quanto àqueles do inquérito canino. Inicialmente, através do software ArcGIS, foram calculadas as distâncias dos vizinhos mais próximos dos casos humanos notificados no período de 2011 a 2012 em relação aos cães soropositivos e soronegativos presentes. Assumindo-se que a infecção canina precede os casos humanos em áreas endêmicas para LVA, foram considerados apenas os casos humanos diagnosticados durante e após a realização do inquérito sorológico canino.

Por último, o teste t foi utilizado com a finalidade de comparar a distância média do vizinho mais próximo dos casos humanos considerando apenas cães soropositivos com a distância média do vizinho mais próximo dos casos humanos considerando apenas cães soronegativos, no sentido de verificar uma possível relação espacial entre a infecção canina e a humana no período estudado.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Artigo 1

*Fatores associados à infecção canina por Leishmania chagasi no município de Teresina (Piauí, Brasil): uma aplicação utilizando sensoriamento remoto.*

#### Resumo

Nas Américas, a leishmaniose visceral (LV) experimenta um processo de urbanização e o cão doméstico é considerado o principal reservatório da doença, embora seu papel no ciclo de transmissão não esteja totalmente explicado. Geralmente, os casos humanos ocorrem após a epidemia canina. Este estudo teve como objetivo avaliar a associação de variáveis ambientais com a ocorrência de infecção canina na cidade de Teresina (Piauí, Brasil), onde a primeira epidemia urbana de LV no Brasil foi relatada. Este é um estudo transversal, com base nos resultados de um inquérito sorológico canino realizado durante 2011, em 10 diferentes localidades com transmissão moderada ou intensa. Os dados foram mapeados com auxílio de GPS. As áreas foram divididas em grides de 900m<sup>2</sup> (30mx30m) e, através de imagens de sensoriamento remoto, caracterizou-se o microambiente relacionado a tipos de cobertura do solo. A regressão logística multinível foi utilizada para correlacionar a prevalência da infecção canina com as variáveis ambientais do gride de localização do domicílio, ajustando para as características individuais dos cães (sexo, idade e raça) e da residência. Foram examinadas 807 amostras sorológicas com cerca de 40% de positividade entre os cães e variação inter-bairro de 21,2 até 66,7%. Participaram da análise ambiental 717 cães distribuídos em 494 domicílios e 396 grides. A variável com associação estaticamente significativa em relação à infecção canina por *L. chagasi* é a que representa >16,5% da área do gride coberta por pavimentação clara (ruas de terra ou asfalto antigo). Esta associação provavelmente se dá pela similaridade destas áreas de menor infraestrutura ao padrão de transmissão rural da LV, guardando as



particularidades das localidades onde a doença ocorre. Nenhuma associação estatisticamente significativa foi encontrada entre infecção canina e outras variáveis ambientais. Os resultados contribuem para um maior entendimento sobre a dinâmica da doença em meio urbano e também fornece informações úteis para a prevenção e controle da leishmaniose visceral em seres humanos.

Palavras-chave: Leishmaniose visceral, sensoriamento remoto, fatores de risco, calazar, infecção canina.

### Introdução

A leishmaniose visceral (LV) é uma enfermidade que ocorre mundialmente, gerando cerca de 59.000 óbitos anuais e, dentre as doenças tropicais, é a quarta a causar mais anos de vida perdidos (WHO, 2010). Nas Américas, a leishmaniose visceral canina (LVC), assim como a humana, é causada pelo protozoário *Leishmania chagasi* e transmitida pelo flebotomíneo *Lutzomyia longipalpis* (Rangel e Lainson, 2003).

Em meados da década de 80, no Brasil, foi iniciado um processo de urbanização da doença, com registro de surtos de diferentes magnitudes em grandes cidades, sendo as dificuldades de operacionalização do controle da LV em aglomerados urbanos apontadas como um dos fatores que contribuíram para modificar a epidemiologia da doença no país (Gontijo e Melo, 2004; Maia-Elkhoury, 2008), além da capacidade de adaptação do vetor, diretamente relacionada à variáveis ambientais e ao processo de ocupação do espaço pelo homem (Rangel e Lainson, 2003).

Nestas áreas urbanas, assim como nas rurais, o cão doméstico é considerado principal reservatório da doença (Silva *et al.*, 2005), mesmo apesar do seu papel na dinâmica de transmissão da LV não estar totalmente esclarecido, já que a eliminação destes animais em algumas áreas endêmicas não resulta na diminuição da taxa de incidência em humanos (Palatnik-de-Sousa *et al.*, 2001). Todavia, na maioria das localidades onde ocorrem surtos de LV, os casos humanos ocorrem geralmente após a epidemia canina (Bevilacqua *et al.*, 2001).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a associação de variáveis ambientais extraídas de imagens de sensoriamento remoto (SR) com a ocorrência da infecção canina por *L. chagasi* em diferentes localidades do município de Teresina (Piauí, Brasil). A utilização de imagens de SR neste caso amplia o potencial de aquisição de informações ambientais de interesse para a ocorrência da endemia no sentido não somente de contribuir para um maior entendimento sobre a dinâmica da doença em meio urbano, mas também de identificar fatores e áreas que devem ser priorizados em ações de prevenção e controle da LV no homem.

### Metodologia

Trata-se de um estudo de abordagem transversal baseado nos resultados de um inquérito sorológico canino realizado, durante o ano de 2011, em 10 diferentes bairros do município de Teresina (Piauí) que tiveram as maiores prevalências de infecção canina nos anos anteriores ao estudo (2008-2010), considerando as recomendações do MS para áreas com transmissão intensa e moderada.

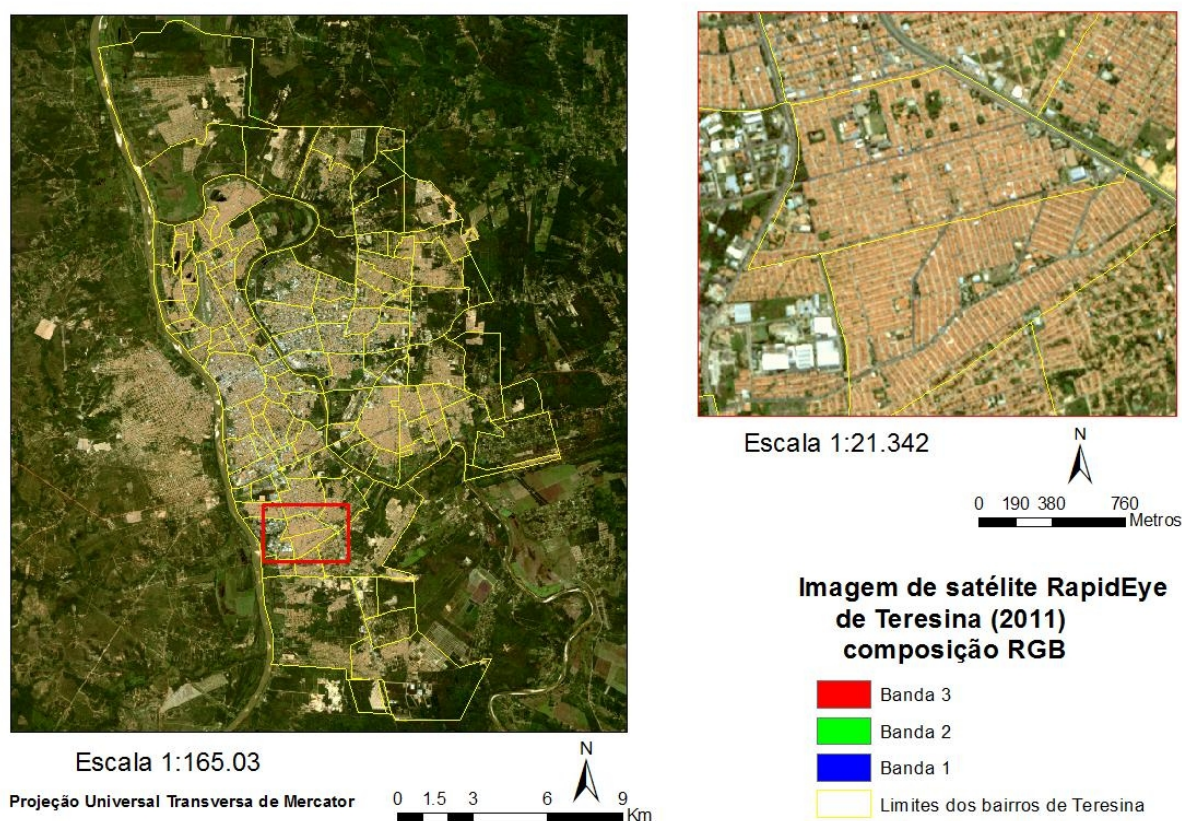
A amostra de 800 cães foi calculada visando obter 80% de poder estatístico para detectar como significativa ( $p \leq 0,05$ ) uma associação na ordem de dois (*Odds Ratio* –  $OR \geq 2,0$ ), para variáveis com frequência de 20% na população e prevalência de infecção de 25%, considerando um efeito de desenho de 1,3 e perdas de 20%. O número de cães a serem selecionados em cada bairro foi obtido utilizando-se uma fração amostral fixa de 4% da população canina de cada bairro.

Durante a coleta da amostra para realização dos exames sorológicos (Reação de Imunofluorescência Indireta - RIFI e Ensaio Imunoenzimático Indireto - ELISA) foram anotados os dados de localização geográfica da residência através do sistema de posicionamento Global (GPS - *Global Positioning System*) e realizada entrevista com o proprietário de cada animal por meio de questionário fechado a fim de coletar informações sobre as características dos cães e da habitação.

No entanto, cerca de 90% (717) dos cães foram georreferenciados adequadamente, os demais foram excluídos do estudo por apresentarem erros na digitação das coordenadas geográficas, gerando inconsistências com o bairro ao qual o cão foi alocado.

Foram considerados positivos os cães com os dois diagnósticos positivos. Os dados do inquérito canino foram mapeados através do software TerraView® 4.0.0. Em seguida foi construído sobre a malha digital da cidade de Teresina um gride com células (quadrículas) delimitadas por 900 metros quadrados cada para classificação do microambiente peridomiciliar através da imagem de sensoriamento remoto (SR) (figura 01).

Figura 01: Imagem do município de Teresina/PI obtida por sensoriamento remoto (satélite RapidEye – 2011), com a malha digital da cidade.



A classificação da imagem de Teresina teve como objetivo extrair características ambientais referentes à cobertura do solo, como: água, área urbana (ruas, objetos escuros, objetos brilhantes, areia e telhado de cerâmica), vegetação arbustiva densa (babaçuais e carnaubais) e vegetação arbustiva pouco densa (pastagem e área de cultivo).

A imagem de satélite utilizada foi a do sensor RapidEye de 2011. A obtenção das características ambientais da cobertura do solo de Teresina foi realizada a partir da classificação orientada a objetos que envolveu cinco etapas: caracterização das classes, segmentação da imagem, elaboração da rede semântica, classificação e

avaliação dos resultados. Todo o procedimento de processamento da imagem foi realizado no aplicativo Definiens Developer<sup>®</sup> 8.7.1.. Primeiro foi realizada a segmentação multiresolução e posteriormente, a classificação orientada a objetos por algoritmos da lógica *fuzzy* e booleana. A abordagem orientada a objetos utiliza combinações de informações espectrais, texturais e contextuais/topológicas.

Para a classificação da vegetação foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI). O NDVI foi calculado através da razão entre a diferença das bandas do infravermelho e da RED-EDGE e a soma dessas duas ( $NIR - RED-EDGE / NIR + RED-EDGE$ ) para a determinação de áreas vegetadas (Rouse *et al.*, 1974). O uso da banda Red-Edge e não da RED, foi uma tentativa de melhor discriminar a vegetação, isso porque ela está centrada em 725nm, ou seja, no início da porção do espectro eletromagnético, o que permite detectar a refletividade da vegetação, e desta forma detalhar mais os estudos destes alvos.

Os dados provenientes do inquérito sorológico canino foram correlacionados com as variáveis ambientais presentes na área correspondente à quadrícula, ajustando para as características individuais dos animais e dos domicílios. Foi utilizada como modelagem estatística a regressão logística multinível e, para tanto, os dados foram organizados em uma estrutura hierárquica composta por três níveis (nível 1: desfecho do cão, nível 2: características dos grids, nível 3: características dos bairros).

O aplicativo STATA<sup>®</sup> (Stata Corp., College Station, TX) foi utilizado para a realização das análises estatísticas. A partir da análise não ajustada para as características individuais dos cães e dos domicílios foi observado um Coeficiente de Partição de Variância (CPV) de 4% no nível dos bairros e de 14% no nível dos grids.

Foram testadas as seguintes variáveis a fim de incluí-las na modelagem estatística: presença de gato no domicílio (sim/não), presença de aves de corte (sim/não), presença de outros animais (porco, cavalo, caprino, ovino, bovino) (sim/não), adequação do cercado da residência (outro material/muro de alvenaria), presença de galinheiro (sim/não), presença de canil (sim/não), escolaridade do chefe do domicílio (ensino fundamental completo/ensino fundamental incompleto), tempo de posse de cão (4 categorias: <1 ano, 1-4 anos, 5-9 anos, 10+ anos, sendo a

categoria de referencia <1 ano), idade do cão (3 categorias: 0-2 anos, 3-6 anos, 7+ anos, sendo a categoria de referencia 3-6 anos), sexo do cão (macho/fêmea), raça do cão (outra/SRD).

As variáveis, ou suas categorias, que apresentaram  $p$ -valor <0,2 foram selecionadas para compor o modelo final, que inclui as variáveis ambientais.

Desta forma, após ajustar para as variáveis de  $p$ -valor <0,2 (presença de cerca, presença de galinheiro, presença de canil, tempo de posse do cão, idade do cão e raça do cão), o CPV dos bairros se manteve em 4%, porém o dos grides subiu para 19%, aumentando a probabilidade da variabilidade da prevalência de infecção canina estar atribuída a diferenças observadas entre os grides, a despeito de características individuais ou domiciliares.

Vale ressaltar que não foi considerado o nível de agregação por domicílio visto que o Teste de Razão de Verossimilhança entre os modelos de três níveis (cão, gride, bairro) e de quatro níveis (cão, residência, gride, bairro) mostrou que não há diferença estatística entre estes ( $p$ -valor <0,072). Isto ocorre porque a residência é praticamente representada pelo gride, já que frequentemente cada gride apresenta apenas um domicílio (80,6%) (tabela 01).

Tabela 01: Tipologia dos grides obtidos por sensoriamento remoto dos bairros participantes do inquérito sorológico canino realizado no município de Teresina/PI, no ano de 2011.

Tipologia dos Grides	N	%
Grides com 1 residência com 1 cão	230	58,1
Grides com 1 residência com >1 cão	89	22,5
Grides com 2 residências, cada uma com 1 cão	29	7,3
Grides com 2 residências com pelo menos uma com >1 cão	32	8,1
Grides com 3 residências, cada uma com 1 cão	4	1,0
Grides com 3 residências com pelo menos uma com >1 cão	10	2,5
Grides com 4 residências	2	0,5
Total de grides	396	100

## Resultados

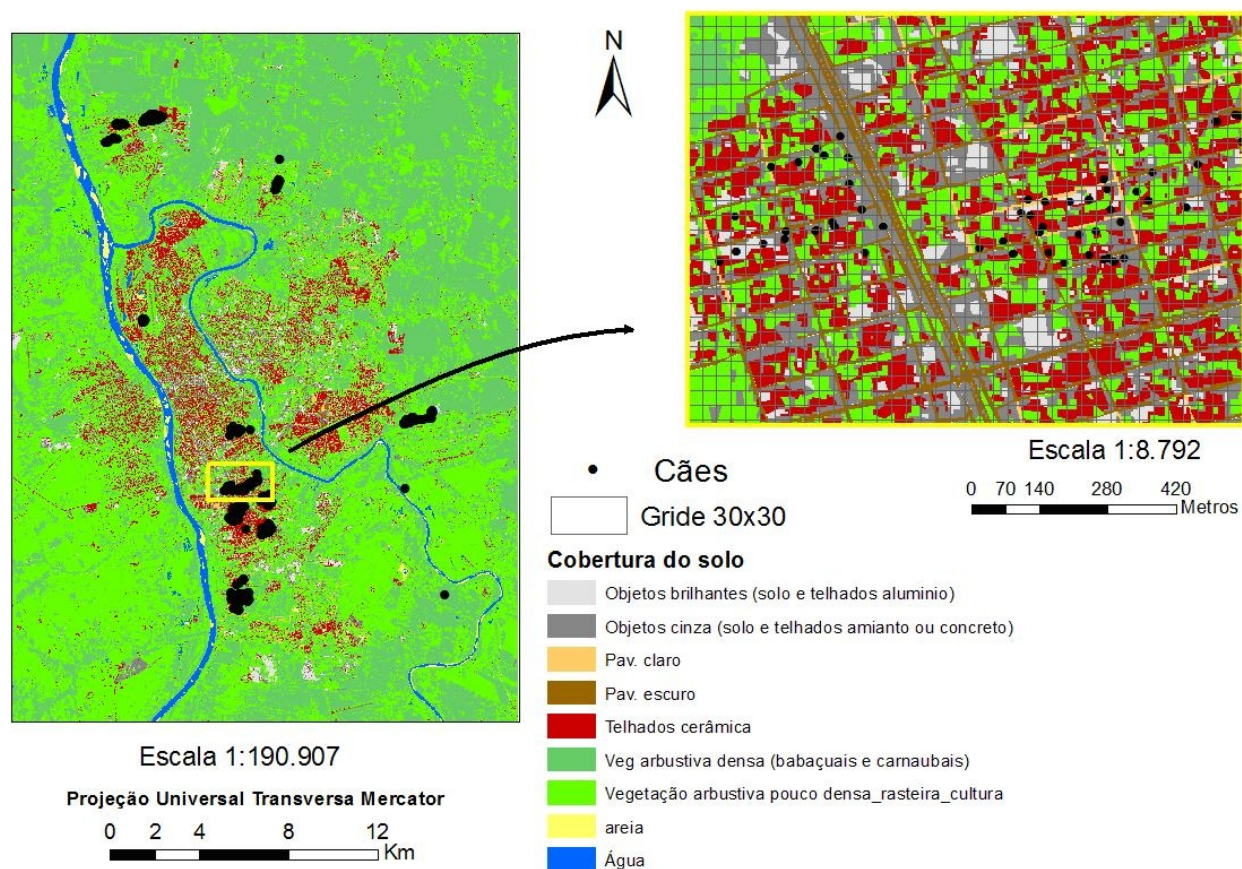
Foram examinadas 807 amostras sorológicas, onde foi observada cerca de 40% de positividade entre os cães, com variação inter-bairro de 21,2 até 66,7% (tabela 02). Entretanto, devido à qualidade das informações referente aos dados, compuseram o banco de dados final apenas 717 cães distribuídos em 494 residências e 396 grides.

Tabela 02: Resultados do inquérito sorológico canino realizado em diferentes bairros do município de Teresina/PI, no ano de 2011.

Bairro	População Canina	Número de domicílios selecionados	Número de cães examinados	Número de domicílios positivos (%)	Número de cães positivos (%)
Angelim	2.688	57	77	29 (50,9)	30 (39,0)
Anita Ferraz	1.793	37	56	21 (56,8)	23 (41,1)
Bela Vista	1.540	41	54	27 (65,9)	35 (64,8)
Cidade Nova	686	16	21	11 (68,9)	14 (66,7)
Lourival Parente	2.907	69	108	40 (58,0)	47 (43,5)
Parque Alvorada	868	29	40	14 (48,3)	14 (35,0)
Parque Piauí	1.974	64	77	27 (50,0)	32 (41,6)
Santa Maria da Codipi	3.852	101	156	54 (53,5)	70 (44,9)
Santo Antônio	1.777	42	62	17 (40,5)	26 (42,0)
São Sebastião	1.995	38	66	13 (34,2)	14 (21,2)
Total	20.080	494	717	253 (51,2)	304 (42,3)

Em relação ao significado das variáveis extraídas das imagens obtidas através de sensoriamento remoto (figura 02), as áreas com telhados de cerâmica foram assumidas como sendo áreas densamente ocupadas. Desta mesma forma, áreas com pavimentação escura são aquelas com melhor infraestrutura, embora, a pavimentação clara não significa corresponder, necessariamente, a ruas de terra, pois pode estar relacionada também a um asfalto mais claro. As áreas com características mais comerciais ou industriais são aquelas que apresentam mais objetos cinza e brilhantes.

Figura 02: Imagem do município de Teresina/PI obtida por sensoriamento remoto, com as classes de cobertura do solo e domicílios georreferenciados em grides de 900m<sup>2</sup> (30m x 30m).



A partir da distribuição das classes originalmente extraídas das imagens foi possível perceber uma grande concentração de grides com <10% da área coberta para as variáveis relacionadas a objetos cinza (telhados de amianto ou concreto), pavimentação escura (asfalto), vegetação densa (babaçuais e carnaubais), objetos brilhantes (solo e telhados de alumínio) e telhados de cerâmica, portanto estas variáveis foram dicotomizadas utilizando o ponto de corte  $\leq 10\%$  ou  $> 10\%$ .

Entretanto, as variáveis relacionadas à pavimentação clara (ruas de terra ou asfalto mais claro) e vegetação pouco densa (vegetação rasteira ou cultura) foram separadas em quintis, já que na análise exploratória destas variáveis foi observada uma maior prevalência de infecção canina em determinados quintos:  $> 16,5\%$  (da área do gride coberta pela variável) e  $> 5\%$  a  $\leq 50\%$  (da área do gride coberta pela variável), respectivamente.

Nesta mesma direção, a variável relacionada ao NDVI foi categorizada em  $< 0$ ,  $\geq 0$  a  $\leq 0,2$  e  $> 0,2$ , sendo a categoria intermediária aquela que abriga a maior prevalência de infecção canina.

No modelo estatístico final, que inclui os três níveis de agregação e compara a variável com a categoria de base (referência), a análise não ajustada para as características individuais dos cães e dos domicílios, mostrou que a variável que apresenta associação estaticamente significativa com a infecção canina por *L. chagasi* é a que corresponde à pavimentação clara >16,5% da área do gride coberta pela variável. Resultados parecidos são encontrados mesmo quando a análise é ajustada para idade e raça do cão, tempo de posse do cão, presença de cerca, galinheiro e canil na casa. A variável que apresenta associação estatisticamente significativa com a infecção canina por *L. chagasi* também corresponde à pavimentação clara >16,5% da área do gride coberta pela variável (tabela 03).

Tabela 03: Resultados da análise multivariada ajustada e não ajustada para as características individuais dos cães e dos domicílios participantes do inquérito sorológico canino realizado em diferentes bairros do município de Teresina/PI, no ano de 2011, com as categorias de referência.

Variável	Análise não ajustada			Análise ajustada		
	Odds Ratio	P> z	Intervalo de Confiança (95%)	Odds Ratio	P> z	Intervalo de Confiança (95%)
Objetos cinza >10%	1.29	0.190	0.88-1.91	1.34	0.179	0.87-2.07
Pavimentação clara >16,5%	1.67	0.021	1.08-2.58	2.00	0.005	1.23-3.27
Pavimentação escura >10%	1.12	0.591	0.75-1.67	1.24	0.356	0.79-1.96
Vegetação densa >10%	1.03	0.938	0.44-2.45	1.34	0.559	0.50-3.54
Objetos brilhantes >10%	0.98	0.950	0.55-1.74	0.97	0.936	0.51-1.84
Telhados de cerâmica >10%	0.83	0.386	0.54-1.26	0.89	0.652	0.55-1.45
Vegetação pouco densa ≤5%	0.77	0.332	0.45-1.30	0.71	0.253	0.39-1.28
Vegetação pouco densa >50%	0.72	0.115	0.47-1.08	0.65	0.092	0.41-1.70
NDVI ≤0	0.85	0.549	0.48-1.46	0.74	0.342	0.40-1.38
NDVI >0,2	0.75	0.318	0.43-1.32	0.72	0.301	0.38-1.35

## Discussão

A importância do cão como mantenedor da LVA no meio urbano é citada por diversos autores (Genaro, 1995; Gama *et al.*, 1998; Camargo-Neves *et al.*, 2001; Brasil, 2009; Silva *et al.*, 2012) e, embora não seja possível estabelecer relação de causa e efeito, uma prevalência canina superior a 2% pode ser considerada como fator de risco para a ocorrência da doença em humanos (Camargo-Neves *et al.*, 2004). Nesse sentido, as altas taxas de infecção canina, obtidas através inquérito sorológico, podem estar relacionadas com a categorização da transmissão da doença como intensa ou moderada nos bairros estudados.



Apesar de a doença ser assintomática na maioria dos cães soropositivos, a susceptibilidade canina pode estar relacionada a diversos fatores como estado nutricional e raça (Desjeux, 2001; Moreno e Alvar, 2002; França-Silva *et al.*, 2003). Alguns estudos indicam que o sexo não é considerado importante na determinação da doença e que a faixa etária mais acometida encontra-se até os três anos de idade, enquanto que outros estudos encontraram maior prevalência de infecção em machos de até um ano de idade (Ozensoy *et al.*, 1998; Moreno e Alvar, 2002; Moreira *et al.*, 2003; Dantas-Torres *et al.*, 2006; Azevedo *et al.*, 2008; Almeida *et al.*, 2009; Barbosa *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2010).

No inquérito sorológico canino realizado não foi observada diferença de idade e sexo entre os cães soropositivos. O efeito da raça na infecção não pôde ser avaliado já que a amostra foi composta de cerca de 85% de cães sem raça definida.

As características individuais dos cães e sua associação com a infecção por *L. chagasi* são informações importantes, porém um estudo desta natureza necessita de um grande tamanho amostral para que seja possível realizar inferências sem o receio de haver viés pela composição da amostra.

Apesar deste estudo não incluir pesquisa entomológica, *Lutzomyia longipalpis* é descrito como vetor da LV no estado do Piauí (Dutra e Silva *et al.*, 2007). Este flebotomíneo costuma apresentar-se em maior densidade no peridomicílio (Rangel e Lainson, 2003), o que torna os cães mais expostos à infecção.

Uma vez que há uma maior densidade vetorial nas áreas peridomiciliares, a presença de outros animais no peridomicílio tem sido bastante discutida e ora é relatada como fator de risco ora como fator de proteção para a LV (Sosa-Estani *et al.*, 2001; Caldas *et al.*, 2002; Moreira *et al.*, 2003; Bern *et al.*, 2005; Moreno *et al.*, 2005; Azevedo *et al.*, 2008; Barbosa *et al.*, 2010, Silva *et al.*, 2011; Bigeli *et al.*, 2012; Belo *et al.*, 2013). Da mesma forma, variáveis relativas às características da habitação foram consideradas como fatores de risco em alguns estudos enquanto que em outros não (Caldas *et al.*, 2002; Yadon *et al.*, 2003; Ranjan *et al.*, 2005; Moreno *et al.*, 2005).

Assim como no estudo de Coura-Vital *et al.* (2011), no modelo estudado, as variáveis de nível individual e domiciliar não foram capazes de explicar a variabilidade do desfecho, que, nas localidades estudadas, pode estar atribuída a diferenças encontradas entre os grids no que diz respeito as variáveis ambientais.

Isto é importante, uma vez que o raio de controle vetorial (500m) proposto pelo Ministério da Saúde encontra-se dentro deste microambiente (Brasil, 2007).

Nestes casos, o NDVI caracteriza-se como uma importante variável a ser discutida, já que este índice representa uma característica ambiental de forte correlação com umidade e precipitação, fatores que influenciam o ciclo de vida do vetor (Green e Hay, 2002). No inquérito canino realizado, há uma maior concentração de cães soropositivos na faixa de NDVI entre 0 e 0,2, entretanto, não foi encontrada associação estatisticamente significativa entre as variáveis em nenhum dos modelos testados (ajustado e não ajustado).

Em 2011, Bavia *et al.* apesar de terem observado um maior número de casos de LV nas áreas com NDVI entre 0,71 e 0,75, também não encontraram associação significativa entre estas variáveis. Já Carneiro *et al.* (2004) encontraram correlação positiva entre baixo NDVI e ocorrência de LV.

Gurgel *et al.* (2005) além de terem encontrado uma maior concentração de casos humanos da doença também capturaram vetores em localidades da Bahia com baixos NDVI, relacionando as regiões de menores valores de NDVI como sendo predominantemente representadas pela vegetação de caatinga, característica do nordeste brasileiro e do município em questão.

A presença de vegetação baixa é assumida como um dos requisitos para manutenção do vetor (Bavia *et al.*, 2011) e, embora, não tenha sido encontrada nenhum tipo de associação estatisticamente significativa entre vegetação pouco densa (vegetação rasteira ou de cultivo) e ocorrência de infecção canina, assim como no estudo de Fernandes (2012), foi observada uma maior taxa de soropositividade nos grids com até 50% da área coberta por este tipo de paisagem.

Este achado reforça a importância do assunto, já que a associação entre presença de vegetação no peridomicílio e ocorrência de infecção canina é motivo de discordância entre os autores (Ranjan *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2005; Santos, 2008; Almeida *et al.*, 2009; Cerbino-Neto *et al.* 2009; Barbosa *et al.*, 2010; Bavia *et al.*, 2011) apesar de estar diretamente ligada à ecologia dos flebotomíneos (Rangel e Laison, 2003).

No modelo multinível, tanto na análise ajustada quanto na não ajustada para as características individuais dos cães e das residências, a única associação estatisticamente significativa encontrada foi a cobertura do solo por pavimentação

clara em mais de 16,5% da área do gride. Na análise ajustada a chance de haver cães soropositivos nestes grides é ainda mais alta (OR=2,0  $p=0,005$ ).

Este tipo de variável corresponde a ruas de terra ou asfalto mais claro, podendo corresponder a áreas com menor infraestrutura ou de ocupação mais antiga, respectivamente.

A taxa de infecção natural de *L. longipalpis* por *L. chagasi* é maior em áreas de ocupação antiga (Soares *et al.*, 2010), porém a taxa de infecção não é fator determinante para ocorrência da infecção canina ou humana (Miranda *et al.*, 2002), devendo existir outras relações ecológicas que melhor explicam este aspecto.

Bigeli *et al.* (2012) também encontrou uma maior prevalência de infecção canina em áreas pouco urbanizadas. A mesma associação aqui encontrada, provavelmente, se dá pela similaridade destas áreas ao padrão de transmissão rural da LV, isto é, estas áreas provavelmente correspondem àquelas mais pobres e com pior infraestrutura urbana, sugerindo a ocorrência de um padrão de transmissão intra-urbano similar aos padrões rurais e peri-urbanos da LVA, o que corrobora com a hipótese de Werneck (2008) sobre o padrão de ocorrência da LV humana em ambiente urbano, sem deixar de considerar a importante discussão deste autor sobre a definição de áreas urbanas no Brasil.

É importante ressaltar que a técnica sorológica de RIFI utilizada apresenta alta sensibilidade (90 a 100%) e relativa especificidade (80%) (Alves e Bevilacqua, 2004), podendo ocasionar erros de classificação do desfecho (resultados falsos positivos) além da possibilidade de reação cruzada com *L. (viannia) braziliensis* e *Trypanosoma cruzi* (Troncanelli *et al.*, 2009). Entretanto, o fato de somente terem sido considerados positivos os animais com resultados positivos também no teste de ELISA pode ter minimizado esta possibilidade.

São poucos os estudos que tratam a LVC com uma abordagem epidemiológica, entretanto, o conhecimento de fatores associados à ocorrência da infecção canina pode ser útil para o direcionamento das ações de prevenção e controle, além de contribuir para uma maior compreensão da dinâmica da doença em meio urbano visto que este é considerado o principal reservatório da doença nestas áreas.

## Referências

ALMEIDA, A B P F; FARIA, R P; PIMENTEL, M F A; DAHROUG, M A A; TURBINO, N C M R; SOUSA, V R F. Inquérito soroepidemiológico de leishmaniose canina em áreas endêmicas de Cuiabá, Estado de Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 42 (2): 156-159. 2009.

ALVES, W A; BEVILACQUA, P D. Reflexões sobre a qualidade do diagnóstico da leishmaniose visceral canina em inquéritos epidemiológicos: o caso da epidemia de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1993-1997. **Cadernos de Saúde Pública**, 20 (1): 259-265. 2004.

AZEVEDO, M A A; DIAS, A K K; PAULA, H B; PERRI, S H V; NUNES, C M. Avaliação Da Leishmaniose Visceral Canina Em Poxoréo, Estado Do Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 17 (3): 123-127. 2008.

BARBOSA, D S; ROCHA, A L; SANTANA, A A; SOUZA, C S F; DIAS, R A; COSTA-JÚNIOR, L M; ABREU-SILVA, A L. Soroprevalência e variáveis epidemiológicas associadas à leishmaniose visceral canina em área endêmica no município de São Luís, Maranhão, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, 11 (3): 653-659. 2010.

BAVIA, M E; RIBEIRO, F S; MARTINS, M S; CARDIM, L L; SILVA, M M N; CARNEIRO, D D M T. Geotecnologias na identificação de fatores ambientais relacionados à ocorrência da leishmaniose visceral americana em Conde, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 12 (4): 949-960. 2011.

BELO, V S; WERNECK, G L; BARBOSA, D S; SIMÕES, T C; NASCIMENTO, B W L; SILVA, E S; STRUCHINER, C J. Factors Associated with Visceral Leishmaniasis in the Americas: A Systematic Review and Meta-Analysis. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 7 (4): e2182. 2013.

BERN, C; HIGHTOWER, A W; CHOWDHURY, R; ALI, M; AMANN, J; WAGATSUMA, Y; HAQUE, R; KURKJIAN, K; VAZ, L E; BEGUM, M; AKTER, T;

CETRE-SOSSAH, C B; AHLUWALIA, I B; DOTSON, E; SECOR, W E; BREIMAN, R F; MAGUIRE, J H. Risk factors for Kala-azar in Bangladesh. **Emerging Infectious Diseases**, 11 (5): 655-662. 2005.

BEVILACQUA, P D; PAIXÃO, H H; MODENA, C M. Urbanização da leishmaniose visceral em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 53: 1-8. 2001.

BIGELI, J G; OLIVEIRA JR, W P; TELES, N M M. Diagnosis of *Leishmania (Leishmania) chagasi* infection in dogs and the relationship with environmental and sanitary aspects in the municipality of Palmas, state of Tocantins, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 45 (1): 18-23. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. 2. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007. 180 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. 7. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009. 816 p.

CALDAS, A J M; COSTA, J M L; SILVA, A A M; VINHAS, V; BARRAL, A. Risk factors associated with asymptomatic infection by *Leishmania chagasi* in north-east Brazil. **Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 96 (1): 21-28. 2002.

CAMARGO-NEVES, V L F. **Aspectos epidemiológicos e avaliação das medidas de controle da leishmaniose visceral americana no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

CAMARGO-NEVES, V L F; KATZ, G; RODAS, L A; POLETTO, D W; LAGE, L C; SPINOLA, R M; CRUZ, O G. Utilização de ferramentas de análise espacial na

vigilância epidemiológica de leishmaniose visceral americana - Araçatuba, São Paulo, Brasil, 1998-1999. **Cadernos de Saúde Pública**, 17 (5): 1263-1267. 2001.

CARNEIRO, D. D. M. T. **Geoprocessamento e análise espacial de varredura no estado-da-arte da leishmaniose visceral americana na região centro-leste da Bahia, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Bahia. 2007.

CARNEIRO, D D M T; BAVIA, M E; ROCHA, W; LOBÃO, J; MADUREIRA FILHO, C; OLIVEIRA, J B; SILVA, C E; BARBOSA, M G; RIOS, R B. Identificação de áreas de risco para a leishmaniose visceral americana, através de estudos epidemiológicos e sensoriamento remoto orbital, em Feira de Santana, Bahia, Brasil (2000-2002). **Revista Baiana de Saúde Pública**, 28 (1): 19-32. 2004.

CERBINO-NETO, J; WERNECK, G L; COSTA, C H N. Factors associated with the incidence of urban visceral leishmaniasis: an ecological study in Teresina, Piauí State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 25 (7): 1543-1551. 2009.

COURA-VITAL, W; MARQUES, M J; VELOSO, V M; ROATT, B M; AGUIAR-SOARES, R D; REIS, L E S; BRAGA, S L; MORAIS, M H F; REIS, A B; CARNEIRO, M. Prevalence and Factors Associated with *Leishmania infantum* Infection of Dogs from an Urban Area of Brazil as Identified by Molecular Methods. **PLoS Neglected Tropical Disease**, 5 (8): e1291. 2011.

DANTAS-TORRES, F; BRANDÃO-FILHO, S P. Expansão geográfica da leishmaniose visceral no estado de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 39 (4): 352-356. 2006.

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

DE PAULA, A A; SILVA, A V; FERNANDES, O; JANSEN, A M. The use of immunoblot analysis in the diagnosis of canine visceral leishmaniasis in an endemic area of Rio de Janeiro. **Journal of Parasitology**, 89: 832-863. 2003.

DUTRA E SILVA, J G; WERNECK, G L; CRUZ, M S P; COSTA, C H N; MENDONÇA, I L Infecção natural de *Lutzomyia longipalpis* por *Leishmania* sp em Teresina, Piauí, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 23 (7): 1715-1720. 2007.

EVANS, T G; TEIXEIRA, M J; MCAULIFFE, I T; VASCONCELOS, I A B; VASCONCELOS, A W; SOUSA, A Q; LIMA, J W O; PEARSON, R D. Epidemiology of visceral leishmaniasis in Northeast Brazil. **The Journal of Infectious Diseases**, 166: 1124-1132. 1992.

FERNANDES, A B. **Aspectos ambientais associados à prevalência de infecção canina por *Leishmania chagasi* em Teresina: estudo caso-controle utilizando sistema de informação geográfico e sensoriamento remoto.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

FRANÇA-SILVA, J C; DA COSTA, R T; SIQUEIRA, A M; MACHADO-COELHO, G L L; DA COSTA, C A; MAYRINK, W; VIEIRA, E P; COSTA, J S; GENARO, O; NASCIMENTO, E. Epidemiology of canine visceral leishmaniasis in the endemic area of Montes Claros municipally, Minas Gerais State, Brazil. **Veterinary Parasitology**, 111: 161-173. 2003.

GAMA, M E A; BARBOSA, J S; PIRES, B; CUNHA, A K B; FREITAS, A R; RIBEIRO, I R; COSTA, J M L. Avaliação do nível de conhecimento que populações residentes em áreas endêmicas têm sobre leishmaniose visceral, Estado do Maranhão. **Cadernos de Saúde Pública**, 14 (2): 381-390. 1998.

GENARO, O. Leishmaniose visceral americana. In: NEVES, D P. **Parasitologia Humana**. São Paulo: Atheneu, 1995. p. 64-81.

GREEN, R M; HAY, S I. The potential of pathfinder AVHRR data for providing surrogate climatic variables across Africa and Europe for epidemiological applications. **Remote Sensing of the Environment**, 79 (2-3): 166-175. 2002.

GURGEL, H C; BAVIA, M E; CARNEIRO, D D M T; SILVA, C E P; MADUREIRA-FILHO, C; RIOS, R B; BARBOSA, M G R A. A contribuição do NDVI para o estudo da leishmaniose visceral americana, no interior da Bahia. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 12: 2673-2680. 2005.

MAIA-ELKHOURY, A N; ALVES, W A; SOUSA-GOMES, M L; SENA, J M; LUNA, E A. Visceral leishmaniasis in Brazil: trends and challenges. **Cadernos de Saúde Pública** 24 (12): 2941-2947. 2008.

MIRANDA, J C; REIS, E; SCHRIEFER, A; GONÇALVES, M; REIS, M G; CARVALHO, L. Frequency of infection of *Lutzomyia* phlebotomines with *Leishmania braziliensis* in a Brazilian endemic area as assessed by pinpoint capture and polymerase chain reaction. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 97: 185-188. 2002.

MOREIRA JR, E D; SOUZA JR, V M M; SREENIVASAN, M; LOPES, N L; BARRETO, R B B; CARVALHO, L P. Peridomestic risk factors for canine leishmaniasis in urban dwellings: new findings from a prospective study in Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 69 (4): 393-397. 2003.

MORENO, J; ALVAR J. Canine Leishmaniasis: epidemiological risk and experimental model. **Trends Parasitology**, 18: 399-405. 2002.

MORENO, E C; MELO, M N; GENARO, O; LAMBERTUCCI, J R; SERUFO, J C; ANDRADE, A S R; ANTUNES, C M F; CARNEIRO, M. Risk factors for *Leishmania chagasi* infection in an urban area of Minas Gerais State. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 38 (6): 456-463. 2005.

OLIVEIRA, L C P; ARAÚJO, R R; ALVES, C R; MOUTA-CONFORT, E; LÓPEZ, J A; MENDONÇA-LIMA, F W. Seroprevalence and risk factors for canine visceral leishmaniasis in the endemic area of Dias D'Ávila, State of Bahia, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 43 (4): 400-404. 2010.



OZENSOY, S; OZBEL, Y; TURGAY, N; ALKAN, M Z; GUL, K; GILMAN-SACHS, A; CHANG, K P; REED, S G; OZCEL, M A. Serodiagnosis and epidemiology of visceral leishmaniasis in Turkey. **American Journal of Tropical Medicine Hygiene**, 59 (3): 363-369. 1998.

PALATINIK-DE-SOUSA, C B; SANTOS, W R; FRANÇA-SILVA, J C; COSTA, R T; REIS, A B; PALATINIK, M; MAYRINK, W; GENARO, O. Impact of canine control on the epidemiology of canine and human visceral leishmaniasis in Brazil. **American Journal of Tropical Medicine Hygiene**, 65 (5): 510-517. 2001.

RANGEL, E F; LAISON, R (eds). **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003. 360 p.

RANJAN, A; SUR, D; NIYAMAT, A S; SIDDIQUE, B M; LAL, C S; SINHA, P K; KISHORE, K; BHATTACHARYA, S K. Risk factors for Indian Kala-azar. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 73 (1): 74-78. 2005.

ROUSE, J W JR; HAAS, R H; DEERING, D W; SCHELL, J A; HARLAN, J C. **Monitoring the Vernal Advancement and retrogradation (Green Wave Effect) of Natural vegetation**. Estados Unidos: College Station, Texas A and M University, 1974. 362p.

SANTOS, H D. **Fatores associados à soropositividade para leishmaniose visceral canina no município de Piraquê, estado do Tocantins, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

SANTOS, J M L; DANTAS-TORRES, F; MATTOS, M R F; LINO, F R L; ANDRADE, L S S; SOUZA, R C A; BRITO, F L C; BRANDÃO-FILHO, S P. Prevalência de anticorpos antileishmania spp em cães de Garanhuns, Agreste de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 43 (1): 41-45. 2010.

SILVA, A V M; PAULA, A A; CABRERA, M A A; CARREIRA, J C A. Leishmaniose em cães domésticos: aspectos epidemiológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, 21 (1): 324-328. 2005.

SILVA, A V M; MAGALHÃES, M A F M; BRAZIL, R P; CARREIRA, J C A. Ecological study and risk mapping of leishmaniasis in an endemic area of Brazil based on a geographical information systems approach. **Geospatial Health**, 6 (1): 33-40. 2011.

SILVA, J P; WERNECK, G L; MACEDO, E C; CARVALHO, H; CRUZ, M S P. Factors associated with *Leishmania chagasi* infection in domestic dogs from Teresina, State of Piauí, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 45 (4): 480-484. 2012.

SOARES, M R A; CARVALHO, C C; SILVA, L A; LIMA, M S C S; BARRAL, A M P; REBÊLO, J M M; PEREIRA, S R F. Análise molecular da infecção natural de *Lutzomyia longipalpis* em área endêmica de leishmaniose visceral no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 26 (12): 2409-2413. 2010.

SOSA-ESTANI, S; SEGURA, E L; GOMEZ, A; SALOMON, O D; PERALTA, M; COUTADA, V; RUIZ, L M. Leishmaniose cutânea no Norte da Argentina. Fatores de risco identificados num estudo caso-coorte em três municípios de Salta. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 34 (6): 511-517. 2001.

TRONCARELLI, M Z; LUCHEIS, S B; CAMARGO, J B; MACHADO, J G; LANGONI, H. Análise clínica e laboratorial em cães eutanasiados no Centro de Controle de Zoonoses de Bauru-SP, com vistas ao diagnóstico da leishmaniose visceral (LV). **Veterinária e Zootecnia**, 16 (2): 343-353. 2009.

WERNECK, G L. Forum: geographic spread and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil - Introduction. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2937-2940. 2008.

WHO (World Health Organization). **Control of leishmaniasis: report of a meeting of the WHO expert Committee on the Control of Leishmaniases**. Geneva: WHO, 2010. 199 p.

YADON, Z E; RODRIGUES, L C; DAVIES, C R; QUIGLEY, M A. Indoor and peridomestic transmission of american cutaneous leishmaniasis in Northwestern Argentina: a retrospective case-control study. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 68 (5): 519-526. 2003

## 5.2 Artigo 2

*Identificação de aglomerados de infecção canina por Leishmania chagasi e sua correlação espacial com casos humanos de leishmaniose visceral em área urbana do município de Teresina (Piauí, Brasil).*

### Resumo

No Brasil, a leishmaniose visceral (LV) experimenta um processo de urbanização e o cão doméstico é considerado o principal reservatório da doença, embora seu papel no ciclo de transmissão não esteja totalmente explicado. Geralmente, os casos humanos ocorrem após a epidemia canina. Este estudo teve como objetivo identificar padrões espaciais de ocorrência de infecção canina por *L. chagasi*, além de investigar a relação espacial entre esta e a ocorrência da LV humana em área urbana da cidade de Teresina (Piauí, Brasil), onde a primeira epidemia urbana de LV no Brasil foi relatada. A partir da análise hierárquica do vizinho mais próximo foi verificada a presença de sete *clusters* de maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos. A associação espacial entre os caninos soropositivos e os casos humanos foi investigada através do método da distância média entre os pontos e analisada por meio do teste t. Uma maior proximidade de casos humanos em relação a cães soropositivos quando comparada à distância em relação aos soronegativos foi encontrada. Os resultados sugerem a existência de uma relação espacial entre a LV humana e a infecção canina, contribuindo para orientação das ações de vigilância epidemiológica e controle da doença em Teresina.

Palavras-chave: Leishmaniose visceral, análise espacial, fatores de risco, calazar, infecção canina.

## Introdução

No Brasil, a leishmaniose visceral é uma doença que se apresenta em importante expansão geográfica, inclusive com a urbanização da endemia (Werneck, 2008). Este processo de urbanização da doença tem sido relacionado às modificações ambientais causadas por ações antrópicas, ao rápido processo migratório, à presença de reservatórios silvestres e cães infectados em áreas peridomiciliares, e a adaptação do vetor *Lutzomyia longipalpis* ao peridomicílio (Maia-Elkhoury *et al.*, 2008).

Em 1956, a LVA foi definida como uma zoonose na qual o cão e a raposa eram considerados os reservatórios naturais da *Leishmania chagasi*, agente etiológico da doença (Deane, 1956). Entretanto, até os dias atuais, não há um consenso sobre a importância do cão na manutenção de seu ciclo de transmissão visto que a eliminação de cães soropositivos apresenta resultados conflitantes quanto à eficácia na redução da incidência de infecção humana (Costa *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2011).

Entretanto, o cão é um dos principais alvos nas ações de controle da doença. Estas ações se baseiam no papel amplificador da transmissão peridoméstica da LVA desempenhado pelo cão e justificado pelo fato de que: (i) os casos caninos precedem os humanos, (ii) estes apresentam maior prevalência em áreas de transmissão e (iii) residências com a presença de cães têm maior chance de apresentar a infecção humana (Silva *et al.*, 2001; Brasil, 2006; Gouvea *et al.*, 2007; Borges *et al.*, 2008; WHO, 2010).

Apesar de se tratar de um importante tema para a elaboração de políticas de prevenção e controle da LV, poucos estudos abordam a relação entre a ocorrência de casos humanos e caninos em áreas endêmicas urbanas e ainda em menor número estão os que se utilizam da análise de dados espaciais (Oliveira *et al.*, 2001; Carneiro *et al.*, 2007; Barbosa, 2011).

Este estudo busca identificar áreas de maior ocorrência de transmissão da LV canina pela presença de aglomerados de cães soropositivos, e analisar a relação espacial entre a soropositividade canina e a ocorrência da LV em humanos, contribuindo para um melhor entendimento da epidemiologia da doença em meio urbano.

## Metodologia

Esta investigação, de abordagem transversal, foi baseada nos resultados de cinco bairros participantes de um inquérito sorológico canino realizado no ano de 2011 e na notificação de casos humanos de LVA registrados durante o período de 2011 a 2012 nos bairros e no entorno onde o inquérito sorológico canino foi realizado. A escolha destas áreas se deu em função dos dados de casos humanos georreferenciados disponíveis no momento.

O número de cães a participar do inquérito sorológico foi calculado utilizando-se uma fração amostral fixa de 4% da população canina de cada bairro, sendo obtida uma amostragem final composta por 322 cães. Durante a coleta de amostra para a realização dos exames sorológicos (Reação de Imunofluorescência Indireta – RIFI e Ensaio Imunoenzimático Indireto – ELISA) foram também coletados dados de localização geográfica da residência através de GPS. Os cães considerados positivos foram aqueles com diagnósticos positivos nos dois testes realizados.

Em relação à LV humana, foram considerados todos os casos de LVA ocorridos na área de estudo e adjacências neste período, e notificados ao SINAN pela Fundação Municipal de Saúde (FMS). O diagnóstico dos casos foi baseado no quadro clínico do paciente, na coloração de aspirados de medula óssea (através da técnica de Giemsa) ou em testes sorológicos para anticorpos de *L. chagasi*, sendo incluídas no estudo somente as pessoas com idade acima de um ano e moradoras da área urbana da cidade de Teresina no momento do diagnóstico.

Inicialmente foi investigada a existência de padrão de aglomerados espaciais (*cluster*) de cães soropositivos em relação aos soronegativos com base no inquérito sorológico realizado.

A análise de aglomerados ou *cluster* é um método de classificação que utiliza a união de observações semelhantes, com critérios pré-definidos, e divide as observações em grupos a partir do cálculo de medidas de dissimilaridade entre os pontos a serem agrupados (Bailey e Gatrell, 1995). A medida de dissimilaridade entre pontos pode ser dada por medidas de correlação, medidas de distância ou medidas de associação.

A existência de aglomerados foi verificada a partir da análise hierárquica de vizinhos mais próximos (*nearest neighbour ou single-linkage*), na qual a distância

entre duas classes é dada pela menor distância entre um elemento de uma classe e um elemento de outra classe, no caso, a menor distância entre um cão infectado e um cão não infectado.

A análise de vizinhança é capaz de comparar estatisticamente a distribuição real das classes com a distribuição esperada se houvesse aleatoriedade espacial completa (CSR - do inglês *Complete Spatial Randomness*). Evidências de dependência espacial baseadas na comparação dos valores obtidos com os esperados indicam que a hipótese de independência das amostras (CSR) é inválida e que os modelos inferenciais a serem adotados devem incorporar o espaço em suas considerações (Câmara *et al.*, 2004).

Como os cães soronegativos também tendem a formar aglomerados, neste estudo foram comparadas a presença de aglomeração nos dois grupos de cães. Portanto, os *clusters* representam situações onde os cães soropositivos estão mais aglomerados que os soronegativos.

O software Crime Stat III versão 3.3 foi utilizado nesta etapa, onde foi definida a distância mínima de 350 metros e o mínimo de 10 pontos para a formação de *clusters*.

Além disso, foi calculada a distância média entre os pontos para determinar a ocorrência de correlação espacial entre infecção humana e canina por *L. chagasi*. Neste método, a distância entre vizinhos mais próximos de cada caso humano em relação aos cães presentes na área de estudo foi utilizada para investigar se os casos humanos estão mais próximos dos cães soropositivos do que daqueles soronegativos. Esta abordagem foi utilizada em investigações semelhante a aqui desenvolvida (Selvin *et al.*, 2004).

Nesta etapa foram utilizados tanto os dados de localização de casos humanos quanto aqueles do inquérito canino. Inicialmente, através do software ArcGIS, foram calculadas as distâncias dos vizinhos mais próximos dos casos humanos notificados no período de 2011 a 2012 em relação aos caninos soropositivos e soronegativos presentes na área de estudo. Assumindo-se que a infecção canina precede os casos humanos em áreas endêmicas para LVA, foram considerados apenas os casos humanos diagnosticados após a realização do inquérito canino.

Por último, o teste t foi utilizado com a finalidade de comparar a distância média do vizinho mais próximo dos casos humanos considerando apenas cães soropositivos com a distância média do vizinho mais próximo dos casos humanos considerando apenas cães soronegativos, no sentido de verificar uma possível relação espacial entre a infecção canina e a humana no período estudado.

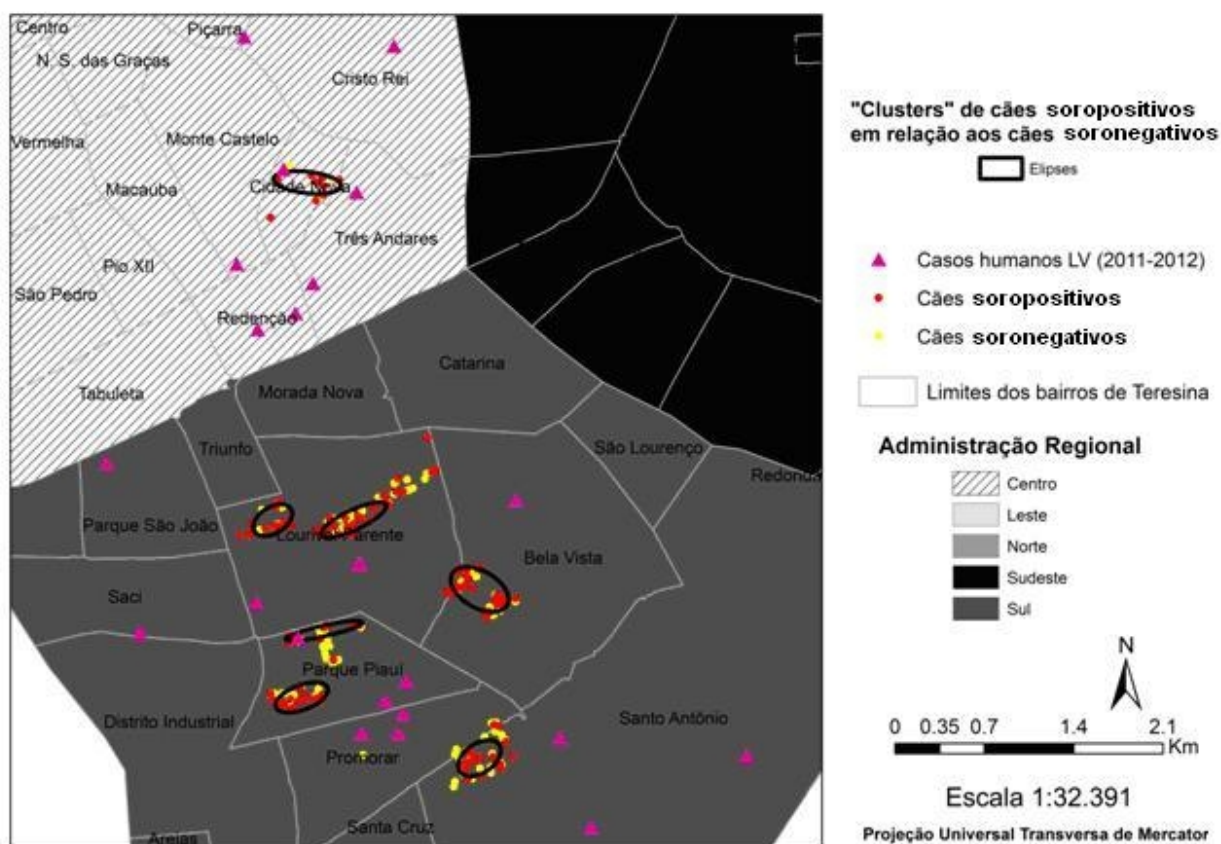
## Resultados

Participaram do inquérito sorológico canino 322 cães (153 soropositivos e 169 soronegativos) distribuídos nos bairros de Bela Vista, Cidade Nova, Lourival Parente, Parque Piauí e Santo Antônio.

Por meio da análise hierárquica de vizinhos mais próximos foram encontrados sete *clusters* onde há uma maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos (figura 01). A distância média observada entre cães soropositivos em relação aos soronegativos foi de 29,26 metros ( $p=0,0001$ ), quando a distância média esperada seria próxima de 128,65 metros considerando a distância entre os cães soronegativos, isto é, se os cães soropositivos apresentassem a mesma distribuição dos soronegativos.



Figura 01: Mapa do município de Teresina/PI, com a identificação dos aglomerados de cães soropositivos em relação aos soronegativos e a localização dos casos humanos de leishmaniose visceral no período de 2011 a 2012.



Compõem os *clusters* 165 cães distribuídos em sete elipses localizadas em bairros de transmissão intensa (Santo Antônio) e moderada (Bela Vista, Cidade Nova, Parque Piauí e Lourival Parente) de LVA (tabela 01).

Tabela 01: Número de cães por *cluster* a partir da análise hierárquica de vizinhos mais próximos, utilizando dados de inquérito sorológico canino realizado no ano de 2011 em cinco bairros do município de Teresina/PI.

<b>Cluster</b>	<b>Cães Soropositivos (N)</b>	<b>Cães Soronegativos (N)</b>
Bela Vista	19	11
Santo Antônio	17	14
Lourival Parente (centro)	12	18
Lourival Parente (oeste)	08	08
Parque Piauí (sul)	15	13
Parque Piauí (norte)	09	10
Cidade Nova	09	02
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>76</b>

No período de 2011 a 2012 foram notificados apenas 26 casos humanos de LVA nos bairros e no entorno onde o inquérito sorológico canino foi realizado e, por

isso, não foi avaliada a existência de *clusters* de casos humanos da doença (Figura 01).

A distância média entre vizinhos mais próximos calculada entre os casos humanos ocorridos no período de 2011 a 2012 e os cães soropositivos foi menor que aquela encontrada entre estes mesmos casos humanos e os cães soronegativos ( $p=0,16$ ) (tabela 02).

Tabela 02: Resultado do cálculo da distância média entre casos humanos ocorridos no período de 2011 a 2012 e dados de inquérito sorológico canino realizado no ano de 2011 em cinco bairros do município de Teresina/PI.

Vizinhos mais Próximos de Casos Humanos	Período 2011-2012		
	Cães Soropositivos	Cães Soronegativos	Cães Soropositivos/Soronegativos
Pontos (N)	16	8	24
Distância Média (m)	402,47	679,71	581,91
Diferença entre Médias	277,24		
Teste t (p-valor)	0,16		
Intervalo de Confiança (95%)	-1220,24 2302,42		

## Discussão

No Brasil, a ocorrência da LVA estava inicialmente associada às áreas rurais, porém alterações ambientais influenciadas pela ocupação do espaço urbano podem ter contribuído com o processo de urbanização da doença (Costa *et al.*, 1990; Mendes *et al.*, 2000; Cerbino-Neto *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2006; Dantas-Torres e Brandão Filho, 2006). Em Teresina, Costa *et al.* (1990) sugeriram que os movimentos migratórios desencadearam a epidemia de LVA na cidade, uma vez que a distribuição espacial e espaço-temporal desses movimentos ocorridos no início do período de seca são concomitantes com a distribuição geográfica do processo epidêmico, onde os cães apresentariam um importante papel por albergarem o agente etiológico da doença.

Este papel do cão como amplificador da endemia urbana de LVA é tema de constantes discussões científicas, entretanto são poucos os estudos que buscam investigar a relação entre LVA humana e a infecção canina por *L. chagasi*, sendo o uso de dados espaciais para este tipo de análise pouco empregado em todo o mundo (Bevilacqua *et al.*, 2001; Camargo-Neves *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 2001; Vigilato, 2004; Margonari *et al.*, 2006; Carneiro *et al.*, 2007; Barbosa, 2011; Silva, 2013).

Alguns estudos, ainda que sem uma abordagem estatística espacial, como o de Bevilacqua *et al.* (2001) e de Camargo-Neves *et al.* (2001), que relacionaram a variação da prevalência de infecção canina em relação à incidência de LVA humana em Belo Horizonte (MG) e Araçatuba (SP), respectivamente, sugerem que os casos caninos precedem a ocorrência de casos humanos em áreas endêmicas urbanas.

Margonari *et al.* (2006), em estudo realizado em Belo Horizonte/MG, demonstraram que 84,2% dos casos de LVA em humanos estavam relacionados com casos caninos da doença, isto é, os casos humanos e caninos localizavam-se dentro da mesma micro-área. Esta metodologia foi adaptada por Barbosa (2011) em estudo realizado em São Luiz (Maranhão), encontrando cerca de 20% de relação entre os casos humanos e caninos, apesar de ter como unidades de análise áreas maiores que as utilizadas por aquelas do estudo anterior.

No Brasil, apenas quatro estudos fizeram uso da estatística espacial para avaliar a relação espacial ou espaço-temporal entre LV humana e infecção canina por *L. chagasi*. Dentre estes se encontra a investigação realizada por Oliveira *et al.* (2001) em Belo Horizonte (MG), que compararam visualmente a distribuição de casos humanos com o mapa de Kernel da infecção canina, compararam também a ocorrência de *clusters* espaciais nestes dois grupos e estudaram ainda a ocorrência de *cluster* espaço-temporal pela técnica de Knox. Os autores concluíram haver relação espacial e espaço-temporal entre a LVA humana e a infecção canina.

À mesma conclusão chegaram Carneiro *et al.* (2007) em estudo desenvolvido na região centro-oeste da Bahia através da comparação da ocorrência de aglomerados pela estatística Scan de Kuldorff e pela sobreposição dos *clusters* espaço-temporais de LVA e LVC. Em um dos municípios estudados, para cada caso humano foram encontrados oito casos caninos na mesma área.

Vigilato (2004), através do coeficiente de correlação de Pearson, observou baixa correlação espacial entre a positividade canina e o coeficiente de incidência da LVA em humanos por ano e por setores de Birigui/SP utilizando o mesmo período de análise para dados humanos e caninos.

Silva (2013), apesar de estudar apenas um bairro do município de Teresina (PI), utilizou diversas técnicas de estatística espacial (vizinho mais próximo, Scan de Kulldorff, Cuzick e Edwards, distância média entre os pontos, densidade de pontos por Kernel) para analisar a relação espacial entre casos humanos de LVA e infecção

canina por *L. chagasi*, sugerindo que aglomerados de casos caninos possam ser considerados como risco potencial aos humanos.

No presente estudo, a análise de *clusters* por meio da análise hierárquica de vizinhos mais próximos em cinco bairros da área urbana permitiu detectar que a infecção canina não se distribuiu de modo homogêneo na região no ano de 2011. E, já que os *clusters* encontrados representam uma razão onde a concentração de cães positivos é maior que a de cães negativos num determinado espaço geográfico, estes se encontram mais presentes em determinadas localidades dentro dos bairros de estudo.

Da mesma forma, a distribuição da incidência humana da doença no município se dá de forma heterogênea no tempo e no espaço: áreas periféricas de Teresina, ainda com grande cobertura vegetal, quando submetidas à ocupação rápida e desordenada, estão relacionados à taxa de incidência de LV humana (Costa et al., 1990).

Observando imagens de sensoriamento remoto, nota-se que a cobertura vegetal nos bairros de estudo apresenta-se de maneira diferente em cada um deles. O bairro de Santo Antônio é o que possui uma maior área de cobertura vegetal tanto densa quanto pouco densa e é o que se encontra menos urbanizado. No entanto, a maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos é observada na sua divisa com o bairro Promorar, que apresenta loteamentos habitacionais de baixa infraestrutura e quase nenhuma área verde. Provavelmente, trata-se de uma expansão da ocupação deste último para sua periferia, ultrapassando os limites virtuais de divisão entre os bairros.

Características parecidas com as de Promorar são encontradas no Parque Piauí (onde houve a identificação de dois *clusters* de maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos), também bastante urbanizado pela presença de loteamentos habitacionais de baixa infraestrutura e vegetação densa escassa, ocorrendo vegetação pouco densa representada pela existência de árvores frutíferas nos quintais das residências.

Já Lourival Parente, onde também foram encontrados dois *clusters* de maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos, corresponde a um bairro pouco menos urbanizado que Parque Piauí e com uma maior cobertura por vegetação pouco densa.

Cidade Nova e Bela Vista correspondem a áreas urbanizadas com grandes áreas de vegetação pouco densa, havendo maior cobertura por vegetação densa em Bela Vista, que também apresentou o maior número de cães soropositivos na formação do *cluster* que Cidade Nova.

Portanto, a escassez de vegetação densa e maior cobertura por vegetação pouco densa aliadas à baixa infraestrutura encontrada nas áreas urbanizadas menos consolidadas destes bairros sugerem que a maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos nestes bairros está associada à existência de um ciclo peridomiciliar, onde o vetor se mantém presente.

A presença de vegetação baixa é assumida como um dos requisitos para manutenção do vetor (Bavia *et al.*, 2011). Esta é representada por árvores frutíferas, que oferecem condições ambientais favoráveis à manutenção do inseto (Rangel e Lainson, 2003; Rangel e Vilela, 2008), e a presença do cão e de outros animais domésticos serviria de fonte de repasto sanguíneo para a fêmea de *Lutzomyia longipalpis*, favorecendo a ocorrência da infecção canina.

O cálculo das distâncias médias de vizinhos mais próximos foi realizado para avaliar a existência de relação espacial entre a infecção canina e a ocorrência de casos humanos da doença nestas áreas. O baixo número de casos humanos georreferenciados para o período pode ter influenciado a significância do teste estatístico, entretanto os resultados apontam para uma maior proximidade de casos humanos em relação a cães soropositivos quando comparada à distância em relação aos soronegativos.

Esta maior proximidade de casos humanos em relação aos cães soropositivos contribui para a discussão sobre a eliminação de cães soropositivos como medida de controle da LV humana (Ashford *et al.*, 1998; Paranhos-Silva *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 2004; Andrade *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2007; Nunes *et al.*, 2008; Romero e Boelaert, 2010).

Os resultados sugerem a ocorrência de um ciclo peridomiciliar urbano de LV e a existência de relação espacial entre a LV humana e a infecção canina, contribuindo para orientação das ações de vigilância epidemiológica e controle da doença em Teresina.

## Referências

ANDRADE, A M; QUEIROZ, L H; NUNES, G R; PERRI, S H; NUNES, C M. Dog replacement in an area endemic for visceral leishmaniasis. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 40: 594-595. 2007.

ASHFORD, D A; DAVID, J R; FREIRE, M; DAVID, R; SHERLOCK, I; EULÁLIO, M C; SAMPAIO, D P; BADARÓ, R. Studies on control of visceral leishmaniasis: impact of dog control on canine and human visceral leishmaniasis in Jacobina, Bahia, Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 59: 53-57. 1998.

BAILEY, T C; GATRELL, A C. **Interactive Spatial Data Analysis**. Londres: Longman Scientific and Technical, 1995. 413p.

BARBOSA, D S. **Distribuição espacial e definição de áreas prioritárias para vigilância da leishmaniose visceral no município de São Luís, Maranhão, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2011.

BEVILACQUA, P D; PAIXÃO, H H; MODENA, C M. Urbanização da leishmaniose visceral em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 53: 1-8. 2001.

BORGES, B K; SILVA, J A; HADDAD, J P; MOREIRA, E C; MAGALHÃES, D F; RIBEIRO, L M; FIUZA, V O. Assessment of knowledge and preventive attitudes concerning visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (4): 777-784. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006. 120 p.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A M; FUCKS, S D; CARVALHO, M S. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S; CARVALHO, M S; CÂMARA, G; MONTEIRO, A

V M (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA. 2004. p. 1-26.

CAMARGO-NEVES, V L; KATZ, G; RODAS, L A; POLETO, D W; LAGE, L C; SPINOLA, R M; CRUZ, O G. Utilização de ferramentas de análise espacial na vigilância epidemiológica de leishmaniose visceral americana - Araçatuba, São Paulo, Brasil, 1998-1999. **Cadernos de Saúde Pública**, 17 (5): 1263-1267. 2001.

CARNEIRO, D. D. M. T. **Geoprocessamento e análise espacial de varredura no estado-da-arte da leishmaniose visceral americana na região centro-leste da Bahia, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Bahia. 2007.

CERBINO-NETO, J; WERNECK, G L; COSTA, C H N. Factors associated with the incidence of urban visceral leishmaniasis: an ecological study in Teresina, Piauí State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 25 (7): 1543-1551. 2009.

COSTA, C H N. How effective is dog culling in controlling zoonotic visceral leishmaniasis? A critical evaluation of the science, politics and ethics behind this public health policy. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 44 (2): 232-242. 2011.

COSTA, C H N; TAPETY, C M M; WERNECK, G L. Controle da leishmaniose visceral em meio urbano: estudo de intervenção randomizado fatorial. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 40 (4): 415-419. 2007.

COSTA, C H N; PEREIRA H F; ARAÚJO, V A. Epidemia de leishmaniose visceral no estado do Piauí, Brasil, 1980 – 1986. **Revista de Saúde Pública**, 24: 361-371. 1990.

DANTAS-TORRES, F; BRANDÃO-FILHO, S P. Expansão geográfica da leishmaniose visceral no estado de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 39 (4): 352-356. 2006.

DEANE, M. Leishmaniose visceral no Brasil. **Serviço de Educação Sanitária**, 1956.

GOUVEA, M V; WERNECK, G L; COSTA, C H; CARVALHO, F A A. Factors associated to Montenegro skin test positivity in Teresina, Brazil. **Acta Tropica**, 104 (2-3): 99-107. 2007.

MAIA-ELKHOURY, A N; ALVES, W A; SOUSA-GOMES, M L; SENA, J M; LUNA, E A. Visceral leishmaniasis in Brazil: trends and challenges. **Cadernos de Saúde Pública** 24 (12): 2941-2947. 2008.

MARGONARI, C; FREITAS, C R; RIBEIRO, R C; MOURA, A C M; TIMBÓ, M; GRIPP, A H; PESSANHA, J E; DIAS, E S. Epidemiology of visceral leishmaniasis through spatial analysis, in Belo Horizonte municipality, state of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 101 (1): 31-38. 2006.

MOREIRA JR, E D; MENDES DE SOUZA, V M; SREENIVASAN, M; NASCIMENTO, E G; PONTES, C L. Assessment of an optimized dog-culling program in the dynamics of canine *Leishmania* transmission. **Veterinary Parasitology**, 122: 245-252. 2004.

NUNES, C M; LIMA, V M; PAULA, H B; PERRI, S H; ANDRADE, A M; DIAS, F E; BURATTINI, M N. Dog culling and replacement in an area endemic for visceral leishmaniasis in Brazil. **Veterinary Parasitology**, 153: 19-23. 2008.

OLIVEIRA, A G; GALATI, E A B; OLIVEIRA, O; OLIVEIRA, G R; ESPINDOLA, I A C; DORVAL, M E C; BRAZIL, R P. Abundance of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) and urban transmission of visceral leishmaniasis in Campo Grande, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 101 (8): 869-874. 2006.

OLIVEIRA, C D; ASSUNÇÃO, E M; REIS, I A; PROIETTI, F A. Spatial distribution of human and canine visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil, 1994-1997. **Cadernos de Saúde Pública**, 17 (5): 1231-1239. 2001.



OLIVEIRA, C D L; MORAIS, M H F; MACHADO-COELHO, G L L. Visceral leishmaniasis in large Brazilian cities: challenges for control. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2953-2958. 2008.

PARANHOS-SILVA, M; NASCIMENTO, E G; MELRO, M C; OLIVEIRA, G G; DOS SANTOS, W L; PONTES-DE-CARVALHO, L C; OLIVEIRA-DOS-SANTOS, A J. Cohort study on canine emigration and *Leishmania* infection in an endemic area for American visceral leishmaniasis: implications for the disease control. **Acta Tropica**, 69: 75-83. 1998.

RANGEL, E F; LAISON, R (eds). **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003. 360 p.

RANGEL, E F; VILELA, M L. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2948-2952. 2008.

ROMERO, G A S; BOELAERT, M. Control of Visceral Leishmaniasis in Latin America - A Systematic Review. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 4 (1): e584. 2010.

SELVIN, S; RAGLAND, K E; CHIEN, E Y; BUFFLER, P A. Spatial analysis of childhood leukemia in a case/control study. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, 207 (6): 555-562. 2004.

SILVA, E S; GONTIJO, C M F; PACHECO, R S; FIÚZA, V O P; BRAZIL, R P. Visceral Leishmaniasis in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, State of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 96 (3): 285-291. 2001.

SILVA, L A M. **Distribuição espacial da leishmaniose visceral canina no bairro Angelim, Teresina, Piauí em 2007**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.

VIGILATO, M A N. **Distribuição espacial da leishmaniose visceral canina e humana no município de Birigui – SP.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2004.

WERNECK, G L. Forum: geographic spread and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil - Introduction. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2937-2940. 2008.

WHO (World Health Organization). **Control of leishmaniasis: report of a meeting of the WHO expert Committee on the Control of Leishmaniases.** Geneva: WHO, 2010. 199 p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento dos diversos fatores associados à ocorrência da infecção canina pode ser útil para o direcionamento das ações de prevenção e controle, além de contribuir para uma maior compreensão da dinâmica da doença em meio urbano visto que este é considerado o principal reservatório da doença nestas áreas.

Neste estudo, as variáveis de nível individual e domiciliar não foram capazes de explicar a ocorrência de infecção canina por *L. chagasi*. Entretanto, a análise de fatores ambientais relacionados a esta infecção foi capaz de apontar uma maior chance de encontrar cães soropositivos vivendo em áreas urbanas de menor infraestrutura e uma maior taxa de soropositividade canina em áreas urbanas cobertas por vegetação pouco densa que favorece a manutenção do vetor.

Da mesma forma, o atual padrão espacial de maior concentração de cães soropositivos em relação aos soronegativos, ocorre em bairros caracterizados por apresentar baixa infraestrutura e áreas de vegetação esparsa.

A distância espacial encontrada entre casos humanos e cães soropositivos em relação àquela encontrada entre casos humanos e cães soronegativos indica a necessidade de novos estudos que se utilizem um maior tamanho amostral, a fim de testar esta relação espacial.

Contudo, sabendo-se que o processo de transmissão da doença é dinâmico, a principal limitação deste estudo está no fato de não serem incorporadas medidas de dispersão do vetor e dos cães em suas análises. Nesse sentido, novos estudos que incluam diferentes tamanhos de grades baseados na biologia do vetor e do reservatório urbano da LVA podem ser úteis no sentido de elucidar questões remanescentes.

O ciclo de transmissão da doença em Teresina provavelmente reflete a probabilidade de contato entre vetores, reservatórios e indivíduos susceptíveis em áreas peridomiciliares de localidades urbanas menos consolidadas existentes nos bairros da cidade, e a utilização de sensoriamento remoto, de sistemas de informação geográfica e da análise estatística de dados espaciais foi capaz de contribuir para um maior entendimento sobre a ocorrência da LVA no município.

## REFERÊNCIAS

ABRANCHES, P; SILVA-PEREIRA, M C; CONCEIÇÃO-SILVA, F M; SANTOS-GOMES, G M; JANZ, J G. Canine leishmaniasis: pathological and ecological factors influencing transmission of infection. **Journal Of Parasitology**, 77 (4): 557-561. 1991.

ALENCAR, J E. Leishmaniose visceral no novo mundo. **Publicação Médica**, 196: 71-85. 1956.

ALENCAR, J E; NEVES, J; DIETZE, R. Leishmaniose visceral. In: VERONESI, R. **Doenças infecciosas e parasitárias**. São Paulo: Guanabara Koogan, 1991. p. 706-717.

ALMEIDA, A B P F; FARIA, R P; PIMENTEL, M F A; DAHROUG, M A A; TURBINO, N C M R; SOUSA, V R F. Inquérito soropidemiológico de leishmaniose canina em áreas endêmicas de Cuiabá, Estado de Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 42 (2): 156-159. 2009.

ALMEIDA, A S; MEDRONHO, R A; VALENCIA, L I O. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, 43 (4): 666-673. 2009.

ALMEIDA, A S; MEDRONHO, R A; WERNECK, G L. Identification of Risk Areas for Visceral Leishmaniasis in Teresina, Piauí State, Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 84 (5): 681–687. 2011.

ALVAR, J; YACTAYO, S; BERN, C. Leishmaniasis and Poverty. **Trends in Parasitology**, 22 (12): 552-557. 2006.

ALVES, W A; BEVILACQUA, P D. Reflexões sobre a qualidade do diagnóstico da leishmaniose visceral canina em inquéritos epidemiológicos: o caso da epidemia de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1993-1997. **Cadernos de Saúde Pública**, 20 (1): 259-265. 2004.

ANDRADE, A M; QUEIROZ, L H; NUNES, G R; PERRI, S H; NUNES, C M. Dog replacement in an area endemic for visceral leishmaniasis. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 40: 594-595. 2007.

ANDRADE, V L G. **Características epidemiológicas da hanseníase em área urbana: município de São Gonçalo**. 1990. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1990.

APARÍCIO, C; BITENCOURT, M D. Modelagem espacial de zonas de risco da leishmaniose tegumentar americana. **Revista de Saúde Pública**, 38 (4): 511-516. 2004.

ARAGÃO, L V O; DOURADO, J C L; PACHECO, J J. Leishmaniose visceral em Teresina, PI, 1995 – 2006: avaliação da eliminação de cães soropositivos como medida de controle. **Anais do Congresso Brasileiro de Veterinária**. 2008.

ARIAS, J R; MONTEIRO, P S; ZICKER, F. The Reemergence of Visceral Leishmaniasis in Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, 146 (2): 145-146. 1996.

ASHFORD, D A; DAVID, J R; FREIRE, M; DAVID, R; SHERLOCK, I; EULÁLIO, M C; SAMPAIO, D P; BADARÓ, R. Studies on control of visceral leishmaniasis: impact of dog control on canine and human visceral leishmaniasis in Jacobina, Bahia, Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 59: 53-57. 1998.

AZEVEDO, M A A; DIAS, A K K; PAULA, H B; PERRI, S H V; NUNES, C M. Avaliação Da Leishmaniose Visceral Canina Em Poxoréo, Estado Do Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 17 (3): 123-127. 2008.

BAATZ, M; SCHÄPE, A. Multiresolution segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: STROBL, J; BLASCHKE, T. **Angewandte Geographische Informations Verarbeitung XII (Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg)**. Karlsruhe: Herbert Wichmann Verlag, 2000. p. 12-23.

BADARÓ, R; JONES, T C; LOURENÇO, R; CERF, B J; SAMPAIO, D; CARVALHO, E M; ROCHA, H; TEIXEIRA, R; JOHNSON JÚNIOR, W D. A prospective study of visceral leishmaniasis in endemic area of Brazil. **Journal Infectious Diseases**, 154: 639-649. 1986.

BAILEY, T C. Spatial statistical methods in health. **Cadernos de Saúde Pública**, 17 (5): 1083-1098. 2001.

BAILEY, T C; GATRELL, A C. **Interactive Spatial Data Analysis**. Londres: Longman Scientific and Technical, 1995. 413p.

BARBOSA, D C P M; GOMES NETO, C M B; LEAL, D C; BITTENCOURT, D V; CARNEIRO, A J B; SOUZA, B M P; OLIVEIRA, L S; JULIÃO, F S; SOUZA, V M M; FRANKE, C R. Estudo de coorte em áreas de risco para leishmaniose visceral canina, em municípios da Região Metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 7 (2): 152-163. 2006.

BARBOSA, D S; ROCHA, A L; SANTANA, A A; SOUZA, C S F; DIAS, R A; COSTA-JÚNIOR, L M; ABREU-SILVA, A L. Soroprevalência e variáveis epidemiológicas associadas à leishmaniose visceral canina em área endêmica no município de São Luís, Maranhão, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, 11 (3): 653-659. 2010.

BARBOSA, D S. **Distribuição espacial e definição de áreas prioritárias para vigilância da leishmaniose visceral no município de São Luís, Maranhão, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2011.

BARCELLOS, C; RAMALHO, W M; ALVES, W; MAIA, A N. Surveillance and monitoring of disease outbreaks in rural areas: systematization of low cost GIS techniques. **Veterinaria italiana**, 43: 501-505. 2007.

BARCELLOS, C; SABROZA, P C; PEITER, P; ROJAS, L I. Organização espacial: saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. **Informativo Epidemiológico do SUS**, 11 (3): 129-138. 2002.

BARCELLOS, C; BASTOS, F I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Cadernos de Saúde Pública**, 12: 389-397. 1996.

BARRERA, R; DELGADO, N; JIMENEZ, M; VILLALOBOS, I; ROMERO, I. Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. **Revista Panamericana Salud Pública**, 8 (4): 225-233. 2000.

BAVIA, M E; CARNEIRO, D D M T; GURGEL, H C; MADUREIRA FILHO, C; BARBOSA, M G R. Remote sensing and geographic information systems and risk of american visceral leishmaniasis in Bahia, Brazil. **Parassitologia**, 47 (1): 165-169. 2005.

BAVIA, M E; MALONE, J B; HALE, L; DANTAS, A; MARRONI, L; REIS, R. Use of thermal and vegetation index data from earth observing to evaluate the risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil. **Acta Tropica**, 79 (1): 79-85. 2001.

BAVIA, M E; RIBEIRO, F S; MARTINS, M S; CARDIM, L L; SILVA, M M N; CARNEIRO, D D M T. Geotecnologias na identificação de fatores ambientais relacionados à ocorrência da leishmaniose visceral americana em Conde, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 12 (4): 949-960. 2011.

BECK, L R; LOBITZ, B M; WOOD, B L. Remote sensing and human health: new sensors and new opportunities. **Emerging Infectious Diseases**, 6 (3): 217-226. 2000.

BECK, L R; RODRIGUEZ, M H; DISTER, S W; RODRIGUEZ, A D; WASHINO, R K; ROBERTS, D R; SPANNER, M A. Assessment of a remote sensing based model for predicting malaria transmission of Chiapas, Mexico. **American Journal of Tropical and Medical Parasitology**, 28: 99-106. 1997.

BELO, V S; WERNECK, G L; BARBOSA, D S; SIMÕES, T C; NASCIMENTO, B W L; SILVA, E S; STRUCHINER, C J. Factors Associated with Visceral Leishmaniasis in the Americas: A Systematic Review and Meta-Analysis. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 7 (4): e2182. 2013.

BEN-AHMED, K; AOUN, K; JEDDI, F; GHRAB, J; EL-AROUÏ, M A; BOURATBINE, A. Visceral leishmaniasis in Tunisia: spatial distribution and association with climatic factors. **American Journal of Tropical Medical Hygiene**, 81 (1): 40-45. 2009.

BERN, C; HIGHTOWER, A W; CHOWDHURY, R; ALI, M; AMANN, J; WAGATSUMA, Y; HAQUE, R; KURKJIAN, K; VAZ, L E; BEGUM, M; AKTER, T; CETRE-SOSSAH, C B; AHLUWALIA, I B; DOTSON, E; SECOR, W E; BREIMAN, R F; MAGUIRE, J H. Risk factors for Kala-azar in Bangladesh. **Emerging Infectious Diseases**, 11 (5): 655-662. 2005.

BERN, C; MAGUIRE, J H; ALVAR, J. Complexities of assessing the disease burden attributable to leishmaniasis. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, 2 (10): 1-8. 2008.

BEVILACQUA, P D; PAIXÃO, H H; MODENA, C M. Urbanização da leishmaniose visceral em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 53: 1-8. 2001.

BIGELI, J G; OLIVEIRA JR, W P; TELES, N M M. Diagnosis of *Leishmania (Leishmania) chagasi* infection in dogs and the relationship with environmental and sanitary aspects in the municipality of Palmas, state of Tocantins, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 45 (1): 18-23. 2012.

BONFIM, C; MEDEIROS, Z. Epidemiologia e geografia: dos primórdios ao geoprocessamento. **Revista Espaço para a Saúde**, 10 (1): 53-62. 2008.

BORGES, B K; SILVA, J A; HADDAD, J P; MOREIRA, E C; MAGALHÃES, D F; RIBEIRO, L M; FIUZA, V O. Assessment of knowledge and preventive attitudes concerning visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (4): 777-784. 2008.

BOULOS M. Doenças emergentes e reemergentes no Brasil. **Ciência Hoje**, 39: 58-60. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. 2. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007. 180 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006. 120 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. 7. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2009. 816 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Boletim Epidemiológico: Evolução Temporal das Doenças de Notificação Compulsória no Brasil de 1980 a 1998**. Edição especial: Ano III. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 1999. p. 1-2.

CABRERA, M A A; PAULA, A A; CAMACUON, L A B; MARZOCHI, M C A; XAVIERI, S C, SILVA, A V M; JANSENI, A M. Canine visceral leishmaniasis in Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brazil: Assessment of risk factors. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 45 (221): 79-83. 2003.

CALDAS, A J M; COSTA, J M L; SILVA, A A M; VINHAS, V; BARRAL, A. Risk factors associated with asymptomatic infection by *Leishmania chagasi* in north-east Brazil. **Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 96 (1): 21-28. 2002.

CALDAS, A J M; SILVA, D R C; PEREIRA, C C R; NUNES, P M S; SILVA, B P; SILVA, A A M; BARRAL, A; COSTA, J M L. Infecção por *Leishmania (Leishmania) chagasi* em crianças de uma área endêmica de leishmaniose visceral americana na Ilha de São Luís – MA, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 34 (5): 15-21. 2001.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A M; FUCKS, S D; CARVALHO, M S. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S; CARVALHO, M S; CÂMARA, G; MONTEIRO, A V M (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA. 2004. p. 1-26.

CAMARGO, E P. Doenças Tropicais. **Estudos Avançados**, 22 (64): 95-110. 2008.

CAMARGO-NEVES, V L F. **Aspectos epidemiológicos e avaliação das medidas de controle da leishmaniose visceral americana no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

CAMARGO-NEVES, V. L. F. Vigilância entomológica e controle de vetores da leishmaniose visceral americana. **Consulta de expertos OPS/OMS sobre leishmaniose visceral em Las Américas - Informe final**, 85-8. 2005.

CAMARGO-NEVES, V L; KATZ, G; RODAS, L A; POLETTO, D W; LAGE, L C; SPINOLA, R M; CRUZ, O G. Utilização de ferramentas de análise espacial na vigilância epidemiológica de leishmaniose visceral americana - Araçatuba, São Paulo, Brasil, 1998-1999. **Cadernos de Saúde Pública**, 17 (5): 1263-1267. 2001.

CARNEIRO, D. D. M. T. **Geoprocessamento e análise espacial de varredura no estado-da-arte da leishmaniose visceral americana na região centro-leste da Bahia, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Bahia. 2007.

CARNEIRO, D D M T; BAVIA, M E; ROCHA, W; LOBÃO, J; MADUREIRA FILHO, C; OLIVEIRA, J B; SILVA, C E; BARBOSA, M G; RIOS, R B. Identificação de áreas de risco para a leishmaniose visceral americana, através de estudos epidemiológicos e sensoriamento remoto orbital, em Feira de Santana, Bahia, Brasil (2000-2002). **Revista Baiana de Saúde Pública**, 28 (1): 19-32. 2004.

CARVALHO, M S; PINA, M F; SANTOS, S M. **Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicados a saúde**. Brasília: Organização Panamericana da Saúde, 2000. 121p.

CARVALHO, M S; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em epidemiologia: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, 21 (2): 361-378. 2005.

CERBINO-NETO, J; WERNECK, G L; COSTA, C H N. Factors associated with the incidence of urban visceral leishmaniasis: an ecological study in Teresina, Piauí State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 25 (7): 1543-1551. 2009.



CLARKE, K C; MCLAFFERTY, S L; TEMPALSKI, B L. On epidemiology and geographic information systems: a review and discussion of future directions. **Emerging Infectious Diseases**, 2: 85-92. 1996.

CORREIA, V R M; MONTEIRO, A M V; CARVALHO, M S; WERNECK, G L. Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas. **Cadernos de Saúde Pública**, 23 (5): 1015-1028. 2007.

CORREIA, V R M; TASSINARI, W S; CARVALHO, M S; WERNECK, G L. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à endemia de leishmaniose visceral em Teresina. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2629-2636. 2005.

CORREIA, V R M; CARVALHO, M S; SABROZA, P C; VASCONCELOS, C H. Remote sensing as tool to survey endemic diseases in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 20 (4): 1-32. 2004.

CORREA ANTONIALLI, S A; TORRES, T G; PARANHOS FILHO, A C; TOLEZANO, J E. Spatial analysis of american visceral leishmaniasis in Mato Grosso do Sul State, Central Brazil. **Journal of Infection**, 54 (5): 509-514. 2007.

COSTA, C H N. How effective is dog culling in controlling zoonotic visceral leishmaniasis? A critical evaluation of the science, politics and ethics behind this public health policy. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 44 (2): 232-242. 2011.

COSTA, C H N. Characterization and speculations on the urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 24: 2959-2963. 2008.

COSTA, M A; SCHRERRER, L R; ASSUNÇÃO, R M. Detecção de conglomerados espaciais com geometria arbitrária. **Informática Pública**, 8 (1): 17-29. 2006.

COSTA, C H N; TAPETY, C M M; WERNECK, G L. Controle da leishmaniose visceral em meio urbano: estudo de intervenção randomizado fatorial. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 40 (4): 415-419. 2007.

COSTA, C H N; WERNECK, G L; RODRIGUES JR, L; SANTOS, M V; ARAÚJO, I V; MOURA, L S; MOREIRA, S; GOMES, R B B; LIMA, S S. Household structure and urban services: neglected targets in the control of visceral leishmaniasis. **Annals of Tropical Medicine and Parasitology**, 99 (3): 229-236. 2005.

COSTA, J M L. Epidemiologia das leishmanioses no Brasil. **Gazeta Médica da Bahia**, 75 (1): 3-17. 2005.

COSTA, C H N; PEREIRA H F; ARAÚJO, V A. Epidemia de leishmaniose visceral no estado do Piauí, Brasil, 1980 – 1986. **Revista de Saúde Pública**, 24: 361-371. 1990.

COUTINHO, S G; NUNES, M P; MARZOCHI, M C A; TRAMONTANO, N. A survey for american cutaneous and visceral leishmaniasis among 1,342 dogs from areas in

Rio de Janeiro (Brazil) where the human diseases occur. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 80 (1): 17-22. 1985.

COURA-VITAL, W; MARQUES, M J; VELOSO, V M; ROATT, B M; AGUIAR-SOARES, R D; REIS, L E S; BRAGA, S L; MORAIS, M H F; REIS, A B; CARNEIRO, M. Prevalence and Factors Associated with *Leishmania infantum* Infection of Dogs from an Urban Area of Brazil as Identified by Molecular Methods. **PLoS Neglected Tropical Disease**, 5 (8): e1291. 2011.

COURTENAY, O; QUINNELL, R J; GARCEZ, L M; SHAW, J J; DYE, C. Infectiousness in a cohort of Brazilian dogs: why culling fails to control visceral leishmaniasis in areas of high transmission. **Journal of Infectious Diseases**, 186: 1314-1320. 2002.

CRESSIE, N. **Statistics for Spatial Data - Wiley Series in Probability and Statistics**. Estados Unidos: Revised Edition, 1993. 928p.

CROSS, E R; HYAMS, K C. The potential effect of global warming on the geographic and seasonal distribution of *Phlebotomus papatasi* in Southwest Asia. **Environmental Health Perspective**, 104: 724-727. 1996.

CUNHA, S; FREIRE, M; EULÁLIO, C; CRISTÓVÃO, J; NETTO, E; JOHNSON, W D JR; REED, S G; BADARÓ, R. Visceral leishmaniasis in a new ecological niche near a major metropolitan area of Brazil. **Transactions of Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 89 (2): 155-158. 1995.

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

DANTAS-TORRES, F; BRANDÃO-FILHO, S P. Expansão geográfica da leishmaniose visceral no estado de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 39 (4): 352-356. 2006.

DEANE, M. Leishmaniose visceral no Brasil. **Serviço de Educação Sanitária**, 1956.

DEANE, L M; DEANE, M P. Visceral leishmaniasis in Brazil: geographical distribution and transmission. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 4: 108-212. 1962.

DEANE, L M; DEANE, M P. Encontro de leishmânias nas vísceras e na pele de uma raposa, em zona endêmica de calazar, nos arredores de Sobral, Ceará. **Hospital**, 45: 419-421. 1954.

DESJEUX, P. Leishmaniasis: current situation and new perspectives. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, 27: 305-318. 2004.

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

DE PAULA, A A; SILVA, A V; FERNANDES, O; JANSEN, A M. The use of immunoblot analysis in the diagnosis of canine visceral leishmaniasis in an endemic area of Rio de Janeiro. **Journal of Parasitology**, 89: 832-863. 2003.

DE PIETRI, D E; GARCIA, S; RICO, O. Geospatial models for local health surveillance. **Revista Panamericana de Salud Publica**, 23 (6): 394-402. 2008.

DIETZE, R; BARROS, G B; TEIXEIRA, I; HARRIS, J; MICHELSON, K; FALQUETO, A; COREY, R. Effect of eliminating seropositive canines on the transmission of visceral leishmaniasis. **Clinical Infectious Diseases**, 25: 1240-1242. 1997.

DISTER, S W; FISH, D; BROS, S M; FRANK, D H; WOOD, B L. Landscape characterization of peridomestic risk for Lyme disease using satellite imagery. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 57: 687-692. 1997.

DOS SANTOS, S O; ARIAS, J R; RIBEIRO, A A; HOFFMANN, M P; FREITAS, R A; MALACCO, M A F. Incrimination of *Lutzomyia cruzi* as a vector of American visceral leishmaniasis. **Medical and Veterinary Entomology**, 12: 315-317. 1998.

DUTRA E SILVA, J G; WERNECK, G L; CRUZ, M S P; COSTA, C H N; MENDONÇA, I L Infecção natural de *Lutzomyia longipalpis* por *Leishmania* sp em Teresina, Piauí, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 23 (7): 1715-1720. 2007.

EVANS, T G; TEIXEIRA, M J; MCAULIFFE, I T; VASCONCELOS, I A B; VASCONCELOS, A W; SOUSA, A Q; LIMA, J W O; PEARSON, R D. Epidemiology of visceral leishmaniasis in Northeast Brazil. **The Journal of Infectious Diseases**, 166: 1124-1132. 1992.

FERNANDES, A B. **Aspectos ambientais associados à prevalência de infecção canina por *Leishmania chagasi* em Teresina: estudo caso-controle utilizando sistema de informação geográfico e sensoriamento remoto.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

FERREIRA, M U. Epidemiologia e geografia: o complexo patogênico de Max Sorre. **Cadernos de Saúde Pública**, 7 (3): 301-309. 1991.

FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro). **Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal.** Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/ifdm/>>. Acesso em 2011.

FLANDERS, D; HALL-BEYER, M; PEREVERZOFF, J. Preliminary evaluation of eCognition object-based software for cut block delineation and feature extraction. **Canadian Journal of Remote Sensing**, 29 (4): 441-452. 2003.

FORATTINI, O P F. **Ecologia, epidemiologia e sociedade.** São Paulo: Artes Médicas (EDUSP), 1992. 710p.

FRANÇA-SILVA, J C; DA COSTA, R T; SIQUEIRA, A M; MACHADO-COELHO, G L L; DA COSTA, C A; MAYRINK, W; VIEIRA, E P; COSTA, J S; GENARO, O; NASCIMENTO, E. Epidemiology of canine visceral leishmaniasis in the endemic area

of Montes Claros municipally, Minas Gerais State, Brazil. **Veterinary Parasitology**, 111: 161-173. 2003.

FRANKE, C R; STAUBACH, C; ZILLER, M; SCHLUTER, H. Trends in the temporal and spatial distribution of visceral and cutaneous leishmaniasis in the state of Bahia, Brazil, from 1985 to 1999. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 96: 236-241. 2002.

GALATI, E A B; NUNES, V L B; BOGGIANI, P C; DORVAL, M E C; CRISTALDO, G; ROCHA, H C; OSHIRO, E T; GONÇALVES-DE-ANDRADE, R M; NAUFEL, G. Phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in caves of the Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 47 (2): 283-296. 2003.

GAMA, M E A; COSTA, J M L; GOMES, C M C; CORBETT, C E P. Subclinical form of the american visceral leishmaniasis. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 99 (8): 889-893. 2004.

GAMA, M E A; BARBOSA, J S; PIRES, B; CUNHA, A K B; FREITAS, A R; RIBEIRO, I R; COSTA, J M L. Avaliação do nível de conhecimento que populações residentes em áreas endêmicas têm sobre leishmaniose visceral, Estado do Maranhão. **Cadernos de Saúde Pública**, 14 (2): 381-390. 1998.

GENARO, O. Leishmaniose visceral americana. In: NEVES, D P. **Parasitologia Humana**. São Paulo: Atheneu, 1995. p. 64-81.

GIUNCHETTI, R C; MAYRINK, W; GENARO, O; CARNEIRO, C M; CORRÊA-OLIVEIRA, R; MARTINS-FILHO, O A; MARQUES, M J; TAFURI, W L; REIS, A B. Relationship between canine visceral leishmaniosis and the *Leishmania (Leishmania) chagasi* burden in dermal inflammatory foci. **Journal of Comparative Pathology**, 135: 100-107. 2006.

GOMES, A C. Vigilância entomológica. **Informe Epidemiológico do SUS**, 11 (2): 79-90. 2002.

GOMES, A C; BITENCOURT, M D; NATAL, D; PINTO, P L S; MUCCI, L F; PAULA, M B; UBIRNATTI, P R; BARATA, J M S. *Aedes albopictus* em área rural do Brasil e implicações na transmissão da febre amarela silvestre. **Revista de Saúde Pública**, 33: 95-97. 1999.

GONTIJO, C M F; MELO, M N. Leishmaniose visceral no Brasil: quadro atual, desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 7 (3): 338-349. 2004.

GOUVEA, M V; WERNECK, G L; COSTA, C H; CARVALHO, F A A. Factors associated to Montenegro skin test positivity in Teresina, Brazil. **Acta Tropica**, 104 (2-3): 99-107. 2007.

GREEN, R M; HAY, S I. The potential of pathfinder AVHRR data for providing surrogate climatic variables across Africa and Europe for epidemiological applications. **Remote Sensing of the Environment**, 79 (2-3): 166-175. 2002.

GUERRA, M; WALKER, E; JONES, C; PASKEWITZ, S; CORTINAS, M R; STANCIL, A; BECK, L; BOBO, M; KITRON, U. Predicting the risk of Lyme disease: habitat suitability for *Ixodes scapularis* in the North Central United States. **Emerging Infectious Diseases**, 8: 289-295. 2002.

GURGEL, H C; BAVIA, M E; CARNEIRO, D D M T; SILVA, C E P; MADUREIRA-FILHO, C; RIOS, R B; BARBOSA, M G R A. A contribuição do NDVI para o estudo da leishmaniose visceral americana, no interior da Bahia. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 12: 2673-2680. 2005.

HIPPOCRATES (traduzido por Francis Adams). On airs, waters and places (classics revisited – 40 BCE). **Hygeia**, 2 (3): 1-12. 2006.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2011**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2011/>>. Acesso em: 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Área Territorial Oficial (2002)**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm)>. Acesso em: 2011.

JERÔNIMO, S M B; OLIVEIRA, R M; MACKAY, S; COSTA, R M; SWEET, J; NASCIMENTO, E T; LUZ, K G; FERNANDES, M Z; JERNIGAN, J; PEARSON, R D. An urban outbreak of visceral leishmaniasis in Natal, Brazil. **The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 88: 386-388. 1994.

KALLURI, S; GILRUTH, P; ROGERS, D; SZCZUR, M. Surveillance of arthropod vector-borne infectious diseases using remote sensing techniques: a review. **PLoS Pathogens**, 3 (10): 1361-1371. 2007.

KESARI, S; BHUNIA, G S; KUMAR, V; JEYARAM, A; RANJAN, A; DAS, P. A comparative evaluation of visceral leishmaniasis (kala-azar) in India with ground survey and space technology. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 106 (5): 515-523. 2011.

KILLICK-KENDRICK, R. New strategies for control forum: vector control. In: HART, D. T. (ed). **Leishmaniasis: the current status and new strategies for control - Nato Science Series A: Closed (Livro 11)**. Londres: Springer, 1989. p. 821-822.

KITRON, U; KASMIERCZAK, J J. Spatial analysis of the distribution of Lyme disease in Wisconsin. **American Journal of Epidemiology**, 145: 558-566. 1997.

- KITRON, U; OTIENO, L H; HUNGERFORD, L L; ODULAJA, A; BRIGHAM, W U; OKELLO, O O; JOSELYN, M; COOK, E; MOAMED-AHMED, M M. Spatial Analysis of the distribution of TseTse flies in the Lambwe Valley, Kenya, using Landsat TM Satellite Imagery and GIS. **Journal of Animal Ecology**, 65: 371-380. 1996.
- LAINSON, R; SHAW J J. New World leishmaniasis. In: COX, F E G; KREIER, J P; e WAKELIN, D (eds). **Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections Parasitology**. Londres: Arnold, 2005. p. 313-349.
- LAINSON, R; DYE, C; SHAW, J J; MACDONALD, D W; COURTENAY, O; SOUZA A A; SILVEIRA, F T. Amazonian visceral leishmaniasis - distribution of the vector *Lutzomyia longipalpis* (Lutz and Neiva) in relation to the fox *Cerdocyon thous* (Linn.) and the efficiency of this reservoir host as a source of infection. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 85: 135-137. 1990.
- LAINSON, R; SHAW, J J. Some reservoir-hosts of *Leishmania* in wild animals of Mato Grosso State, Brazil. Two distinct strains of parasites isolated from man and rodents. **Transactions of the Royal Society Tropical Medicine Hygiene**, 63: 408-409. 1969.
- MACHADO, J P; OLIVEIRA, R M; SOUZA-SANTOS, R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 25 (5): 10. 2009.
- MAGUIRE, J H; COSTA, C H; LAMONIERE, D. Application of remote sensing and geographical information systems (GIS): A new technology to study the transmission of *Leishmania Chagasi* in Teresina, Piauí, Brazil. **Symposium on Remotely Sensing the Patterns of Infectious Disease – NASA**, 5. 1996.
- MAIA-ELKHOURY, A N; ALVES, W A; SOUSA-GOMES, M L; SENA, J M; LUNA, E A. Visceral leishmaniasis in Brazil: trends and challenges. **Cadernos de Saúde Pública** 24 (12): 2941-2947. 2008.
- MALLA, N; MAHAJAN, R C. Pathophysiology of visceral leishmaniasis - some recent concepts. **Indian Journal of Medical Research**, 123 (3): 267-274. 2006.
- MALONE, J B; ABDEL-RAHMAN, M S; EL-BAHY, M M; HUH, O K; SHAFIK, M; BAVIA, M E. Geographic information systems and the distribution of *Schistosoma mansoni* in the Nile Delta. **Parasitology Today**, 13: 112-119. 1997.
- MARGONARI, C; FREITAS, C R; RIBEIRO, R C; MOURA, A C M; TIMBÓ, M; GRIPP, A H; PESSANHA, J E; DIAS, E S. Epidemiology of visceral leishmaniasis through spatial analysis, in Belo Horizonte municipality, state of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 101 (1): 31-38. 2006.
- MARSHALL, R J. A review of methods for the statistical analysis of spatial patterns of disease. **Journal of the Royal Statistical Society**, 154: 421-441. 1991.

MARTELLI, C M T; MORAES NETO, O L; ANDRADE, A L S S; SILVA, S A; SILVA, I M; ZICKER, F. Spatial patterns of leprosy in an urban area in Central Brazil. **Bulletin of the World Health Organization**, 73: 315-319. 1995.

MARZOCHI, M C A; MARZOCHI, K B F. Tegumentary and visceral leishmaniasis in Brazil anthropozoonosis and possibilities for their control. **Cadernos de Saúde Pública**, 10: 359-375. 1994.

MARZOCHI, M C A; COUTINHO, S G; SABROZA, P C; SOUZA, M A; SOUZA, P P; TOLEDO, L M; FILHO, F B R. Leishmaniose visceral na cidade do Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, 1 (1): 5-17. 1985.

MCLAFFERTY, S L. GIS and health care. **Annual Review of Public Health**, 24: 25-42. 2003.

MEDRONHO, R A; WERNECK, G L. Técnicas de análise espacial em saúde. In: MEDRONHO, R. A. (ed). **Epidemiologia**. São Paulo: Ateneu, 2002. p. 427-436.

MESTRE, G L C; FONTES, C J F. A expansão da epidemia da leishmaniose visceral no estado de Mato Grosso, 1998-2005. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 40 (1): 42-48. 2007.

MIRANDA, C; MASSA, J L; MARQUES, C C. A. Análise na ocorrência de leishmaniose tegumentar americana através de imagem obtida por sensoriamento remoto orbital em localidade urbana na região sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, 30 (5): 433-437. 1996.

MIRANDA, J C; REIS, E; SCHRIEFER, A; GONÇALVES, M; REIS, M G; CARVALHO, L. Frequency of infection of *Lutzomyia* phlebotomines with *Leishmania braziliensis* in a Brazilian endemic area as assessed by pinpoint capture and polymerase chain reaction. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 97: 185-188. 2002.

MONTEIRO, E M; SILVA, J C F; COSTA, R T; COSTA, D C; BARATA, R A; PAULA, E V; MACHADO-COELHO, G L L; ROCHA, M F; FORTES-DIAS, C L; DIAS, E S. Leishmaniose visceral: estudo de flebotomíneos e infecção canina em Montes Claros, Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 38 (2): 147-152. 2005.

MORAES-CORREIA, V R; MONTEIRO, A M V; CARVALHO, M S; WERNECK, G L. Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas. **Cadernos de Saúde Pública**, 23 (5): 1015-1028. 2007.

MOREIRA JR, E D; SOUZA JR, V M M; SREENIVASAN, M; LOPES, N L; BARRETO, R B B; CARVALHO, L P. Peridomestic risk factors for canine leishmaniasis in urban dwellings: new findings from a prospective study in Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 69 (4): 393-397. 2003.

MOREIRA JR, E D; MENDES DE SOUZA, V M; SREENIVASAN, M; NASCIMENTO, E G; PONTES, C L. Assessment of an optimized dog-culling program in the

dynamics of canine *Leishmania* transmission. **Veterinary Parasitology**, 122: 245-252. 2004.

MORENO, J; ALVAR J. Canine Leishmaniasis: epidemiological risk and experimental model. **Trends Parasitology**, 18: 399-405. 2002.

MORENO, E C; MELO, M N; GENARO, O; LAMBERTUCCI, J R; SERUFO, J C; ANDRADE, A S R; ANTUNES, C M F; CARNEIRO, M. Risk factors for *Leishmania chagasi* infection in an urban area of Minas Gerais State. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 38 (6): 456-463. 2005.

MORRISON, A C; GETIS, A; SANTIAGO, M; RIGAU-PEREZ, J G; REITER, P. Exploratory space-time analysis of reported dengue cases during an outbreak in Florida, Puerto Rico, 1991 - 1992. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 58 (3): 287-298. 1998.

MOURA, S T. Diagnóstico de leishmaniose canina na área urbana do município do Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 36 (113): 101-102. 1999.

MURRAY, H W; BERMAN, J D; DAVIES, C R; SARAVIA, N G. Advances in leishmaniasis. **The Lancet**, 366: 1561-1577. 2005.

NASCIMENTO, E G. O uso da informação geo-referenciada para a vigilância da leishmaniose visceral: experiência do município de Jequié-Bahia-Brasil. **Consulta de expertos OPS/OMS sobre leishmaniasis visceral em Las Américas**, 137-138. 2005.

NASCIMENTO, E L T; MARTINS, D R; MONTEIRO, G R; BARBOSA, J D; XIMENES, M F F M; MACIEL, B L; DUARTE, I; JERÔNIMO, S M B. Forum: geographic spread and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. Postscript: new challenges in the epidemiology of *Leishmania chagasi* infection. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2964-2967. 2008.

NICHOLSON, M; MATHER, T N. Methods for evaluating Lyme disease risks using geographic information systems and geospatial analysis. **Journal of Medical Entomology**, 33 (5): 711-720. 1996.

NIETO, P; MALONE, J B; BAVIA, M E. Ecological niche modeling for visceral leishmaniasis in the state of Bahia, Brazil, using genetic algorithm for rule-set prediction and growing degree day-water budget analysis. **Geospatial Health**, 1: 115-126. 2006.

NUNES, C M; LIMA, V M; PAULA, H B; PERRI, S H; ANDRADE, A M; DIAS, F E; BURATTINI, M N. Dog culling and replacement in an area endemic for visceral leishmaniasis in Brazil. **Veterinary Parasitology**, 153: 19-23. 2008.

OLIVEIRA, A G; GALATI, E A B; OLIVEIRA, O; OLIVEIRA, G R; ESPINDOLA, I A C; DORVAL, M E C; BRAZIL, R P. Abundance of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) and urban transmission of visceral leishmaniasis in



Campo Grande, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 101 (8): 869-874. 2006.

OLIVEIRA, C D; ASSUNÇÃO, E M; REIS, I A; PROIETTI, F A. Spatial distribution of human and canine visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil, 1994-1997. **Cadernos de Saúde Pública**, 17 (5): 1231-1239. 2001.

OLIVEIRA, C D L; MORAIS, M H F; MACHADO-COELHO, G L L. Visceral leishmaniasis in large Brazilian cities: challenges for control. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2953-2958. 2008.

OLIVEIRA, E F; SILVA, E A; CASARIL, A E; FERNANDES, C E S; PARANHOS FILHO, A C; GAMARRA, R M; RIBEIRO, A A; BRAZIL, R P; OLIVEIRA A G. Behavioral Aspects of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Urban Area Endemic for Visceral Leishmaniasis. **Journal of Medical Entomology**, 50 (2): 277-284. 2013.

OLIVEIRA, L C P; ARAÚJO, R R; ALVES, C R; MOUTA-CONFORT, E; LÓPEZ, J A; MENDONÇA-LIMA, F W. Seroprevalence and risk factors for canine visceral leishmaniasis in the endemic area of Dias D'Ávila, State of Bahia, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 43 (4): 400-404. 2010.

OLIVEIRA, S S; ARAÚJO, T M. Avaliação das Ações de Controle da Leishmaniose Visceral (calazar) em uma Área Endêmica do Estado da Bahia, Brasil (1995-1999). **Cadernos de Saúde Pública**, 19 (6): 1681-1690. 2003.

OMUMBRO, J; OUMA, J; RAUODA, B; CRAIG, M H; SUEUR, D; SNOW, R W. Mapping malaria transmission intensity using geographical information systems (GIS): an example from Kenya. **Annals of Tropical Medicine and Parasitology**, 92 (1): 7-21. 1998.

OPAS (Organização Panamericana de Saúde). **Doenças infecciosas e parasitárias**. Disponível em <<http://www.cedoc-opas.bvs.br>>. Acesso em: 2011.

OZENSOY, S; OZBEL, Y; TURGAY, N; ALKAN, M Z; GUL, K; GILMAN-SACHS, A; CHANG, K P; REED, S G; OZCEL, M A. Serodiagnosis and epidemiology of visceral leishmaniasis in Turkey. **American Journal of Tropical Medicine Hygiene**, 59 (3): 363-369. 1998.

PALATINIK-DE-SOUSA, C B; SANTOS, W R; FRANÇA-SILVA, J C; COSTA, R T; REIS, A B; PALATINIK, M; MAYRINK, W; GENARO, O. Impact of canine control on the epidemiology of canine and human visceral leishmaniasis in Brazil. **American Journal of Tropical Medicine Hygiene**, 65 (5): 510-517. 2001.

PARANHOS-SILVA, M; FREITAS, L A; SANTOS, W C; GRIMALDI, G J; PONTES-DE-CARVALHO, L C; OLIVEIRA-DOS-SANTOS, A J. A crosssectional serodiagnostic survey of canine leishmaniasis due to *Leishmania chagasi*. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 55: 39-44. 1996.

PARANHOS-SILVA, M; NASCIMENTO, E G; MELRO, M C; OLIVEIRA, G G; DOS SANTOS, W L; PONTES-DE-CARVALHO, L C; OLIVEIRA-DOS-SANTOS, A J. Cohort study on canine emigration and *Leishmania* infection in an endemic area for American visceral leishmaniasis: implications for the disease control. **Acta Tropica**, 69: 75-83. 1998.

PASSOS, V M A; FALCÃO, A L; MARZOCHI, M C A; GONTIJO, C M F; DIAS, E S; BARBOSA-SANTOS, E G O; GUERRA, H L; KATZ, N. Epidemiological aspects of american cutaneous leishmaniasis in a periurban area of the metropolitan region of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 88 (1): 103-110. 1993.

PASTORINO, A C; JACOB, C M A; OSELKA, G W; CARNEIRO-SAMPAIO, M M S. Leishmaniose visceral: aspectos clínicos e laboratoriais. **Jornal de Pediatria**, 78 (2): 120-127. 2002.

PAVLOVSKY, E N. **Natural nidity of transmissible diseases, with special reference to the landscape epidemiology of zoonthroponse**. Chicago: University of Illinois Press. 1966. 257 p.

PELLEGINI, D C P. **Análise espaço-temporal da leptospirose no município do Rio de Janeiro (1995-1999)**. Dissertação (Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2002.

PENNA, H A. Leishmaniose visceral no Brasil. **Brasil Médico**, 48: 949-950. 1934.

PEARSON, R D.; SOUSA, A D Q. Clinical spectrum of leishmaniasis. **Clinical Infectious Diseases**, 22: 1-11. 1996.

PINHO, C M D. **Análise orientada a objetos de imagens de satélite de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos – SP**. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo. 2005.

PINHO, C M D; KUX, H J H; ALMEIDA, C M. **Elaboração de rede semântica para classificação de cobertura do solo de ambientes intra-urbanos: o caso de São José dos Campos – SP, 2007**. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.21.54.40>>. Acesso em: 2011.

PITA-PEREIRA, D; CARDOSO, M A; ALVES, C R; BRAZIL, R P; BRITTO, C. Detection of natural infection in *Lutzomyia cruzi* and *Lutzomyia forattinii* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) by *Leishmania infantum chagasi* in an endemic area of visceral leishmaniasis in Brazil using a PCR multiplex assay. **Acta Tropica**, 107: 66-69. 2008.

POSSAS, C A. Social ecosystem health: confronting the complexity and emergence of infectious diseases. **Cadernos de Saúde Pública**, 17: 17-31. 2001.

PRATA, P. A transição epidemiológica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 8: 168-175. 1992.

QUEIROZ, M J; ALVES, J G; CORREIA, J B. Visceral leishmaniasis: clinical and epidemiological features of children in an endemic area. **Jornal Pediatra**, 80: 141-146. 2004.

RANGEL, E F. Flebótomos transmissores de *Leishmania (L.) Infantum Chagasi* nas Américas e técnicas disponíveis de captura para vigilância entomológica. **Consulta de expertos OPS/OMS sobre leishmaniasis visceral em Las Américas**, 83-84. 2005.

RANGEL, E F; LAISON, R (eds). **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003. 360 p.

RANGEL, E F; VILELA, M L. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2948-2952. 2008.

RANJAN, A; SUR, D; NIYAMAT, A S; SIDDIQUE, B M; LAL, C S; SINHA, P K; KISHORE, K; BHATTACHARYA, S K. Risk factors for Indian Kala-azar. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 73 (1): 74-78. 2005.

RÊBELO, J M M. **Flebótomos vetores das leishmanioses (Manual para técnicos e profissionais da área de saúde)**. São Luis: Universidade Federal do Maranhão, 1999.

RICHARDS, F O. Use of geographic information systems in control programs for onchocerciasis in Guatemala. **Bulletin PAHO**, 27: 52-55. 1993.

RICHARDS, T B; CRONER, C M; RUSHTON, G; BROWN, C K; FOWLER, L. Geographic information systems and public health: mapping the future. **Public Health Reports**, 114: 359-373. 1999.

RINALDI, L; CASCONI, G; SIBIIO, G; MUSELLA, V; TADDEI, R; CRINGOLI, G. I. GIS (Geographical Information Systems) e la tecnologia satellitare nella epidemiologia delle parassitosi. **Parassitologia**, 46: 71-74. 2004.

ROBINSON, T R. Geographic information systems and the selection of priority areas for control of Tsetse-transmitted trypanosomiasis in Africa. **Parasitology Today**, 14 (11): 457-461. 1998.

ROCHA, C H B. **Geoprocessamento - tecnologias transdisciplinar**. Minas Gerais: Do Autor, 2000. 220 p.

RODRIGUES, A.C E. **Características Epidemiológicas e Distribuição Espacial da Enzootia Canina de Leishmaniose Visceral na Cidade de Teresina - Piauí, no período de 2003-2006**. Dissertação (Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2007.

ROGERS, D J. Satellites, space, time and the African trypanosomiasis. **Advances in Parasitology**, 47: 129-171. 2000.

ROGERS, D J; RANDOLPH, S E. Mortality rates and population density of tsetse flies correlated with satellite imagery. **Nature**, 351: 739-741. 1991.

ROMERO, G A S; BOELAERT, M. Control of Visceral Leishmaniasis in Latin America - A Systematic Review. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 4 (1): e584. 2010.

ROSS, R. Notes on HE bodies recently described by Leishman and Donovan. **British Medical Journal**, 1: 1261-1262. 1903.

ROUSE, J W JR; HAAS, R H; DEERING, D W; SCHELL, J A; HARLAN, J C. **Monitoring the Vernal Advancement and retrogradation (Green Wave Effect) of Natural vegetation**. Estados Unidos: College Station, Texas A and M University, 1974. 362p.

RYAN, J R; MBUI, J; RASHID, J R; WASUNNA, M K; KIRIGI, G; MAGIRI, C; KINOTI, D; NGUMBI, P M; MARTIN, S K; ODERA, S O; HOCHBERG, L P; BAUTISTA, C T; CHAN, A S. Spatial clustering and epidemiological aspects of visceral leishmaniasis in two endemic villages, Baringo District, Kenya. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 74 (2): 308-317. 2006.

SANTOS, A; MARÇAL JÚNIOR, O. Geografia do dengue em Uberlândia (MG) na epidemia de 1999. **Caminhos de Geografia**, 3 (11): 35-52. 2004.

SANTOS, H D. **Fatores associados à soropositividade para leishmaniose visceral canina no município de Piraquê, estado do Tocantins, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

SANTOS, J M L; DANTAS-TORRES, F; MATTOS, M R F; LINO, F R L; ANDRADE, L S S; SOUZA, R C A; BRITO, F L C; BRANDÃO-FILHO, S P. Prevalência de anticorpos antileishmania spp em cães de Garanhuns, Agreste de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 43 (1): 41-45. 2010.

SALAH, A B; KAMARIANAKIS, Y; CHLIF, S; ALAYA, N B; PRASTACOS, P. Zoonotic cutaneous leishmaniasis in central Tunísia: spatio-temporal dynamics. **International Journal of Epidemiology**, 36: 991-1000 . 2007.

SAVANI, E S M M; NUNES, V L B; GALATI, E A B; CASTILHO, T M; ZAMPIERI, R A; FLOETER-WINTER, L M. The finding of *Lutzomyia almerioi* and *Lutzomyia longipalpis* naturally infected by *Leishmania* spp. in a cutaneous and canine visceral leishmaniasis focus in Serra da Bodoquena, Brazil. **Veterinary Parasitology**, 160 (1-2): 18-24. 2009.

SCHRÖDER, W. GIS, geostatistics, metadata banking and tree-based models for data analysis and mapping in environmental monitoring and epidemiology. **International Journal of Medical Microbiology**, 296: 23-36. 2006.

SELVIN, S; RAGLAND, K E; CHIEN, E Y; BUFFLER, P A. Spatial analysis of childhood leukemia in a case/control study. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, 207 (6): 555-562. 2004.

SHARMA, U; SINGH, S. Insect vectors of *Leishmania*: distribution, physiology and their control. **Journal of Vector Borne Diseases**, 45: 255-272. 2008.

SHERLOCK, I A. Ecological interactions of visceral leishmaniasis in the State of Bahia, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 91: 671-683. 1996.

SHERLOCK, I A; MIRANDA, J C; SADIGURSKY, M; GRIMALDI JR, G. Natural infection of the opossum *Didelphis albiventris* (Marsupialia, didelphidae) with *Leishmania donovani* in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 79: 511. 1984.

SILVA, A V M; PAULA, A A; CABRERA, M A A; CARREIRA, J C A. Leishmaniose em cães domésticos: aspectos epidemiológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, 21 (1): 324-328. 2005.

SILVA, A V M; MAGALHÃES, M A F M; BRAZIL, R P; CARREIRA, J C A. Ecological study and risk mapping of leishmaniasis in an endemic area of Brazil based on a geographical information systems approach. **Geospatial Health**, 6 (1): 33-40. 2011.

SILVA, E S; GONTIJO, C M F; PACHECO, R S; FIÚZA, V O P; BRAZIL, R P. Visceral Leishmaniasis in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, State of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 96 (3): 285-291. 2001.

SILVA, J G D; WERNECK, G L; CRUZ, M S P; COSTA, C H N; MENDONÇA, I L. Infecção natural de *Lutzomyia longipalpis* por *Leishmania* sp em Teresina, Piauí, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 23 (7): 1715-1729. 2007.

SILVA, J P; WERNECK, G L; MACEDO, E C; CARVALHO, H; CRUZ, M S P. Factors associated with *Leishmania chagasi* infection in domestic dogs from Teresina, State of Piauí, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 45 (4): 480-484. 2012.

SILVA, L A M. **Distribuição espacial da leishmaniose visceral canina no bairro Angelim, Teresina, Piauí em 2007**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.

SOARES, M R A; CARVALHO, C C; SILVA, L A; LIMA, M S C S; BARRAL, A M P; REBÊLO, J M M; PEREIRA, S R F. Análise molecular da infecção natural de *Lutzomyia longipalpis* em área endêmica de leishmaniose visceral no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 26 (12): 2409-2413. 2010.

SORRE, M. Complexes pathogènes et géographie médicale (classiques revisités). **Hygeia**, 2 (2): 2-14. 2006.

SOSA-ESTANI, S; SEGURA, E L; GOMEZ, A; SALOMON, O D; PERALTA, M; COUTADA, V; RUIZ, L M. Leishmaniose cutânea no Norte da Argentina. Fatores de risco identificados num estudo caso-coorte em três municípios de Salta. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 34 (6): 511-517. 2001.

SOUZA, V A F. **Análise espaço-temporal da leishmaniose visceral americana no município de Bauru, São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

SOUZA-SANTOS, R; CARVALHO, M S. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 16 (1): 31-42. 2000.

SUDHAKAR, S; SRINIVASB, T; PALITC, A; KARC, S K; BATTACHARYAC, S K. Mapping of risk prone areas of kala-azar (Visceral leishmaniasis) in parts of Bihar state, India: an RS and GIS approach. **Journal of Vector Borne Diseases**, 43: 155-162. 2006.

TAUIL, P L. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 39: 275-277. 2006.

THOMAS, C J; LINDSAY, S W. Local-scale variation in malaria infection amongst rural Gambian children estimated by satellite remote sensing. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 94: 159-163. 2000.

THOMPSON, R A; LIMA, J W O; MAGUIRE, J H; BRAUD, D H; SCHOLL, D T. Climatic and demographic determinants of American visceral leishmaniasis in Northeastern Brazil using remote sensing technology for environmental categorization of rain and region influences on leishmaniasis. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 67 (6): 648-655. 2002.

TRONCARELLI, M Z; LUCHEIS, S B; CAMARGO, J B; MACHADO, J G; LANGONI, H. Análise clínica e laboratorial em cães eutanasiados no Centro de Controle de Zoonoses de Bauru-SP, com vistas ao diagnóstico da leishmaniose visceral (LV). **Veterinária e Zootecnia**, 16 (2): 343-353. 2009.

URTEAGA, L. Miséria, miasmas y micróbios: las topografías medicas y el estudio del médio ambiente en el siglo XIX. **Revista Geo Critica**, 29. 1980.

VELOSO, E C M. **Fatores sócio-econômicos e ambientais associados à ocorrência de leishmaniose visceral canina em Teresina – Piauí**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Piauí, Piauí. 2012.

VIEIRA, J B F; COELHO, G E. Leishmaniose Visceral ou calazar: aspectos epidemiológicos e de controle. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 31: 85-92. 1995.

VIGILATO, M A N. **Distribuição espacial da leishmaniose visceral canina e humana no município de Birigui – SP**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2004.

WALSH, S; PAGE, P; GESLER, W. Normative models and healthcare planning: network-based simulations within a geographic information system environment. **Health Service Research**, 32: 243-259. 1997.

WERNECK, G L. Forum: geographic spread and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil - Introduction. **Cadernos de Saúde Pública**, 24 (12): 2937-2940. 2008.

WERNECK, G. Leishmaniose visceral em meio urbano: avaliação das estratégias de controle utilizando uma abordagem espacial. **Consulta de expertos OPS/OMS sobre leishmaniose visceral em Las Américas - Informe final**, 108-109. 2005.

WERNECK, G L; COSTA, C H; WALKER, A M; DAVID, J R; WAND, M; MAGUIRE, J H. The urban spread of visceral leishmaniasis: clues from spatial analysis. **Epidemiology**, 13 (3): 364-367. 2002.

WERNECK, G L.; MAGUIRE, J H. Spatial modeling using mixed models: an ecologic study of visceral leishmaniasis in Teresina, Piauí State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, 18 (3): 633-637. 2002.

WERNECK, G L. **Spatial approaches to study the epidemiology of visceral leishmaniasis in Teresina, Brazil**. Tese (Doutorado). Harvard University, Harvard. 2000.

WERNECK, G L; STRUCHINER, C J. Estudos de agregados de doença no espaço-tempo: conceitos, técnicas e desafios. **Cadernos de Saúde Pública**, 13 (4): 611-624. 1997.

WITTNER, M; TANOWITZ, H B. Leishmaniasis in infants and children. **Pediatric Infectious Disease**, 11 (3): 196-201. 2000.

WHO (World Health Organization). **Control of leishmaniasis: report of a meeting of the WHO expert Committee on the Control of Leishmaniases**. Geneva: WHO, 2010. 199 p.

WOOD, B L; BECK, L R; WASHINO, R K; HIBBARD, K A; SALUTE, J S. Estimating high mosquito-producing rice fields using spectral and spatial data. **International Journal of Remote Sensing**, 13: 2813-2826. 1992.

XIMENES, M F F M; CASTELLÓN, E G; SOUZA, M F; MENEZES, A A; QUEIROZ, J W; SILVA, V P; JERÔNIMO, S M B. Effect of abiotic factors on seasonal population dynamics of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Northeastern Brazil. **Journal of Medical Entomology**, 43 (5): 990-995. 2006.

YADON, Z E; RODRIGUES, L C; DAVIES, C R; QUIGLEY, M A. Indoor and peridomestic transmission of american cutaneous leishmaniasis in Northwestern Argentina: a retrospective case-control study. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 68 (5): 519-526. 2003.

## ANEXO A – Questionário aplicado ao proprietário do animal participante do inquérito sorológico canino.

Fonte: Veloso, E. C. M. Fatores sócio-econômicos e ambientais associados à ocorrência de leishmaniose visceral canina em Teresina – Piauí. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Piauí, Piauí. 2012.

### 1. Identificação do domicílio e do chefe do domicílio:

1.1. Número da ficha: .....

1.2. Data da entrevista: ...../...../.....

1.3. Nome do chefe do

domicílio:.....

1.4. Endereço:.....

1.5. Referência: .....

1.6. Nome da Vila / Favela / Conj. Habitacional: .....

1.7. Sexo:  1 Fem  2 Masc 1.9 Idade em anos: .....

1.10. Escolaridade:  Nunca estudou  1ª a 2ª série do 2º grau  
 1ª a 3ª série do 1º grau  3ª série do 2º grau  
 4ª a 7ª série do 1º grau  Superior completo  
 8ª série do 1º grau  Não sabe / não respondeu

1.11. Ocupação: .....

1.12. Bairro onde exerce suas atividades profissionais: .....

1.13. Já morou fora de Teresina?  1 Sim  2 Não  9 NR

1.14. Há quanto tempo mora neste domicílio?.....

### 2. Alguém do domicílio já teve calazar?

### 3. Animais Domésticos no domicílio:

#### 3.1. Relação dos cães existentes no domicílio:

Nº	Nome	Idade	Sexo	Raca	Teste calazar
1					
2					
3					
4					

3.2. Número de cães recolhidos pela FMS nos últimos 12 meses: .....

3.3. Número de cães recolhidos pela FMS no último mês: .....

3.4. Número de cães mortos nos últimos 12 meses: .....

3.5. Número de cães desaparecidos nos últimos 12 meses: .....

3.6. Existem gatos no domicílio?  1 Sim  2 Não Quantos?

3.7. Existem aves de corte no domicílio?.....  1 Sim  2 Não Quantos?

3.8. Existem porcos no domicílio?.....  1 Sim  2 Não Quantos?.....

3.9. Existem ovinos no domicílio?.....  1 Sim  2 Não Quantos?

1 Sim  2 Não Quantos?



- 3.10. Existem cavalos/mulas/jumentos?.....
- 3.11. Existem pássaros no domicílio?.....  1 Sim  2 Não Quantos?.....
- 3.12. Existem caprinos no domicílio?.....  1 Sim  2 Não Quantos?.....
- 3.13. Características da habitação:
- 3.14. Tipo da habitação..  1 Casa  2 Anartamento
- 3.15. Tipo de cercado....  1 Muro de alvenaria  2 Outro
- 3.16. Paredes.....  1 Tijolo rebocado  2 Tijolo sem reboco  3 Outro
- 3.17. Teto .....  1 Telha / laje  2 Madeira / palha  3 Misto
- 3.18. Forro .....  1 Completo  2 Parcial  3 Sem forro
- 3.19. Piso .....  1 Cerâmica  2 Cimento  3 Madeira  4 Terra/Barro  5 Outro
- 3.20. Água .....  1 Rede geral  2 Poço  3 Rio  4 Outro
- 3.21. Esgoto .....  1 Rede geral  2 Fossa séptica  3 Fossa rudimentar  4 Vala  5 Outro
- 3.22. Plantas dentro da casa .....
- 3.23. Anexos (dentro da propriedade)
- a) Galinheiro....  1 Sim  2 Não
- b) Canil.....  1 Sim  2 Não
- c) Chiqueiro....  1 Sim  2 Não
- d) Aprisco.....  1 Sim  2 Não
- e) Curral .....  1 Sim  2 Não
- f) Depósito .....  1 Sim  2 Não
- g) Forno .....  1 Sim  2 Não
- 3.24. Tem jardim ou quintal?..  1 Sim  2 Não
- Com lixo acumulado?...  1 Sim  2 Não
- Com arbustos?.....  1 Sim  2 Não
- Com árvores?.....  1 Sim  2 Não
4. Uso de inseticidas
- 4.1. Sua casa já foi borrifada com inseticida?  1 Sim  2 Não
- 4.2. Última borrfiação  1 < 1 mês  2 1 a 6 meses  3 6 a 12 meses  4 > 12 meses
- 4.3. Local borrifado  1 Intra-domicílio  2 Extra-domicílio  3 Ambos
- 4.4. Última borrfiação na vizinhança  1 <1 mês  2 1-6 meses  3 6-12 meses  4 >12 meses
5. Dados dos exames do cão selecionado:
- 5.1. Resultado da imunofluorescência indireta: .....
- 5.2. Responsável pelo preenchimento e data: .....