

# ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA NO MUNICÍPIO DE SOROCABA, SÃO PAULO, BRASIL

COSTA, S.B.<sup>1</sup>  
SILVEIRA, T.A.<sup>2</sup>  
PEREIRA, F.P.<sup>3</sup>  
SILVA, D.S.<sup>4</sup>  
VISMARI, M.R.<sup>5</sup>  
LOURENÇO, R.W.<sup>6</sup>  
PEÇANHA, M.P.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
samuelbarsanelli@msn.com

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
telma\_unesp@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
fabiollapereira@click21.com.br

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
dougambiental@ig.com.br

<sup>5</sup>Graduando em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
vismari@ig.com.br

<sup>6</sup>Professor Assistente Doutor da UNESP Campus Sorocaba  
robertow@sorocaba.unesp.br

<sup>7</sup>Professora Colaboradora Doutora da UNESP Campus Sorocaba  
marcelapellegrini@uol.com.br

A Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) é uma doença primariamente de caráter zoonótico, não contagiosa e de evolução crônica. É causada por protozoários do gênero *Leishmania* e transmitida pela picada de mosquitos flebotomíneos. Tal transmissão envolve uma variedade de mamíferos, como canídeos e roedores, hospedeiros do parasita. O presente estudo teve como objetivo associar a ocorrência da LTA, no período de 1999 a 2006, com a presença de áreas de vegetação, variáveis sócio-ambientais e climáticas no município de Sorocaba, São Paulo, Brasil. Foram gerados o mapa da distribuição espacial das ocorrências de LTA no período por meio do método de estatística espacial de *Kernel Estimation*, os mapas das áreas vegetadas para os anos de 2000 e 2003, através de imagens do satélite LANDSAT TM 5 e o mapa dos indicadores de qualidade sócio-ambiental por meio dos dados estatísticos do censo realizado pelo IBGE, no ano de 2000. Foram também construídos gráficos dos dados climáticos (temperatura e precipitação), registrados para o período, através das informações disponibilizadas pelo SIGRH e CIIAGRO. O mapa de distribuição espacial de LTA apresentou três áreas de alta densidade de casos, sendo duas destas dispostas em forma de clusters nas regiões nordeste e centro-leste e a outra na região centro-sul do município, mais irregular. A análise sócio-ambiental evidenciou que duas das áreas de maior densidade de casos de LTA estão em locais de qualidade médio-baixa e presença de áreas vegetadas, indicando correlação significativa. Entretanto foram detectadas, associadas à LTA, áreas de boa qualidade ambiental, tal como a região centro-sul, em locais geralmente próximos à áreas vegetadas, em geral fragmentos de mata ciliar. As distâncias entre os endereços de registro dos casos e áreas vegetadas não ultrapassaram 500 metros. As variáveis climáticas não mostraram influência sobre a doença no período. Assim, demonstrou-se que a integração de diferentes tipos de variáveis podem descrever fatores associados ao fenômeno epidemiológico, servindo como ferramenta de Gestão Pública, a fim de direcionar os investimentos da área de saúde.

**Palavras-chave:** Saúde Pública, Leishmaniose Tegumentar Americana, Geoprocessamento, Análise espacial.

## **SPATIAL TEMPORAL ANALYSIS OF AMERICAN TEGUMENTARY LEISHMANIASIS OCCURRENCES IN SOROCABA, SÃO PAULO, BRAZIL**

The American Tegumentary Leishmaniasis (ATL) is a zoonotic disease, not-contagious and with a chronic evolution. It is caused by *Leishmania* protozoa and transmitted by the bite of *phlebotominae* mosquito. This transmission involves a variety of mammals, as canidae and rodents, hosts of the parasitoid. The purpose of the present study was to associate the occurrence of the ATL cases between 1999 and 2006 and the presence of vegetated areas, climatic and environment-social variables in city of Sorocaba, São Paulo, Brazil. The ATL spatial occurrence map was generated using the spatial statistic Kernel Estimation model, the vegetated areas mapping through LANDSAT TM 5 satellite images of 2000 and 2003 analysis and the environment-social quality map using the statistic data from the 2000 census, from IBGE. The climatic data graph (temperature and rainfall) was built with the information available in SIGRH and CIAGRO. The map of the ATL spatial distribution showed three areas with high cases density where two of them were arranged as clusters at the northeast and center-east region and the other, at the center-south region, in an irregular arrange. The environment-social analysis evidenced that two of the areas with the highest case density are in places with a medium-low environmental quality and presence of vegetated areas, indicating a significant correlation. However were detected areas with high environmental quality, as in the center-south region, usually near to vegetation. The distance between the cases address and the vegetated areas didn't overpass 500 meters. The climatic variables did not show influence with the disease. In conclusion, the study demonstrated that the integration of different variables can describe factors associated to the epidemiologic phenomena, been useful as a Public Administrative tool, to guide the health resources investments.

**Keywords:** Public health, American Tegumentary Leishmaniasis, Geoprocessing, Spatial Analysis.

# ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA NO MUNICÍPIO DE SOROCABA, SÃO PAULO, BRASIL

COSTA, S.B.<sup>1</sup>  
SILVEIRA, T.A.<sup>2</sup>  
PEREIRA, F.P.<sup>3</sup>  
SILVA, D.S.<sup>4</sup>  
VISMARI, M.R.<sup>5</sup>  
LOURENÇO, R.W.<sup>6</sup>  
PEÇANHA, M.P.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
samuelbarsanelli@msn.com

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
telma\_unesp@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
fabiollapereira@click21.com.br

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
dougambiental@ig.com.br

<sup>5</sup>Graduando em Engenharia Ambiental da UNESP Campus Sorocaba  
vismari@ig.com.br

<sup>6</sup>Professor Assistente Doutor da UNESP Campus Sorocaba  
robertow@sorocaba.unesp.br

<sup>7</sup>Professora Colaboradora Doutora da UNESP Campus Sorocaba  
marcelapellegrini@uol.com.br

## Introdução

A Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) é uma doença primariamente de caráter zoonótico, não contagiosa e de evolução crônica. É causada por diversas espécies de protozoários do Gênero *Leishmania* e acomete as estruturas da pele e cartilaginosas da nasofaringe (BASANO et. al., 2004, p.330). Sua transmissão pode estar relacionada à determinantes como o desequilíbrio ecológico produzido pela invasão do homem aos nichos naturais da doença, às variações sazonais e à susceptibilidade da população (DOURADO et. al., 1989, p.02) e, segundo Gonzalez et. al. (2000, p.32), tanto o homem quanto os animais domésticos podem infectar-se acidentalmente ao penetrarem em zonas onde existam as enzootias.

Os vetores são os mosquitos da Sub-Família Phlebotominae que sugam o parasita através do sangue do animal infectado e o inoculam na pele do hospedeiro vertebrado. Muito pouco se sabe de seus criadouros, encontrando-se as formas imaturas em detritos de fendas de rocha, cavernas, raízes do solo e de folhas mortas e úmidas, e também nas forquilhas das árvores em tocas de animais – ou seja, em solo úmido, mas não molhado, e em detritos ricos em matéria orgânica em decomposição (REBELO, 1999 citado por BASANO et. al., 2004, p.331).

A ocorrência de endemias decorre tanto das características dos fatores biológicos dos elementos que participam do ciclo, quanto dos determinantes sociais, históricos e ambientais,

podendo estar relacionada às péssimas condições de saneamento básico, à má distribuição de renda, à migração da população para as periferias das cidades e ao convívio com animais que sirvam de hospedeiros ao parasita, entre eles os roedores e canídeos, que concentram-se em áreas com acúmulo de lixos e detritos (ALBUQUERQUE, 1993, p.488; BASANO et. al., 2004, p.332).

Sendo assim, o processo de urbanização criou condições favoráveis à produção de focos da endemia assegurando a persistência e reprodução ampliada da LTA (KAWA et. al., 2002, p.863). Pode-se destacar ainda áreas com características particulares que acabam por favorecer a transmissão da doença, como áreas de floresta preservada situadas dentro do espaço urbano, a exemplo das áreas com matas ciliares. Entretanto, Forratini (1973, p.180) concluiu em seus estudos que o vetor da LTA possui pouca tendência a se afastar de seu habitat, sendo encontrado, em geral, a distâncias que variam entre 200 e 500 metros de seu ambiente natural. Baseado nisso, torna-se viável o uso de ferramentas de geoprocessamento, como o sensoriamento remoto orbital, para encontrar possíveis associações entre a ocorrência de casos de LTA com a presença de áreas vegetadas. A exemplo, Carneiro et. al. (2004, p.19 – 32) desenvolveram estudos utilizando produtos derivados de imagens de satélite, como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), atestando sua eficácia para a delimitação de áreas de risco.

O objetivo do presente estudo foi analisar a distribuição dos casos confirmados de LTA no município de Sorocaba, São Paulo, Brasil, no período de abril de 1999 a novembro de 2006, buscando associações entre a incidência de casos da doença e a presença de fragmentos vegetais, com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto orbital. Como forma de complementar os estudos, buscou-se também associar os casos às características sócio-ambientais do meio e climáticas do período estudado.

## **Metodologia**

O estudo foi realizado no município de Sorocaba, situado na região sudoeste do estado de São Paulo, Brasil (Figura 1) a 96 quilômetros da capital. O município é praticamente atravessado pelo trópico de capricórnio nas latitudes 23° S e 24° S, longitudes 48° W e 47° W, tendo assim o clima classificado como Temperado Tropical, com temperatura média anual de 20°C.

Os dados de casos de LTA que compuseram o banco de dados do estudo foram obtidos junto à Policlínica Municipal de Sorocaba, sendo registrados apenas os casos clínicos confirmados, totalizando 103 casos no período. Constavam no registro informações, além da data de confirmação do caso, endereço de residência do indivíduo infectado. Os endereços foram

localizados na Carta Cadastral (Digital) do Município de Sorocaba e as respectivas coordenadas foram associadas a cada caso, caracterizando-os espacialmente na forma de pontos georreferenciados. Com isso, foi criado um arquivo pontual no formato ASCII, onde constavam as coordenadas de cada caso e o ano de confirmação.



Figura 1. Localização do município de Sorocaba.

### **Procedimentos de análise espacial**

A fim de obter-se uma visualização da situação do município quanto à doença, foi executado o processo de análise espacial *Kernel Estimation*, a partir do arquivo pontual ASCII. O resultado foi o mapa da distribuição espacial dos casos de LTA (casos por quilômetro quadrado).

Para a identificação das áreas vegetadas do município foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5, sensor TM (Thematic Mapper), Órbita/Ponto 220/076, dos anos de 2000 e 2003. As imagens foram georreferenciadas e utilizadas para gerar o índice de vegetação NDVI, a fim de reclassificá-las evidenciando-se as áreas vegetadas.

Em seguida, foram criadas áreas de treinamento, em ambas as imagens, que correspondiam a áreas com presença de vegetação, conhecidas no município. Foram extraídos dessas áreas de treinamento os números digitais de NDVI, com o propósito de identificar-se quais faixas de valores representavam a vegetação natural remanescente. A partir desses dados foram criados histogramas que indicaram tal distribuição, sendo considerado para a definição das faixas de NDVI, o limite de 3 desvios-padrões (dp) a partir da média, visto que a ocorrência de valores excepcionais pode levar à descontinuidade dos dados e isso violaria a teoria geoestatística (Shi, 2007, p.4).

Para as áreas urbanas os valores dentro da faixa de 3 dp representaram satisfatoriamente as

áreas vegetadas, enquanto que, para as áreas não urbanas a melhor representação foi obtida com a utilização de valores dentro da faixa de 1 dp. Dessa forma foram gerados mapas para áreas urbanas e não urbanas, sobrepostos ao final.

Ao final, os dados de casos confirmados de leishmaniose foram divididos em dois períodos para a análise, sendo o primeiro de 1999 a 2002 (vinculado ao mapeamento para o ano de 2000) e o segundo de 2003 a 2006 (vinculado ao mapeamento de 2003). Os casos foram sobrepostos ao mapa da vegetação e foram calculadas as distâncias mínimas, máximas e médias entre casos e áreas vegetadas.

### **Variáveis sócio-ambientais e climáticas**

O mapeamento da Qualidade Sócio-Ambiental foi realizado com base nos estudos de Chiesa et. al. (2002, p.559 – 67), adaptados à disponibilidade de dados e à realidade da área. Foram propostos dois índices parciais, um de Qualidade Sanitária (IQSan), com base nas variáveis abastecimento de água, condição sanitária e destino do lixo, e outro de Inserção Social (IISoc), com base nas variáveis condição de ocupação do domicílio, renda e escolaridade dos responsáveis pelos domicílios. O Índice de Qualidade Sócio-Ambiental (IQSA) foi composto pelos dois índices parciais. Em seguida os valores do IQSA foram inseridos no centróide do respectivo setor censitário, assumindo uma posição espacial, o que resultou na produção de uma superfície contínua interpolada da qualidade sócio-ambiental do município.

Os dados de precipitação pluviométrica foram adquiridos na Base de Dados Georreferenciais do SIGRH (Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo) para o posto meteorológico E4-128, no município de Sorocaba, compreendendo os anos de 1998 a 2004. Os dados de temperatura média anual foram adquiridos no Boletim Climático do Estado de São Paulo do CIAGRO (Centro Integrado de Informação Agrometeorológicas) disponibilizados para o período de 2002 a 2006. Foram construídos gráficos comparativos entre os valores de precipitação mensal (somatório do período), temperatura média mensal e os casos confirmados de LTA.

### **Resultados e Discussões**

Com base nos mapas das áreas vegetadas produzidos (Figura 2), o município apresentava no ano de 2000 102,6 km<sup>2</sup> de áreas vegetadas e uma área urbana que ocupava 96,1 km<sup>2</sup>. Comparado com o ano de 2003 houve um aumento das áreas urbanas (99,9 km<sup>2</sup>) e diminuição das áreas vegetadas (80,9 km<sup>2</sup>). O decréscimo das áreas vegetadas não se deve necessariamente ao desmatamento, pois áreas de reflorestamento econômico e outras com

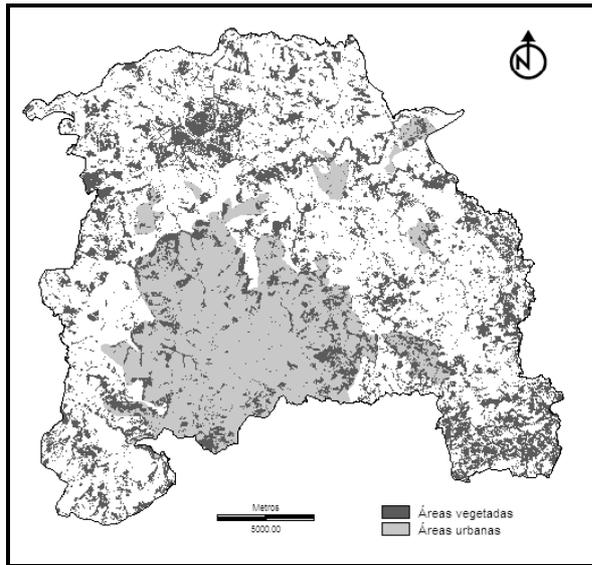
característica arbórea foram também incluídas no resultado final, devido ao método de análise utilizado.

Com o mapeamento dos casos de LTA foram identificadas três áreas de alta densidade de casos, sendo duas destas dispostas em forma de clusters nas regiões nordeste (Jardim do Éden) e centro-leste (Bairro Aparecida) e a outra na região centro-sul (Área Central), mais irregular. O mapa da distribuição espacial dos casos de Leishmaniose (Figura 3), mostra a densidade de casos para o município (casos por quilômetro quadrado).

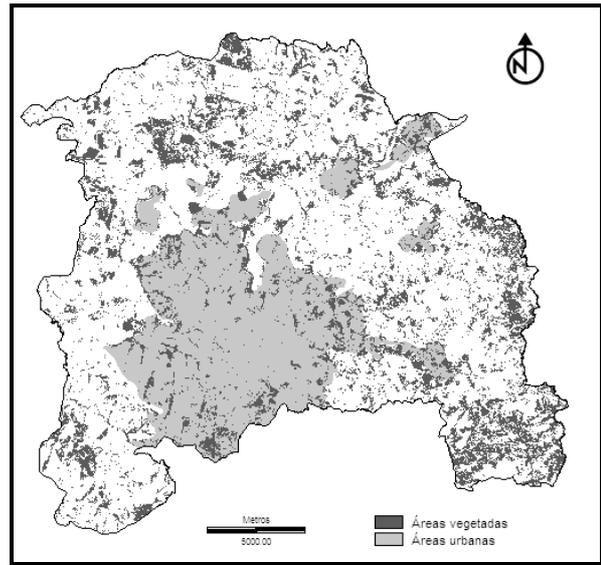
Em todo o município os casos estão associados à presença de fragmentos vegetais, em geral fragmentos de mata ciliar. As distâncias encontradas entre a residência dos indivíduos infectados e áreas vegetadas foram de 30 metros (mínima), 424 metros (máxima) e 113,65 metros (média), considerando-se todo o período. Esses valores encontram-se em concordância com os estudos de Forratini (1973, p.180), não ultrapassando 500 metros.

Analisando-se a qualidade sócio-ambiental do município, é possível encontrar correlação entre a qualidade e a ocorrência de casos da doença, tanto nas zonas periféricas do município quanto nas zonas urbanas, destacadas no mapa da qualidade sócio-ambiental (Figura 4). Apesar de, principalmente na Área Central ocorrerem alguns casos em áreas classificadas como de alta qualidade, a maior parte das ocorrências estão em áreas de qualidade média-baixa.

Quanto às variáveis climáticas, a precipitação mostrou baixa correlação com os casos de LTA (-0,37), bem como a temperatura (-0,47). Isso é comprovado pelos gráficos apresentados na Figura 5, demonstrando portanto que, para o período analisado e as variáveis disponíveis, o clima não influenciou na dinâmica de casos da doença, podendo estar relacionado ao fato dos dados disponíveis não constituírem uma normal climatológica, ou seja, uma série histórica consistente.



(a)



(b)

Figura 2. Mapa das áreas vegetadas para os anos de a) 2000 e b) 2003.

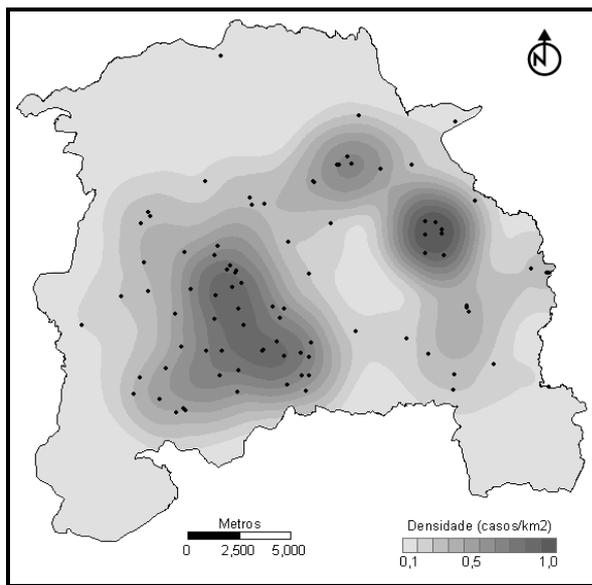


Figura 3. Distribuição dos casos de LTA.

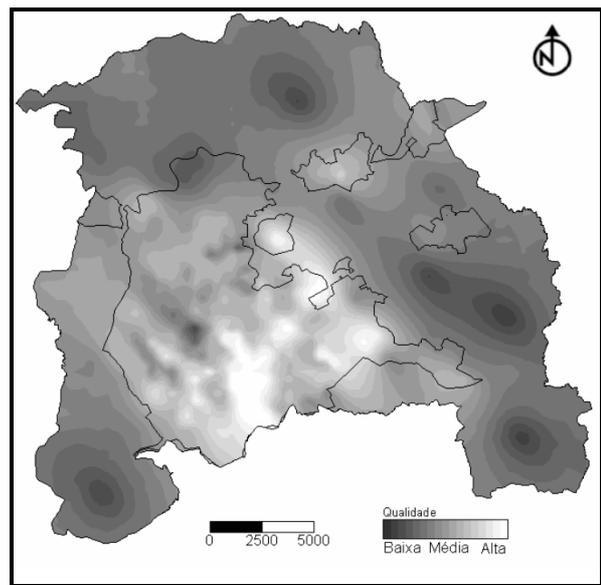
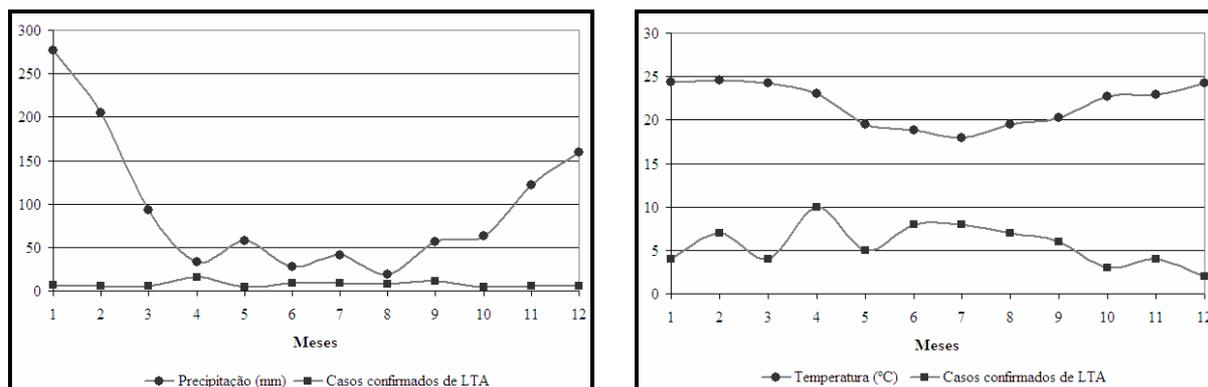


Figura 4. Mapa da qualidade sócio-ambiental.



(a)

(b)

Figura 5. Gráficos comparativos entre os valores de (a) precipitação mensal e (b) temperatura média mensal e os casos confirmados de LTA.

### Considerações Finais

A metodologia utilizada para a identificação das áreas vegetadas permitiu, além da análise de sua distribuição espaço-temporal no município, a sua associação com as ocorrências da LTA no período, bem como as distâncias entre os endereços de registro dos casos e os fragmentos de vegetação, importante fator para a definição de áreas de exposição à infecção. Da mesma forma, a análise do mapa de distribuição dos casos e dos indicadores de qualidade sócio-ambiental possibilitou visualizar a situação social e ambiental dos indivíduos infectados pela doença espacialmente. Outra constatação verificada neste trabalho foi de que não houve relação entre as variáveis climáticas e a ocorrência da LTA.

Assim, ficou demonstrado que a integração de diferentes tipos de variáveis ajudam na descrição de fatores associados a fenômenos epidemiológicos, servindo como ferramenta de Gestão Pública, a fim de direcionar os investimentos da área de saúde.

### Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. F. P. M. Urbanização, favelas e endemias: A produção da filariose no Recife, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 9 (4), p.487 – 497, 1993.

BASANO, S. A.; CAMARGO, L. M. A. Leishmaniose tegumentar americana: histórico, epidemiologia e perspectivas de controle. *Revista da Sociedade Brasileira de Epidemiologia*, Rondônia, 7 (3), p. 328 – 337, 2004.

CARNEIRO, D.; BAVIA, M.E.; ROCHA, W.; LOBÃO, J.; FILHO, C.M.; OLIVEIRA, J.B.; SILVA, C.E.; BARBOSA, M.G.; RIOS, R. 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, Salvador, 28 (1), p. 19 – 32, 2004.

CHIESA, ANNA M., WESTPHAL, M. F.; E KASHIWAGI, N. M. Geoprocessamento e a promoção da saúde. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, 36 (5), p. 559 – 67, 2002.

DOURADO, M. I. C.; NORONHA, C. V.; ALCÂNTARA, N.; ICHIHARA, M. Y. & LOUREIRO, S. Epidemiologia da leishmaniose tegumentar americana e suas relações com a lavoura e o garimpo, em localidades do Estado da Bahia (Brasil). *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, 23 (1), p. 02 – 08, 1989.

FORATTINI, O.P. *Entomologia médica: Psychodidae*. São Paulo: Ed.Univ. São Paulo, 1973.

GONZALEZ M. R.; DEVERA, R.; MADRID, C. et al. Evaluación de un brote de leishmaniasis tegumentaria americana en una comunidad rural del Estado Bolívar, Venezuela. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Rio de Janeiro, 33 (1), p. 31 – 37, 2000.

KAWA, H.; SABROZA, P.C. Espacialização da Leishmaniose Tegumentar na cidade do Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18 (3), p.853 – 865, 2002.

REBELO, J.M.M. *Flebótomos vetores das leishmanioses - Manual para técnicos e profissionais de Saúde*. São Luís, Universidade Federal do Maranhão/Ministério da Saúde, 1999.

SHI, J.; WANG, H.; XU, J.; WU, J.; LIU, X.; ZHU, H.; YU, C. Spatial distribution of heavy metals in soils: a case study of Changxing, China. *Environmental Geology*, Heidelberg, 52, p. 1–10, 2007.