

ANÁLISE ESPACIAL DE LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA

CRISTINA APARÍCIO¹
MARISA DANTAS BITENCOURT²

¹Instituto de Biociências, Depto. de Ecologia Geral, CP: 11461, São Paulo/SP. CEP -05422-970
crisapr@yahoo.com.br

²Instituto de Biociências, Depto. de Ecologia Geral, CP: 11461, São Paulo/SP. CEP -05422-970
tencourt@ib.usp.br

Abstract. Cutaneous Leishmaniasis is a disease caused by protozoans from the genus *Leishmaniasis*. Transmission occurs in a complex cycle where the environment has a significative influence. Geoprocessing and Remote Sensing are valuable techniques to study the transmission mechanisms in limited areas, making it possible to investigate potential connections between environmental aspects and Cutaneous Leishmaniasis occurrence. In the present work, these techniques have been employed to study 27 cases occurred at Itapira, SP (Brazil), reported between 1992 and 1997. Forest remnants were delimited and Contact Risk Zones between man and vectors were defined taking the forest remnants border and expanding it, according to a criteria based on the mosquito flight range. Also, the distances between dwellings and forest remnants were calculated. The analysis of the Zones maps and distances suggested that a process of domestication of disease vector might be occurring in some of the studied areas at Itapira.

Keywords: Cutaneous Leishmaniasis, Remote Sensing, Geoprocessing, Risk Zones.

1 - Introdução

O estudo de enfermidades a partir da análise da paisagem, utilizando Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, tem sido cada vez mais comum, e muitas das aplicações são enumeradas em Hugh-Jones 1989, Verhasselt 1993, Beck *et al.* 1994, Washino & Wood 1994, Connor *et al.* 1995, Nuttal *et al.* 1995, Clarke *et al.* 1996, Croner & Broome 1996, Kitron & Kazmierczak 1997, Beck *et al.* 2000 e Mucci 2000. A enfermidade analisada neste trabalho é a Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA), cujos transmissores são da família *Phlebotominae*, e na qual o principal gênero transmissor é *Lutzomyia spp.*, com fêmeas hematofágicas durante a noite. Os modelos espaciais de distribuição das populações de flebotomíneos são influenciados pela umidade, temperatura, luminosidade e elevação (Forattini 1973), fatores que podem ser indiretamente considerados ao se analisar a vegetação. A transmissão da doença é influenciada por atividades humanas que geralmente resultam em desmatamento (Forattini 1973, Dourado *et al.* 1989, FNS 1992), levando os indivíduos a ter contato com ambientes de característica florestal (Gomes *et al.* 1990 e Gomes 1994). Estas características da LTA têm permitido a análise paisagística de sua distribuição e incidência, como realizado por Cross *et al.* (1996), Miranda *et al.* (1996), Mbarki *et al.* (1995), Hassan *et al.* (1999), Aparicio (2001), Costa (2001).

O objetivo deste estudo foi determinar as possíveis Zonas de Risco de Contato (ZoRCs) entre o vetor da LTA e o homem, referentes à casos ocorridos em Itapira-SP entre 1992 e 1997, e determinar as distâncias das casas onde houve um ou mais casos de LTA até a borda do fragmento de mata mais próximo.

2 - Local e Metodologia de Estudo

A área escolhida para a realização do trabalho foi o município de Itapira, no estado de São Paulo, Brasil, incluído na Regional Administrativa de Campinas (Regional 5) da SUCEN, que é a região paulista com maior aumento no coeficiente de incidência e na distribuição da doença (Tolezano 1994). Em São Paulo os agentes etiológicos da LTA que têm sido identificados, pertencem à espécie *Leishmania braziliensis braziliensis* (Gomes & Galati 1989). Mesmo com a alteração do perfil da doença em locais como o Vale do Ribeira, não há trabalhos mencionando outros perfis de transmissão da doença em Itapira que não o perfil Primário, onde as matas são fontes permanentes de flebotomíneos (FNS). As espécies de flebotomíneos mais freqüentes na região são o *Lutzomyia intermedia* e o *Lu. whitmani* (Gomes *et al.* 1989, Rangel & Vido 1997, Costa 2001). Segundo Forattini (1973) *Lu. intermedia* tem seus criadouros em ambientes florestais, mas a espécie tem forte tendência para invadir o ambiente das habitações humanas. Por sua vez, *Lu. whitmani* é essencialmente silvestre, tendo nas florestas virgens o seu ambiente natural (Forattini 1973).

Os 27 casos de LTA, ocorridos entre 1992 e 1997, foram localizados no campo e em cada local foi verificado se haviam remanescentes florestais nas proximidades. No programa **IDRISI for Windows 2.01**, da Clark University - 1997, os dados de localização foram então vetorizados e sobrepostos a uma imagem em Composição Colorida feita com as Bandas 3-4-5 do Landsat/TM-5, datada de 13 de maio de 1996, e com resolução espacial de 30 metros, o que auxiliou na primeira visualização dos fragmentos próximos aos casos. Em dois locais, identificou-se no campo, e na imagem de satélite, a presença de três remanescentes de mata, os quais orientaram a *Classificação por Máxima Verossimilhança*.

Esta classificação foi realizada com as Faixas 3 e 5 (escolhidas pela sensibilidade em relação a áreas urbanas e vegetação, respectivamente), visando localizar as respostas semelhantes por toda a imagem, gerando um mapa com dados apenas de vegetação, como foi feito por Fuller *et al.* (1998). Este tipo de classificação empreende a probabilidade máxima dos dados obtidos de uma amostra inicial conhecida, e está baseada na função de densidade da probabilidade associada com uma assinatura particular da amostra. Selecionou-se então, dentre os fragmentos gerados, aqueles que se localizavam dentro ou no limite de um raio de 1000 metros a partir das casas onde houve LTA.

Para distinguir os fragmentos de eucaliptais ou tipos de vegetação com assinatura espectral semelhante na imagem gerada, procedeu-se à comparação com: (1) uma imagem em Composição Colorida visualizada no programa **SPRING 5.0** do INPE (cuja visualização dos diferentes tipos de vegetação se mostrou mais clara que a obtida no IDRISI 2.01); (2) a visualização em uma imagem Índice de Vegetação; e finalmente (3) a visualização em uma imagem Pan-Cromática do satélite Landsat/ETM-7. Para aumentar a precisão da classificação, os fragmentos foram delimitados, um a um, através de um processo de digitalização na tela do computador, feita em uma imagem do Landsat ETM-7 faixa Pancromática, de agosto de 1999, cuja resolução espacial é de 15 metros. O vetor gerado foi então transformado em uma imagem com resolução espacial de 15 m (Aparicio 2001). Com os limites dos fragmentos em mãos, foi possível delimitar as *Zonas de Risco de Contato* (ZoRCs). Para tanto, foi feita a expansão dos fragmentos em distâncias de 250, 500 e 1000 metros, a partir de suas bordas, gerando as ZoRCs. Foram também calculadas as distâncias das casas onde houve caso(s) de LTA até a borda do fragmento de mata mais próximo. Essas distâncias foram divididas nas seguintes classes (em metros): 0-200; 200-300; 300-400; 400-500 e 500-600, e foram então calculadas as porcentagens do número de pontos coletados em cada classe referida.

As premissas deste trabalho, já que não se encontrou referências de estudos relacionados a estes fatores, foram de que os remanescentes encontrados são homogêneas quanto às condições de umidade e temperatura, sendo *habitats* dos mosquitos transmissores, e que o tamanho dos remanescentes são suficientes para o estabelecimento tanto dos transmissores quanto dos reservatórios da LTA. Além disso, considerou-se que todos os contatos entre homem e vetor se deram à noite, período de alimentação das fêmeas *flebotomíneas*.

3 - Resultados

Os locais onde houve a doença no município entre os anos de 1992 e 1997 foram visitados, e nestes locais notou-se a presença de um ou mais fragmentos de mata nos limites dos quintais das casas, ou à distâncias relativamente pequenas, onde houve um ou mais casos de LTA, refletindo instantaneamente um padrão paisagístico de associação casa - borda de mata.

A **Figura 1** traz o mapa dos fragmentos obtidos e a localização dos pontos onde houve LTA. A **Figura 2** contém um exemplo de delimitação de uma das matas utilizadas como verdade terrestre. A mesma mata pôde ser localizada em uma imagem obtida através da Classificação Supervisionada (**Fig. 2-a**), em uma imagem IVDN (**Fig. 2-b**), e em uma imagem Composição Colorida 3-4-5 (**Fig. 2-c**), possibilitando a delimitação da resultante (**Fig. 2-d**), obtida através da imagem Pan-Cromática. O mapa gerado na classificação supervisionada serviu de guia para visualizar os fragmentos. A imagem IVDN foi muito útil para diferenciar a vegetação de outros alvos da cena, mas para diferenciar entre tipos de vegetação foi muitas

vezes falha, principalmente para diferenciar mata de eucaliptais. Finalmente, a imagem em Composição Colorida visualizada no SPRING 5.0 do INPE possibilita a diferenciação entre mata e eucaliptais, pela coloração e rugosidade dos alvos e pode ser boa indicadora dos limites das matas. O mapa das ZoRCs de 250, 500 e 1000 metros pode ser observado na **Figura 3**.

A **Figura 4** traz as porcentagens de locais em cada classe de distância. Excetuando-se um caso apenas, cujo morador trabalhava como vigia a noite exatamente na borda da mata e cuja distância do ponto coletado até a borda da mata foi considerada nula, todas as outras distâncias são referentes às residências dos portadores da doença. A figura mostra que aproximadamente 50% das casas onde houve LTA se encontram a uma distância de menos que 200 metros da borda de algum fragmento de mata, com o restante distribuído equitativamente entre as outras quatro classes de distância.

4 - Discussão

Apesar das premissas do trabalho, que excluía as possibilidades de domesticação, houve casos que distavam mais que 250 metros da borda de algum fragmento. As hipóteses para explicar estes casos são várias: (1) o enfermo não adquiriu a doença em sua residência, podendo tê-la adquirido à noite nas proximidades de sua casa, em um raio de ação desconhecido, ou na própria mata; (2) há populações de *flebotomíneos* que se adaptaram ao ambiente doméstico, e reservatórios da LTA que transitam entre a mata e a residência; (3) o mosquito, por possuir vôo do tipo saltitante, pode ter ido além de 250 metros, devido talvez a um ambiente propício para tal; e finalmente (4) houve eliminação dos *habitats* de mosquitos relacionados a estes casos, antes de 1996 (data da imagem de satélite utilizada). A primeira hipótese parece de confirmação inviável, visto que envolve um grau pessoal de confirmação de dados, como por exemplo o de o enfermo se lembrar se frequentou ou não a mata ou as proximidades dela durante a noite. A segunda hipótese confirma os resultados de Costa (2001), que reconheceu estar havendo um processo de domesticação dos mosquitos no município. A hipótese 3 foi testada em Aparicio (2001), que observou a influência de altos Índices de Vegetação na incidência da LTA e a quarta hipótese foi também estudada por Aparicio (2001), onde se observa a variação multitemporal do desmatamento e suas possíveis influências na incidência da LTA.

Em conclusão, a análise das Zonas de Risco e de distância sugerem a possibilidade de estar havendo um processo de domesticação em alguns dos locais estudados. A metodologia desenvolvida para se individualizar os fragmentos de mata mostra-se passível de ser utilizada por qualquer profissional da saúde que esteja interessado em estudar a LTA, não havendo necessidade de deslocamento do laboratório para o campo, otimizando seu trabalho, temporal e financeiramente. Também o estabelecimento das Zonas de Risco de Contato entre o homem e os mosquitos transmissores da LTA mostra-se indicado para conduzir a adoção de medidas profiláticas e de controle da doença, e as análises de distância mostraram-se úteis na medida em que podem auxiliar na determinação dos perfis de transmissão da LTA. Neste sentido, a área de risco a ser considerada deverá ser a mais conservadora possível, tendo em vista que podem estar ocorrendo diferentes tipos de transmissão na área, e que em cada uma poderia ser estabelecida uma ZoRC diferente. Desse modo, a ZoRC de 1000 metros parece mais apropriada para efeito de tomada de medidas profiláticas e de controle da doença.

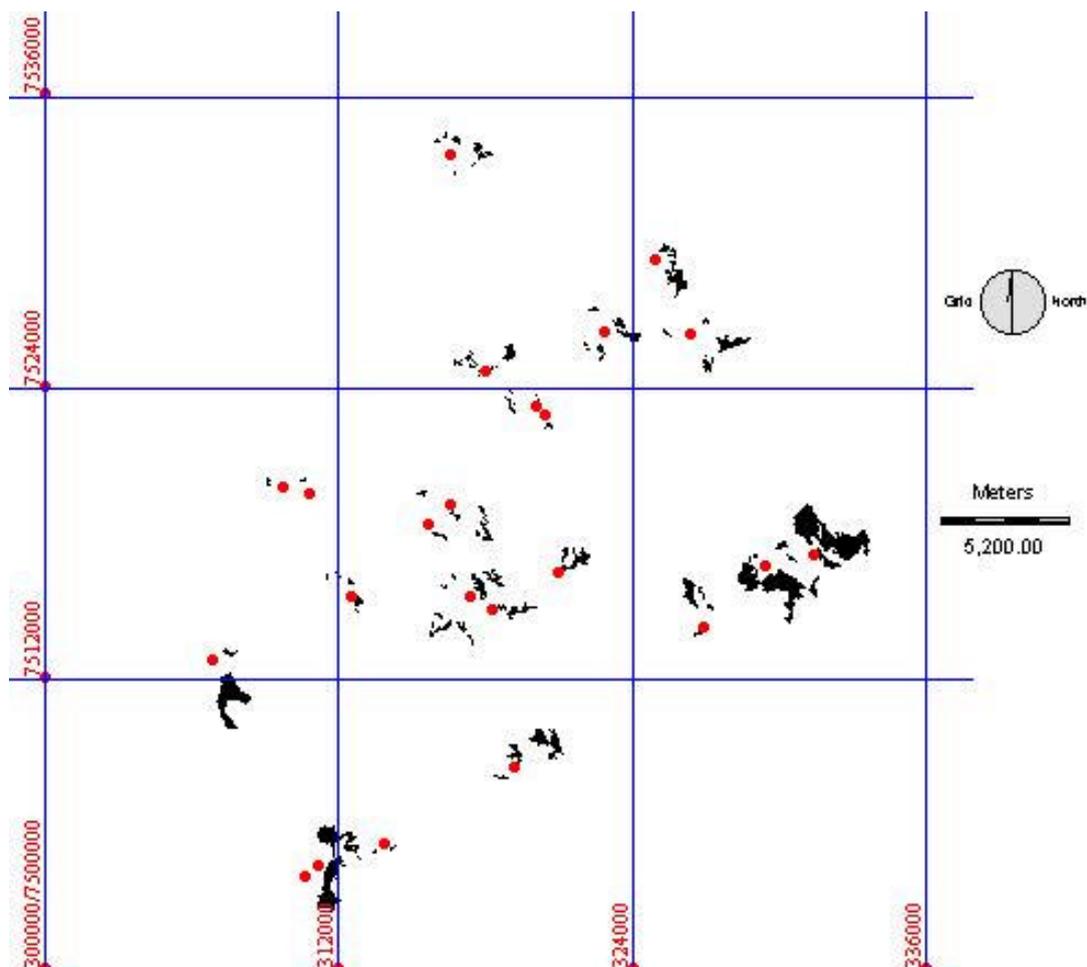


Figura 1: Produto da digitalização na tela em uma imagem Pan-Cromática do satélite Landsat TM7, ilustrando os possíveis *habitats* do mosquito relacionados aos casos encontrados no município de Itapira, no período de 1992 a 1997. (As coordenadas devem ser multiplicadas por 1000). Estão em vermelho os pontos onde ocorreu a enfermidade.

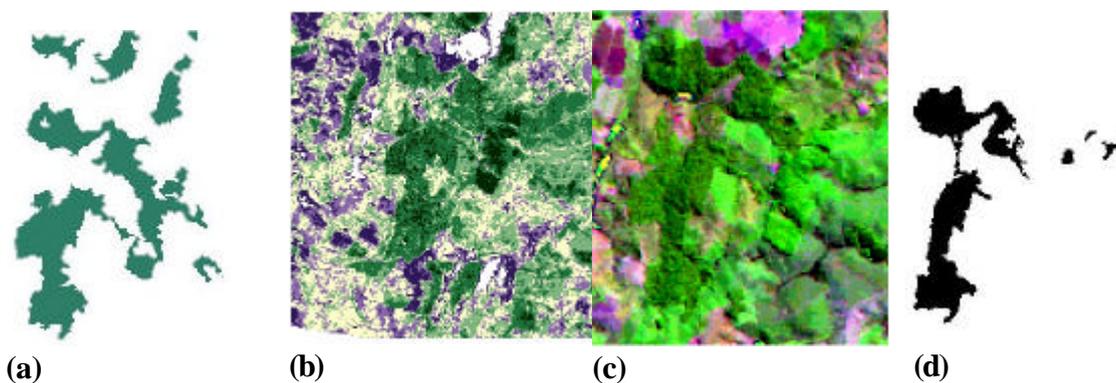


Figura 2: Ilustração do processo de individualização dos fragmentos de mata, tendo por base a mata da Fazenda X: (a) produto da classificação supervisionada referente à mata em questão; (b) observa-se a visualização da mata em uma imagem IVDN; (c) observa-se a visualização da mata em uma Composição Colorida 345; e (d) resultado final, obtido através da digitalização em imagem Pan-Cromática.

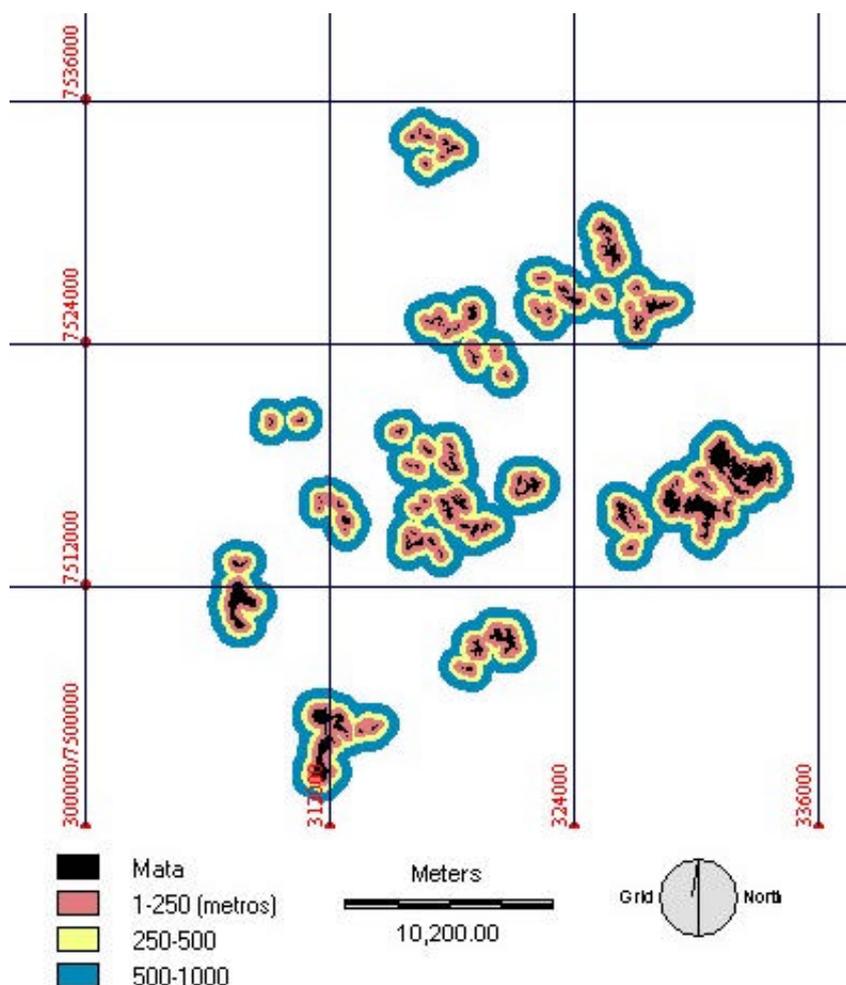


Figura 3: Zonas de Risco de Contato (ZoRCs): expansão das bordas dos fragmentos obtidos em digitalização da Imagem Pan-Cromática, relacionados aos casos de LTA em Itapira entre 1992-1997.

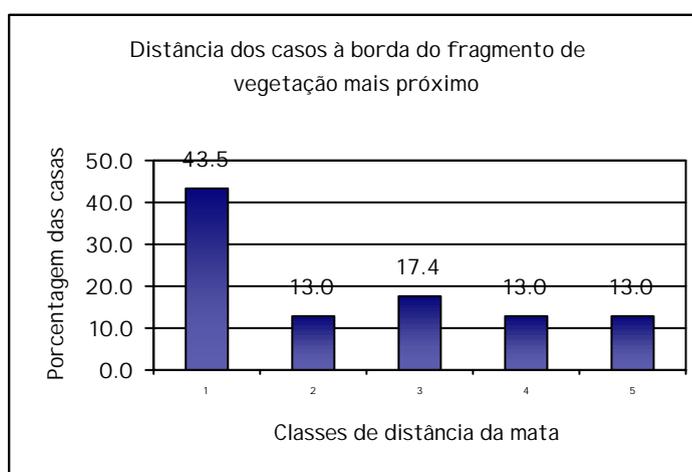


Figura 4: Porcentagens de casos encontrados nas diferentes classes de distância (em metros) à borda do fragmento mais próximo das residências. Classes: 1:0-200; 2:200-300; 3:300-400; 4:400-500; 5:500-600.

5 - Referências

- Aparicio, C. 2001. *Utilização de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Orbital para análise espacial de paisagem com incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana*. Dissertação de Mestrado apresentada no IB – USP, São Paulo, 93 p.
- Beck, L.R.; *et al.*, 1994. Remote Sensing as a Landscape Epidemiologic Tool to Identify Villages at High Risk for Malaria Transmission. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **51**(3): 271-280.
- Beck, L.R., *et al.* 2000. Remote Sensing and Human Health: New Sensors and New Opportunities. *Emerging Infectious Diseases*, **6**(3):217-226.
- Clarke, K.C., *et al.* 1996. On Epidemiology and Geographic Information Systems: a Review and Discussion of Future Directions. *Emerging Infectious Diseases*, **2**(2):85-92.
- Connor, S.J. *et al.* 1995. In: *GIS for Health and the Environment*. Don de Savigny and Pandu Wijeyaratne, 172 pp.. Disponível em: <http://www.idrc.ca/books/focus/766/mbarki.html>
- Costa, A.I.P. 2001. *Estudo de Fatores Ambientais Associados à Transmissão da Leishmaniose Tegumentar Americana Através do Sensoriamento Remoto Orbital e Sistema de Informação Geográfica*. Tese de doutorado apresentada na FSP – USP, São Paulo, SP. 80 p.
- Croner, C. & Broome, F.R., 1996. Geographic Information Systems (GIS): New Perspectives in Understanding Human Health and Environmental Relationships. *Statistics in medicine*, **15**: 1961-1977.
- Cross, E.R., *et al.*, 1996. Use of Weather Data and Remote Sensing to Predict the Geographic and Seasonal Distribution of *Phlebotomus papatasi* in Southwest Asia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **54**(5): 530-536.
- Dourado, M.I.C. *et al.* 1989. Epidemiologia da Leishmaniose Tegumentar Americana e suas relações com a lavoura e o garimpo, em localidade do estado da Bahia (Brasil). *Rev. Saúde Públ.*, S. Paulo, **23**(1): 2-8.
- FNS, 1992. *Guia de Controle da LTA* - Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde (FNS), Dermatologia Sanitária, Brasília. 46 pág.
- Forattini, O.P, 1973. *Entomologia médica – Vol. IV*. São Paulo: Edgard Blucher / Editora da Universidade de São Paulo.
- Gomes, A.C., 1994. Sand fly vectorial ecology in the state of Sao Paulo. *Mem. do Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **89**(3): 457-460.
- Gomes, A.C. e Galati, E.A.B.; 1989. Aspectos ecológicos da Leishmaniose Tegumentar Americana. 7. Capacidade vectorial flebotomínea em ambiente florestal primário do sistema da Serra do Mar, Região do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Públ, S. Paulo*, **20**(4): 280-287.
- Gomes, A.C. *et al.* 1989. Aspectos ecológicos da Leishmaniose Tegumentar Americana. 6- Fauna flebotomínea antropófila de matas residuais situadas na região centro-nordeste do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo*, **31**(1): 32-39.
- Gomes, A.C. *et al.*, 1990. Aspectos ecológicos da Leishmaniose Tegumentar Americana. 8. Avaliação da atividade enzoótica de *Leishmania (Viannia) braziliensis*, em ambiente florestal e peridomiciliar, região do Vale do Ribeira, estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Inst. Med. Trop.*, São Paulo, **32**(2): 105-115.
- FNS, 1992. *Guia de Controle da LTA*. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde (FNS), Dermatologia Sanitária, Brasília. 46 pág.
- Hassan, A.N. 1999. The use of GIS to identify environmental factors associated with Cutaneous Leishmaniasis transmission risk in Northeast Sinai, Egypt. *in Towards Digital Earth - Proceedings of the International Symposium on Digital Earth*, Science Press, 1086 pág.
- Hugh-Jones, M.; 1989. Applications of Remote Sensing to the identification of the Habitats of Parasites and Disease Vectors. *Parasitology Today*, **5** (8): 244-252.
- Kitron, U. & Kazmierczak, J.J., 1997. Spatial Analysis of the Distribution of Lyme Disease in Wisconsin. *Am. J. Epidemiol.* **145**(6):558-566.

Nuttal, I., *et al.*, 1995. GIS Management Tools for the Control of Tropical Diseases: Applications in Botswana, Senegal, and Morocco. In: *GIS for Health and the Environment*. Don de Savigny and Pandu Wijeyaratne, 172 pp.. Disponível em: <http://www.idrc.ca/books/focus/766/mbarki.html>

Mucci, L.F., 2000. *Modelagem Espacial do Risco Epidemiológico para Malária em Porção Paulista da Zona de Influência do Reservatório de Porto Primavera*. Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências, USP - São Paulo.

Mbarki, L. *et al.* 1995. Monitoring Zoonotic Cutaneous Leishmaniasis with GIS, In: *GIS for Health and the Environment*. Don de Savigny and Pandu Wijeyaratne, 172 pp.. Disponível em: <http://www.idrc.ca/books/focus/766/mbarki.html>

Miranda, C., *ET AL.*, 1996. Análise da ocorrência de Leishmaniose Tegumentar Americana através de imagem obtida por Sensoriamento Remoto Orbital em localidade urbana da região Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Públ*, **30**(5): 433-437.

Rangel, O. & Vido, A.A., 1997. Fauna flebotomínea de Leishmaniose Tegumentar Americana na região de São João da Boa Vista – SP. *Rev. Patologia Tropical*, **26**(1): 17-24.

Tolezano, J.E. 1994. Ecoepidemiological aspects of American Cutaneous Leishmaniasis in the state of São Paulo, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **89**(3): 427-434.

Verhasselt, Y., 1993. Geography of Health: some trends and perspectives. *Soc. Sci. Med.* **36**(2):119-123.

Walsh, J.F., *et al.*, 1993. Deforestation: effects on vector-borne disease. *Parasitology*, **106**: S55-S75.

Washino & Wood 1994. Application of Remote Sensing to arthropod vector surveillance and control. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, Suplemento do Vol. **50**(6): 134-144.