

Técnicas de Geoprocessamento Aplicadas no Estudo de Risco Ambiental da Leishmaniose Visceral em área urbana de Feira de Santana, Bahia

Moara de Santana Martins ¹

Maria Emilia Bavia ¹

Ardemirio de Barros Silva ²

Luciana Lobato Cardim ¹

Cruiff Emerson Pinto da Silva ³

Deborah Daniela Madureira Trabuco Carneiro ¹

¹ Universidade Federal da Bahia – UFBA

Rua Adhemar de Barros, 500, Ondina, Salvador – BA, Brasil, CEP 40.170-110
{moaramartins, newmeb2004, lucianacardim}@yahoo.com.br, ddmte@msn.com

² Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

Av. Universitária, Km 3 BR 116, Feira de Santana – BA, Brasil, CEP 40.000-100
abarros@uefs.br

³ Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação

Av. Presidente Juscelino Kubitschek, 4500, Passaré, Fortaleza – CE, Brasil
CEP 60.861-630
cruiff@sarah.br

Abstract. The use of geographical information system and remote sensing as tools to identify environmental risk areas for Visceral Leishmaniasis is the aim of this work. This disease is endemic in the state of Bahia and has been expanding to urban areas within the state. This re-emerging disease requires special climatic and environmental characteristics for the development of the mosquito vector. The identification of risk factors and risk areas will contribute to proper allocation of resources in control programs benefiting the populations at risk. The use of LANDSAT 7 satellite images to study other environmental variables to identify risk areas can be a useful tool because of its resolution and great availability of free scene which enhances its use for the study of other diseases.

Palavras-chave: geographic information system, remote sensing, visceral leishmaniasis, sistema de informação geográfica, sensoriamento remoto, leishmaniose visceral.

1. Introdução

A Leishmaniose Visceral (LV) é uma doença considerada como um sério problema de saúde pública e tem sido registrada como endêmica em 88 países, onde anualmente são relatados aproximadamente dois milhões de casos novos (Davies et al., 2003). No Brasil, a LV ocorre em quatro das cinco regiões geográficas do país, sendo a região Nordeste detentora dos maiores índices de contaminação com 92% do total de casos notificados (Luz et al., 2001). Na Bahia, a distribuição da doença é ampla, com maior concentração na região central do Estado e, a sua letalidade, está estimada em 4% dos casos registrados (Brasil, 2003).

A LV é uma doença dinâmica cujos padrões de transmissão vêm sendo alterados continuamente em relação ao ambiente, demografia e ações antrópicas (Gramiccia e Gradoni, 2005, Bavia et al., 2005, Gurgel, 2003a e Franke et al, 2002). A reprodução e desenvolvimento dos flebotomíneos, vetor dessa doença, em diferentes ecótopos, com variações climáticas e de vegetação características desse Estado, fortalecem a alta disseminação dessa endemia (Barros et al., 2000) facilitando a sua dispersão entre os municípios e a sua urbanização, favorecendo a sua classificação como doença re-emergente.

A LV vem perdendo gradativamente suas características essencialmente rurais, se estabelecendo em áreas urbanas dos grandes centros, comprometendo os resultados das ações dos programas governamentais de controle. Nesse cenário, a associação de novas ferramentas como o Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o Sensoriamento Remoto (SR), vem se posicionando como de fundamental importância para o estabelecimento dos padrões sazonais climáticos, ambientais e comportamentais da cadeia epidemiológica da doença em áreas geográficas específicas (Bavia et al, 2005, Desjeux, 2004 e WHO, 2002).

Como os modelos espaciais e temporais das distribuições das populações de flebotômico são influenciados pela umidade, temperatura, luminosidade e elevação, ao analisar a vegetação todos esses fatores serão observados (Aparício e Bitencourt, 2004) e que diversos estudos vêm evidenciando o potencial do uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em estudos epidemiológicos (Nieto et al., 2006, Bavia et al, 2005 e Gurgel et al, 2003b), a proposta desse estudo é a análise da variabilidade do índice de vegetação por diferença normalizada obtida do satélite LANDSAT 7 (ETM+) e a utilização dessas informações no plano das correlações com fatores epidemiológicos da Leishmaniose Visceral em Feira de Santana, Ba.

2. Área de Estudo

O Município de Feira de Santana é constituído pelas zonas urbana, composta por 44 bairros e a rural, que abriga sete distritos. A sede do Município está distante da capital Salvador 109Km, localizando-se geograficamente na região da Bacia do Rio Paraguaçu, com uma latitude de -12° 12' 25'' S e longitude 38° 57' 53'' W. A extensão territorial do Município é da ordem de 1.344 Km², numa altitude de 257m em relação ao nível do mar, em terreno de vegetação caracterizada como caatinga. A sua população é de aproximadamente 480.949 habitantes, sendo 419.829 habitantes na zona urbana e 61.120 habitantes na zona rural. A cobertura vegetal em toda extensão urbana é do tipo transição cerrado/catinga (IBGE, 2004). O clima é seco a sub-úmido e semi-árido, com temperaturas médias anuais de 23,5°C e médias mínimas de 19,6°C. A pluviosidade média anual máxima é de 1.595mm e a mínima de 444mm. O período das chuvas ocorre no inverno, geralmente de abril a junho e de setembro a dezembro (SRH, 2006).

3. Material e Métodos

Foram utilizadas as técnicas de Geoprocessamento: Sistema de Informações Geográficas; Sistema de Posicionamento Global (GPS) e Sensoriamento Remoto.

As informações referentes à notificação da doença no Município foram obtidas junto à Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (SESAB) e incluem: endereço, idade, sexo, mês e ano de ocorrência, tratamento e óbito no período de 2000 a 2003. Os endereços foram georreferenciados utilizando o GPS. Os dados climáticos foram obtidos na Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (DTEC/UEFS) e incluem temperatura, umidade, precipitação mensal e anual para o período estudado. As informações correspondentes às características ambientais da área de estudo foram obtidas através de uma composição de 04 imagens do satélite LANDSAT 7 (ETM +), *path* 216, *row* 068, utilizando-se as bandas 4, 5 e 3 respectivamente, as quais foram escolhidas pelas características de identificar corpos de água, áreas urbanizadas, solo exposto e presença de vegetação (Lobão et al., 2003, Rocha, 2002 e Aparício, 2001). As imagens foram obtidas junto ao *Global Land Cover Facility/USGS* e demonstram a paisagem da área urbana de Feira de Santana. Os valores do NDVI, dessa área geográfica, foram calculados e agrupados numa escala de valores de (-1) a (1).

Os dados obtidos foram trabalhados utilizando-se os *softwares* ArcGIS 9.1; Erdas Imagine 8.0; Surfer e Idrisi. Os resultados foram estatisticamente trabalhados no *software Statical Package for the Social Sciences* (SPSS) 11.0. De acordo com a distribuição dos dados optamos por uma abordagem não paramétrica, com análises de Correlação de *Spearman* e *Mann-Whitney* ao nível de significância de 5%.

Os *Buffers* de 250, 500 e 750 metros, ao redor da localização pontual da ocorrência de cada caso positivo para LV (**Figura 2**), no período de estudo, foram construídos com base no alcance do flebotomíneo (Forattini, 1973).

4. Resultados e Discussão

A análise epidemiológica mostrou que durante o período de 2000 a 2003, foram registrados 28 casos de LV na área urbana de Feira de Santana e 28% desse espaço geográfico apresentava, pelo menos, um caso da doença. Analisando-se o total de indivíduos positivos para a LV, verificou-se que a chance de um indivíduo adquirir a doença era maior entre os homens (64%) do que entre as mulheres (36%). Esse resultado já era esperado, pois a literatura relata que os homens podem ser mais acometidos pela doença, possivelmente em virtude das atividades ocupacionais, o mesmo poderia explicar a relação de positividade entre os indivíduos maiores de 15 anos (35%), inferindo que estes já estariam inseridos na força produtiva. A observação de maior ocorrência da doença entre os jovens (menores de 15 anos) acorda com a literatura e poderá vir a ser explicado pela característica de baixa imunidade que predispõe o indivíduo a doença (Silva et al., 2001).

O maior número de casos positivos registrados no mês de maio não mostra nenhuma significância estatística e pode ser caracterizado como de ocorrência ao acaso, não sendo considerado de importância epidemiológica uma vez que a doença não se mostrou vulnerável a sazonalidade ou a tendência mensal.

Com relação as variáveis climáticas (**Figura 1**), durante o período de estudo a temperatura apresentou uma variação significativa ($p < 0,05$). Nessa área específica, a maioria (32%) dos casos positivos para LV apresentou uma predileção, com nível de confiabilidade de 95%, por espaços geográficos onde os valores de temperatura foram menos elevados (21,8°C a 25,6°C). Uma vez que a doença esta na dependência direta da presença do flebotomíneo (Kawa e Sabroza, 2002 e Neves, 2001) pode-se inferir que para a área em estudo, essa temperatura seria a ideal para a reprodução, manutenção e desenvolvimento do vetor. A precipitação pluviométrica variou de 820 a 963 mm/Hg e mostrou uma significância inversa ($p < 0,05$) em relação ao número de casos registrados. Nos locais onde a precipitação apresentou valores mais baixos foram notificados maiores números de casos da doença, o que esta dentro dos parâmetros observados pela WHO (2002) para a reprodução dos vetores da doença. Com relação à umidade relativa, que variou entre 71 a 86%, não foi observado significância estatística ($p = 0,679$) entre o surgimento de casos da LV no período de estudo. Apesar desses achados, foi verificado em áreas rurais, as quais são mais vastas e livres de edificações, apesar de sofrerem ações antrópicas, que a densidade do vetor, um dos principais responsáveis pela vulnerabilidade dos indivíduos à infecção, está na dependência direta não só da temperatura, mas também da umidade local (Rabello et al., 1999; Sherlock, 1968).

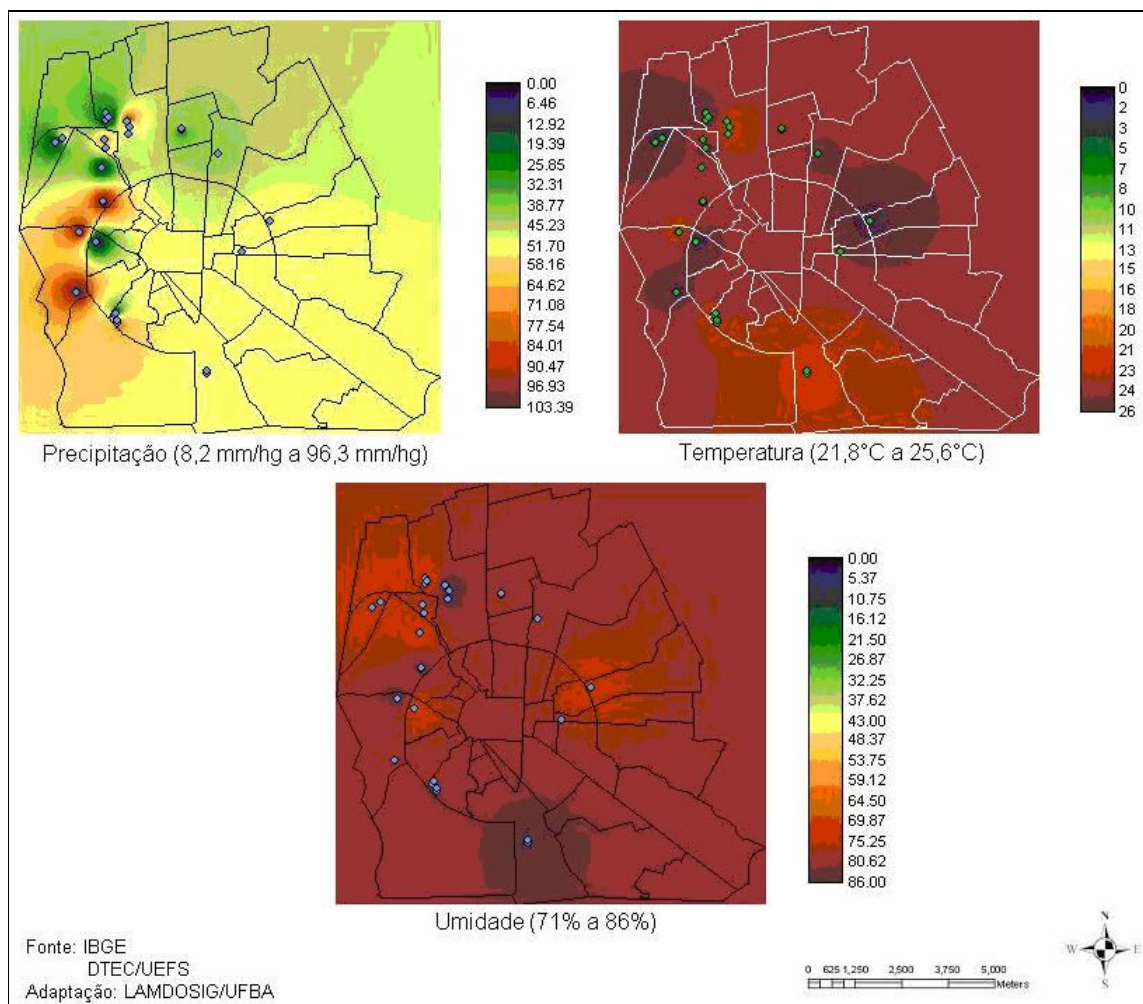


Figura 1 – Variações climáticas no período de 2000 a 2003 e os casos humanos no Município de Feira de Santana, Bahia

Os valores médios do Índice de Vegetação Normalizada variaram de (-0.03) a (0.8) na área urbana total do Município e, para os locais específicos de ocorrência da doença apresentou variação de (-0,517) a (- 0.216), caracterizando a baixa vegetação da área (**Figura 2**). Quando correlacionados com o número de casos da doença na área, não apresentaram diferença significativa. A área urbana do Município de Feira de Santana não apresentou muita heterogeneidade quanto à sua cobertura vegetal, demonstrando poucas áreas de vegetação sadia ou nativa. Foi observado também, que a região periférica da cidade (Noroeste e Sul) foi bastante antropizada, conservando características de ambientes rurais.

Nesse contexto, podemos inferir que os valores de NDVI, por não ter parâmetros para comparação não são suficientes para explicar “per si” a ocorrência da doença, precisando portanto, estar associado a outras variáveis ambientais.

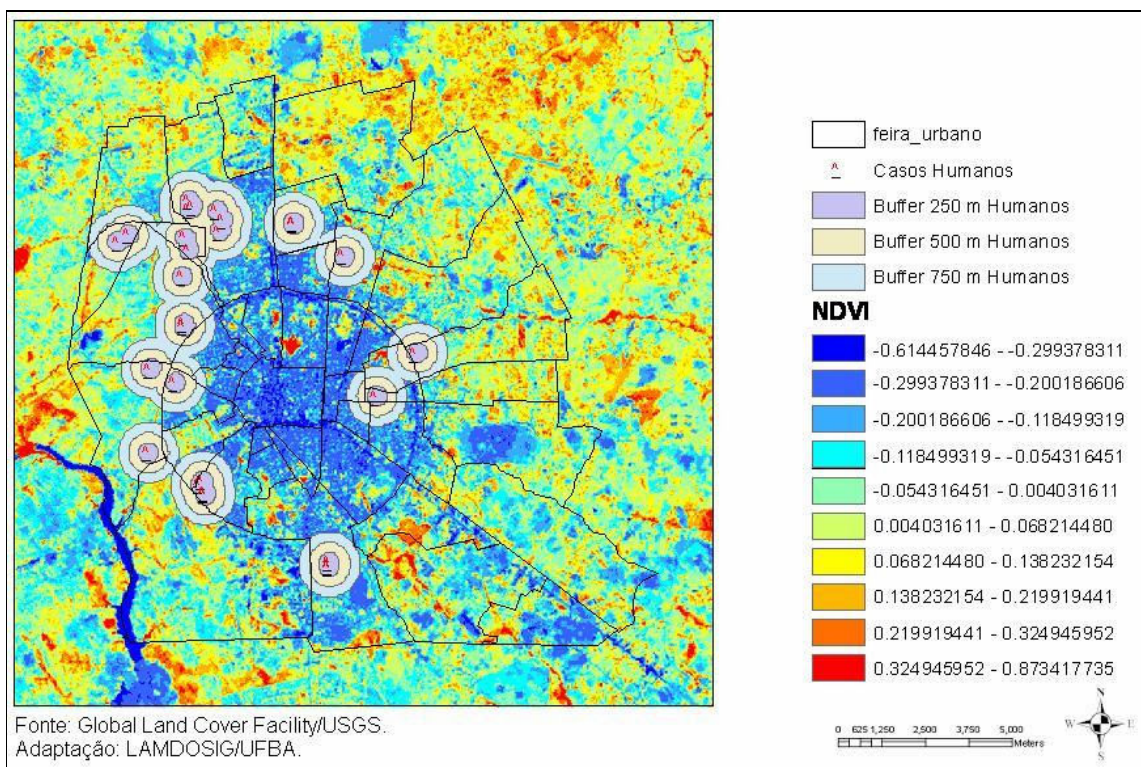


Figura 2 – Imagem média do NDVI derivado do satélite LANDSAT 7 do período de 2000 a 2003 e os casos humanos no Município de Feira de Santana, Bahia

A partir dos valores das variações ambientais e sua correlação com a ocorrência da doença foram classificadas e delimitadas áreas de Alto, Intermediário e Baixo Risco, conforme pode ser observado na **Figura 3**. Através da estimativa de risco, as áreas de alto risco apresentaram cinco vezes maior risco de contaminação que as demais áreas (OR = 5,42; $p = 0,05$) e eram compostas por espaços geográficos com variações de temperatura de 21,8°C a 25,6°, de precipitação de 820 a 963 mm/Hg e de NDVI menores que (-0,1) e com maiores números de indivíduos infectados. Baseado no número das notificações e observando as características ambientais anteriores, foram definidas as áreas de baixo e intermediário risco, o que poderá ser um bom indicador para as tomadas de decisões em relação à produção de campanhas de controle da doença.

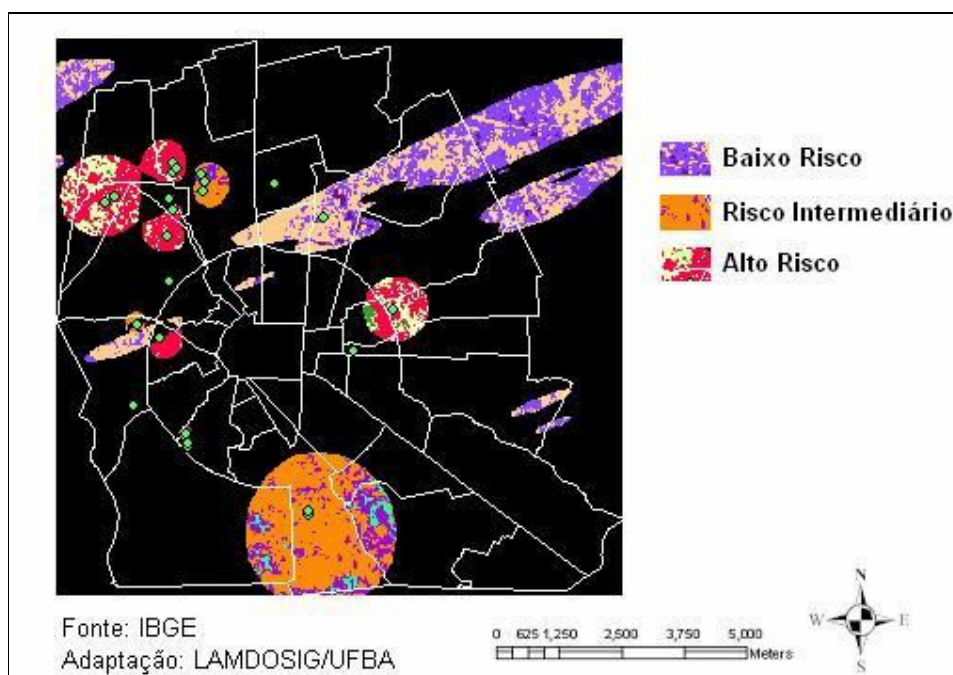


Figura 3 – Classificação da Área de Risco para a LV no Município de Feira de Santana, Bahia

5. Conclusão

A distribuição da LV na área urbana do Município de Feira de Santana apresentou influência das variações climáticas como temperatura e precipitação pluviométrica.

Os valores médios de NDVI, não se mostraram muito eficientes, tendo nas suas variações valores muitos baixos e próximos, já esperados para área urbana, indicando a necessidade de outras variáveis na composição para a definição de áreas de risco.

A necessidade de identificar áreas e populações que necessitam intervenção imediata, a rapidez observada na extração desses valores e a resolução espectral oferecida pelo satélite LANDSAT 7 (ETM+), bem como a possibilidade de conseguir séries espaciais e temporais gratuitas faz desse índice um elemento indispensável na classificação de espaços geográficos, principalmente aqueles de difícil acesso.

Por se tratar de área urbana comumente afetada por mudanças climáticas, o estudo realizado permitiu inferir que as características da área geográfica descrita, apesar de marginalmente significantes, refletem as condições necessárias para o desenvolvimento do vetor e conseqüentemente da doença na região.

A utilização de técnicas de geoprocessamento e sua associação com as variáveis epidemiológicas vem permitindo o enfoque de risco no controle das nossas principais doenças endêmicas através da identificação de fatores de risco e a delimitação de suas áreas, contribuindo para a racionalização das ações de controle, diminuição dos custos operacionais e aumento da área de atuação.

Referências

Aparício, C. **Utilização do geoprocessamento e sensoriamento remoto orbital para a análise espacial de paisagem com incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana**. 2001. 93f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

- Aparício, c.; Bitencourt, M. D. Modelagem espacial de zonas de risco da leishmaniose tegumentar americana. **Rev. Saúde Pública**, v. 34, n. 4, p. 511-516, 2004.
- Barros, V. L. L. et al. Flebotomíneos (Díptera, Psychodidae) de capoeira do município do Paço do Lumiar, estado do Maranhão, Brasil. Área de transmissão de leishmaniose. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 1, p. 265-270, 2000.
- Bavia, M. E.; Carneiro, D. D. M. T.; Gurgel, H. C.; Madureira Filho, C.; Barbosa, M. G. R. Remote sensing and geographic information system and risk of American Visceral Leishmaniasis in Bahia, Brasil. **Parassitologia**, v. 47, n. 1, p. 165 – 169, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. Brasília, 2003. 816p.
- Davies, C. R.; Kaye, P.; Rofit, S. L.; Sundar, S. Leishmaniasis: new approaches to disease control. **BMJ Journal**, v. 326, n. 1, p. 15-20, 2003.
- Desjeux, P. Leishmaniasis: current situation and new perspectives. **Comparative Immunology Microbiology & Infectious Diseases**, v. 27, p. 305-318, 2004.
- Forattini, O. P. **Entomologia médica**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1973. 569p.
- Franke, C. R.; Ziler, M.; Staubach, C.; Latif, M. Impact of the El Niño/Southern Oscillation on Visceral Leishmaniasis, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 8, n. 9, p. 914-917, 2002.
- Gramiccia, M.; Gradoni, L. The current status of zoonotic leishmaniasis and approaches to disease control. *International Journal for Parasitology*, v. 1, p. 1-8, 2005.
- Gurgel, H. C. A utilização das geotecnologias em estudos epidemiológicos: o exemplo da relação entre a malária e o NDVI em Roraima. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2003a. Artigos, p. 1303-1310. CD-ROM, Online. Disponível em: < http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.18.14.31/doc/12_308.pdf> . Acesso em: 05 ago. 2006.
- Gurgel, H. C.; Ferreira, N. J.; Luiz, A. J. B. Estudo da variabilidade do NDVI sobre o Brasil, utilizando-se a análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 85-90, 2003b.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2004.
- Kawa, H.; Sabroza, P. C. Espacialização da Leishmaniose Tegumentar na cidade do Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 3, p. 853-865, 2002.
- Lobão, J. S. B.; Rocha, W. J. S. F.; Chaves, J. M.; Nolasco, M. C. Uso da imagem de satélite para a discriminação de alvos urbanos e não-urbanos no município de Feira de Santana. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte, 2003. Artigos, p. 1867-1874. CD-ROM, Online. Disponível em: < http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.12.23.40/doc/14_091.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2006.
- Luz, Z. M. P.; Pimenta, D. N.; Cabral, A. L. L. V.; Fiúza, V. O. P.; Rabello, A. A urbanização das leishmanioses e a baixa resolutividade diagnóstica em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n. 3, p. 249-254, 2001.
- Neves, V. L. F. C. et al. Utilização de ferramentas de análise espacial na vigilância epidemiológica de Leishmaniose Visceral Americana – Araçatuba, São Paulo, Brasil, 1998-1999. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. 5, p. 1263-1267, 2001.
- 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**. v. 1, n. 1, p. 115-126, 2006.
- Rabello, J. M. M. et al. Flebotomíneos (Díptera, Psychodidae) de área endêmica de Leishmaniose na região dos cerrados, estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.15, n. 3, p. 623-630, jul./set. 1999.
- Rocha, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologias transdisciplinar**. Minas Gerais: Do Autor, 2000. 220 p.

Sherlock, I. A. Sobre a sistemática e biologia dos Phlebotomus do Ceará. **Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais**, p. 4-25, 1968.

Silva, E. S.; Gontijo, C. M. F.; Pacheco, R. S.; Fiuza, 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**, v. 96, n. 3, p. 285-291, 2001.

SRH, Superintendência de Recursos Econômicos e Sociais da Bahia. **Informações Geoambientais**, Bahia: SRH, 2006.

WHO. World Health Organization, Annex 3: Burden of disease in DALYs by cause, sex and mortality stratum in WHO regions, estimates for 2001. **The world health report**, WHO. 2002. v.192, p.7. Disponível em: <www.who.int/whr/2002/whr2002_annex3.pdf>. Acesso em: 05 out 2006.