

Geotecnologias na identificação de fatores ambientais relacionados à ocorrência da leishmaniose visceral americana em Conde, Bahia, Brasil

Geo-technologies in the identification of environmental factors related to the occurrence of american visceral leishmaniasis in Conde, Bahia, Brazil

BAVIA, Maria Emilia¹; RIBEIRO, Francisca Santos¹; MARTINS, Moara de Santana²;
CARDIM, Luciana Lobato^{1*}; SILVA, Marta Mariana Nascimento¹; CARNEIRO,
Deborah Daniela Madureira Trabuco¹

¹Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Salvador; Bahia, Brasil.

²Louisiana State University, School of Veterinary Medicine, Department of Pathobiological Sciences, Baton Rouge, Louisiana, Estados Unidos da América.

*Endereço eletrônico: lucianacardim@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se com este estudo utilizar as geotecnologias na identificação de fatores ambientais associados à distribuição espacial da Leishmaniose Visceral Americana no município de Conde, Bahia. No período de estudo, 42,6% dos casos registrados ocorreram em localidades com Índice de Vegetação por Diferença Normalizada variando de 0,67 a 0,75. O Modelo Digital de Terreno mostrou relação inversa entre altitude e doença, o que sugere maior concentração de flebotomíneos em áreas mais baixas do município. O mapa de cobertura vegetal e de uso do solo ilustrou a predileção do vetor por áreas de vegetação não muito densas, e a tendência de urbanização da doença. Este estudo aponta a necessidade da realização de pesquisas multidisciplinares que contemplem a epidemiologia paisagística em associação com as geotecnologias na identificação de fatores associados à endemia e suas áreas de risco.

Palavras-chave: índice de vegetação, *Leishmania L. chagasi*, sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas

SUMMARY

This study had as a goal to use geo-technologies in the identification of environmental factors associated with the space distribution of American visceral leishmaniasis in the municipality of Conde, Bahia, Brazil. During the period of study, 42.6% of the reported cases occurred in localities with normalized difference vegetation indexes of 0.67 to 0.75. The digital elevation model showed an inverse relationship between altitude and disease, suggesting that there is a higher concentration of flebotomines in the low-lying areas of the municipality. The land cover and land use map illustrated the predilection of the vector for areas with sparse vegetation and the tendency of this disease urbanization. This study points out the necessity for the development of multidisciplinary research regarding landscape epidemiology in association with geo-technologies for the identification of the factors associated to endemics and its risk areas.

Keywords: Geographic Information System, *Leishmania L. chagasi*, remote sensing, vegetation index,

INTRODUÇÃO

O cenário paisagístico da Leishmaniose Visceral Americana (LVA) assume mudanças socioambientais que desconfiguram sua essência rural e favorecem a urbanização da doença, o que a torna um sério problema de saúde pública.

No Brasil, a LVA distribui-se em 19 unidades federadas, com 77% dos casos concentrados no nordeste. A Bahia tem 52% de seus municípios classificados como endêmicos (BRASIL, 2006; BRASIL, 2008). O município de Conde por sua beleza litorânea, com vegetação predominante de floresta estacional e atividades econômicas baseadas no cultivo de coco, agricultura familiar, pesca e turismo, atrai um número relevante de turistas. Estes, porém, desconhecem que esse espaço geográfico é classificado pela Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (SESAB) como área de transmissão intensa para a LVA (BRASIL, 2006; BAHIA, 2010), o que contribui para maior exposição ao ciclo de transmissão desta zoonose.

Tem-se observado que a LVA apresenta um padrão comportamental com significativas associações com os fatores ambientais, socioeconômicos e demográficos, o que indica tendência por áreas geográficas específicas. O processo de transição epidemiológica desta parasitose, provavelmente, desencadeia-se por um complexo de fatores como modificações antropogênicas sobre o meio-ambiente que reduz o espaço ecológico da doença, interfere no seu ciclo silvestre e favorece a adaptação dos vetores a outros ambientes (BEVILACQUA et al., 2001; COSTA, 2008). Os altos índices de dispersão da LVA e a sua re-emergência em diferentes áreas colocam em discussão as metodologias

empregadas no seu controle, o que exige a adoção de novas estratégias.

A abordagem ambiental oferecida pela epidemiologia paisagística, com a aplicação das geotecnologias no estudo das enfermidades atende aos apelos da Organização Mundial da Saúde (OMS) em relação à identificação de áreas de risco para doenças (BAVIA et al., 2005; WHO, 2010). Tradicionais fatores preditivos para doenças transmitidas por vetores incluem variáveis climáticas, índices de vegetação por diferença normalizada (IVDN), cobertura vegetal, uso do solo e altitude, que para o estudo da LVA não poderia ser diferente ao se considerar a ecologia do flebotômico vetor (NETO et al., 2009; VALDERRAMA et al., 2010).

Assim, objetivou-se com este estudo verificar a correlação entre os casos confirmados de LVA em humanos e caninos e os fatores ambientais como IVDN, altitude, cobertura vegetal e uso do solo no município de Conde, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Conde, que abriga uma população de aproximadamente 23.620 habitantes, distribuídos em 965km² de área total, está situado na Costa dos Coqueiros, Litoral Norte baiano, coordenada 8693676 N e 651371 E, e altitude média de 12 metros (BRASIL, 2011a). O clima é caracterizado como úmido a subúmido, com variação de temperatura entre 23°C e 25°C, e precipitação média anual entre 1.100 e 2.000mm (BRASIL, 2011b).

O banco de dados foi elaborado mediante a utilização dos casos confirmados de LVA no município, no período de 2003 a 2006, que foram disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) e SESAB. A

partir dos registros dos casos humanos foi considerado o número total de casos da doença, sexo, idade, endereço, mês e ano de ocorrência. Para caninos, utilizaram-se as variáveis: casos de LVA, endereço, mês e ano de ocorrência.

A população total do município foi obtida do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2000) e a população canina foi estimada em 10% da população humana (WHO/WSPA, 1992). A prevalência da doença em humanos foi calculada através da relação entre o número de casos de LVA e a população total do município, por 1.000 habitantes.

A localização espacial dos endereços foi realizada através do receptor GPS (*Global Position System*), cuja captura de coordenadas foi feita em sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercador) e de referência elipsoidal SAD69, etapa que contou com o auxílio dos agentes de endemias do município. Os dados georreferenciados foram inseridos na base cartográfica digitalizada do município, composta pelo mapa da divisão administrativa, cedido pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER).

Para a extração do índice de vegetação por diferença normalizada foi utilizado a imagem do satélite Terra MODIS (resolução espacial 250 metros), obtida no *site US Geological Survey*, ano 2005 (NASA, 2010). Os valores do IVDN foram extraídos considerando-se uma área de *buffer* com raio de 750 metros, a partir dos casos de LVA, conforme a Equação 1 (CHUVIECO & HUETE, 2010; WEIER & HERRING, 2011).

Equação 1:

$$IVND = \frac{(\text{Banda 2} - \text{Banda 1})}{(\text{Banda 1} + \text{Banda 2})}$$

O modelo digital de terreno foi extraído a partir da imagem de satélite para determinação das altitudes dominantes em relação à doença. Informações digitalizadas e georreferenciadas sobre cobertura vegetal e uso do solo da área de estudo foram fornecidas pelo Departamento de Defesa Florestal da Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia (DDF/SEAGRI), em formato *shapefile*. As análises da distribuição espacial da LVA humana e canina no município e sua correlação com a cobertura vegetal da área de estudo foram realizadas inicialmente por meio de análise descritiva da situação epidemiológica da doença no município, e em seguida análise de correlação de Pearson entre doença em humanos e caninos, índice de vegetação, altitude e cobertura vegetal. Um modelo de regressão linear foi gerado mediante utilização do método estimador de máxima verossimilhança, considerando-se a interação de cada variável inserida no modelo. As análises foram realizadas pelo pacote estatístico SAS/STAT® (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Conde merece atenção das autoridades de saúde por ser um pólo turístico em ascensão e por apresentar características climáticas que formam o substrato básico para o desenvolvimento e a manutenção de doenças que trazem na sua cadeia epidemiológica a presença do mosquito vetor, como a leishmaniose visceral americana.

No período de estudo, 61 casos de LVA em humanos e 64 casos em caninos foram confirmados no município. A densidade demográfica foi calculada em

24,5hab/km² e a densidade canina foi estimada em 2,4 animais/km².

A doença se apresentou no município como independente da variável sexo, com 51% dos casos registrados entre os homens. Muito embora a susceptibilidade entre o sexo não tenha explicação científica concludente, a maior ocorrência entre os homens pode estar relacionada às atividades laborais (MARZOCHI et al., 1985; CARMARGO-NEVES et al., 2001; GRAMICCIA & GRADONI, 2005). Segundo Caldas et al. (2001), ao se considerar que o vetor transmissor do agente etiológico (*Leishmania Leishmania chagasi*) tem hábitos antropofílicos e peridomiciliares, deve-se observar também, que as mulheres podem estar igualmente expostas. A doença esteve presente na comunidade e afetou indivíduos com idade de um a 84 anos, com mediana de 23,5. No entanto, 45,9% dos infectados (28/61) tinham idade inferior a 15 anos. Tais achados corroboram a literatura, que cita as crianças como mais susceptíveis à LVA, provavelmente devido à imaturidade imunológica, subnutrição e também por serem inseridas, antecipadamente, na força produtiva, o que aumenta a exposição para os indivíduos dessa faixa etária como observado em trabalhos prévios (THOMPSON et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2006; CARNEIRO et al., 2007; BORGES et al., 2008).

No período de estudo, os índices de prevalência foram decrescentes na população humana, cuja variação foi de 1,29 a 0,25/1.000 habitantes. Porém, o número de casos humanos registrados tende a ser maior do que os detectados em função da pesquisa ter sido realizada de forma passiva, pois a notificação do agravo é gerada somente quando o indivíduo procura atendimento médico

(DESJEUX, 2004; GRAMICCIA & GRADONI, 2005).

Foi observada uma relação inversa relativa à população canina, cujo número de casos aumentou progressivamente de 2003 a 2006. Acredita-se que o número de casos caninos também seja maior do que o registrado oficialmente no município. As razões para a subnotificação podem estar relacionadas à elevada concentração de cães assintomáticos (BRASIL, 2006) e ao longo período de incubação da enfermidade (OLIVEIRA et al., 2001). O cálculo da incidência entre os caninos ficou comprometido em consequência da ausência de informações do número de animais examinados.

Acredita-se que as medidas de controle empregadas pelos órgãos municipais de prestação de serviços tenham contribuído para a diminuição da ocorrência dos casos humanos, ao mesmo tempo em que foi intensificada a investigação epidemiológica nessa área, o que resultou em um maior registro de casos caninos nesse período.

Por se tratar de dados secundários, um dos principais problemas metodológicos deste estudo foi o georreferenciamento dos mesmos. Houve perda considerável no georreferenciamento das residências de 14,8% (09/61) para os casos humanos e 12,5% (08/64) para os casos caninos em função do preenchimento incompleto das fichas cadastrais e, frequente mudança de endereço por parte dos moradores.

Na distribuição espacial dos casos de leishmaniose visceral (Figura 1), observa-se que 28,8% (15/52) dos casos humanos e 16,1% (9/56) dos casos caninos encontram-se aproximadamente a 6,0Km de distância da sede do município, o que reforça a tendência de urbanização da doença.

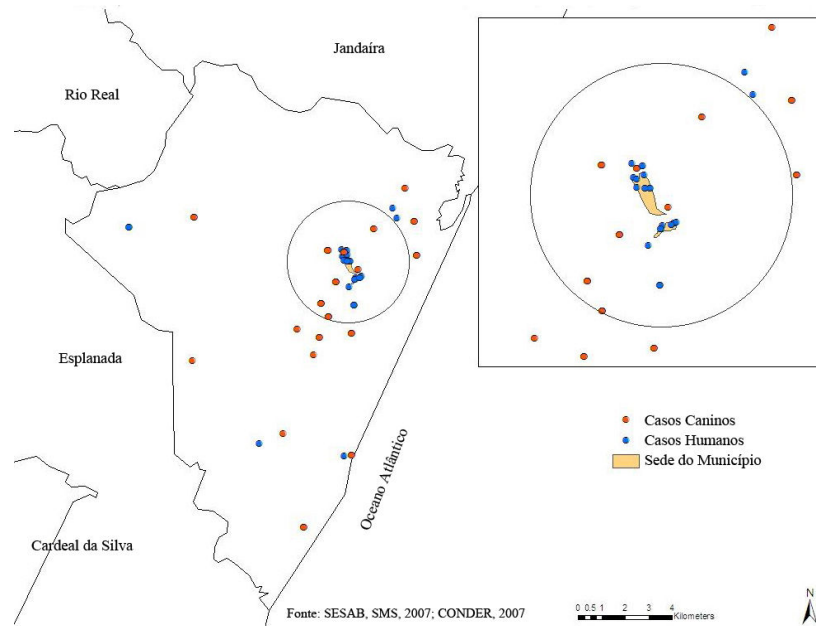


Figura 1. Distribuição espacial dos casos de Leishmaniose Visceral Americana humana e canina no município de Conde, Bahia, no período de 2003 a 2006

O uso do Sistema de Informações Geográficas e do Sensoriamento Remoto têm facilitado a integração de parâmetros ambientais e dados de saúde no desenvolvimento de modelos de monitoramento e controle de endemias. No presente estudo, a utilização da imagem do satélite Terra MODIS permitiu uma análise da vegetação do município através da extração dos valores de IVDN (Figura 2). As áreas em vermelho, que possuem valores próximos a um, são características de áreas que ainda não sofreram interferências humanas, especialmente topos de morros. Os tons variáveis da cor laranja ao amarelo, pela proximidade com o valor um, ainda caracterizam presença de vegetação, porém com menor biomassa (densidade). Os tons de verde claro e azul claro caracterizam áreas que sofreram modificações pelo homem, como presença de cultivos temporários e pecuária. Os tons de azul celeste identificam áreas urbanizadas, com

exposição do solo, enquanto o azul escuro identifica corpos d'água (lagoas, riachos e rios) devido à sua capacidade em absorver a energia eletromagnética emitida pelo sol.

O IVDN do município apresentou variação de 0,46 a 0,79 e média de 0,68. Observou-se cobertura vegetal quase que amplamente distribuída por toda a área de Conde. Aproximadamente 46,2% (24/52) dos casos humanos ocorreram no intervalo de 0,67 a 0,71 e, 39,3% (22/56) dos casos caninos ocorreram entre os valores de 0,71 e 0,75. Entretanto, não foi observada relação de dependência significativa quanto à ocorrência da LVA e essa variável ($R = -0,14$, $p = 0,145$), o que contraria as observações realizadas por Carneiro et al. (2004), no município de Feira de Santana, Bahia, que encontraram correlação positiva significativa entre a ocorrência da LVA e os baixos índices de IVDN da área estudada.

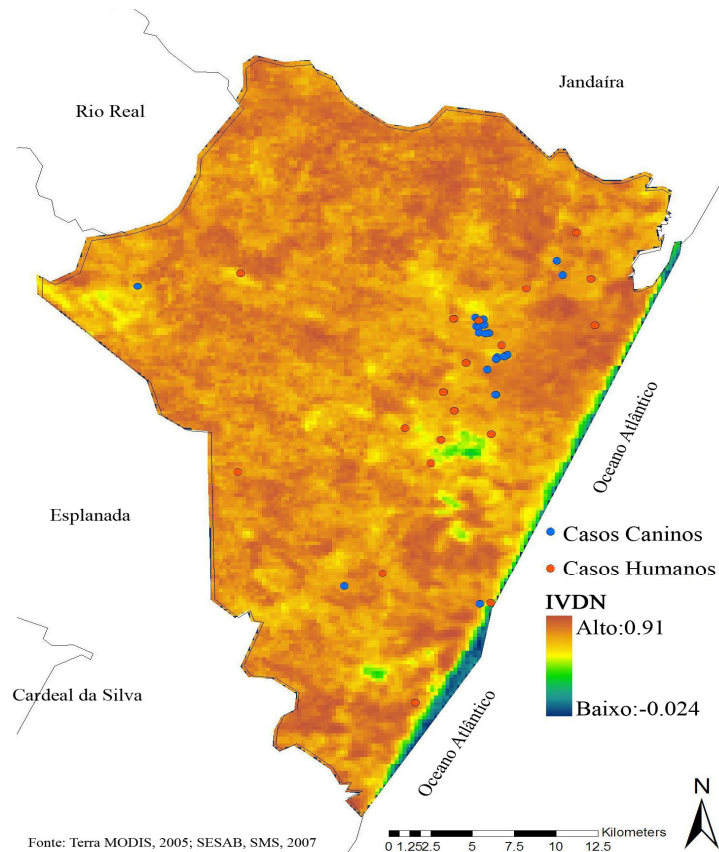


Figura 2. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada do município de Conde, Bahia e distribuição espacial dos casos de Leishmaniose Visceral Americana no período de 2003 a 2006

Na distribuição espacial dos casos de LVA sobre o Modelo Digital de Terreno (Figura 3) observa-se que a altitude média do município de Conde é de 23,6m, com variação de 0 a 198m, e que a maioria dos casos humanos georreferenciados (96,1%) ocorreu em espaço geográfico com altitude de 137,7m. A maioria dos caninos positivos encontrava-se aleatoriamente distribuído no município e, 20% dos demais se concentravam, aproximadamente, há 19m de altitude. Ao se considerar todos os positivos, pode-se observar pela correlação de Pearson, a relação inversa entre a

altitude e a doença ($R= 0,95$, $p<0,0001$), que sugere maior concentração de flebotomíneos em áreas mais baixas do município. Isso reflete o já observado por vários autores com relação às preferências ambientais do vetor da LVA, que exige como condições ambientais ideais para o seu desenvolvimento uma topografia mais ou menos acidentada, caracterizada por vales e montanhas, onde se encontram os denominados “boqueirões ou pés de serra”, vegetação pouco densa com elementos arbustivos e arbóreos de pequeno porte (KAWA & SABROZA, 2002; BRASIL, 2006).

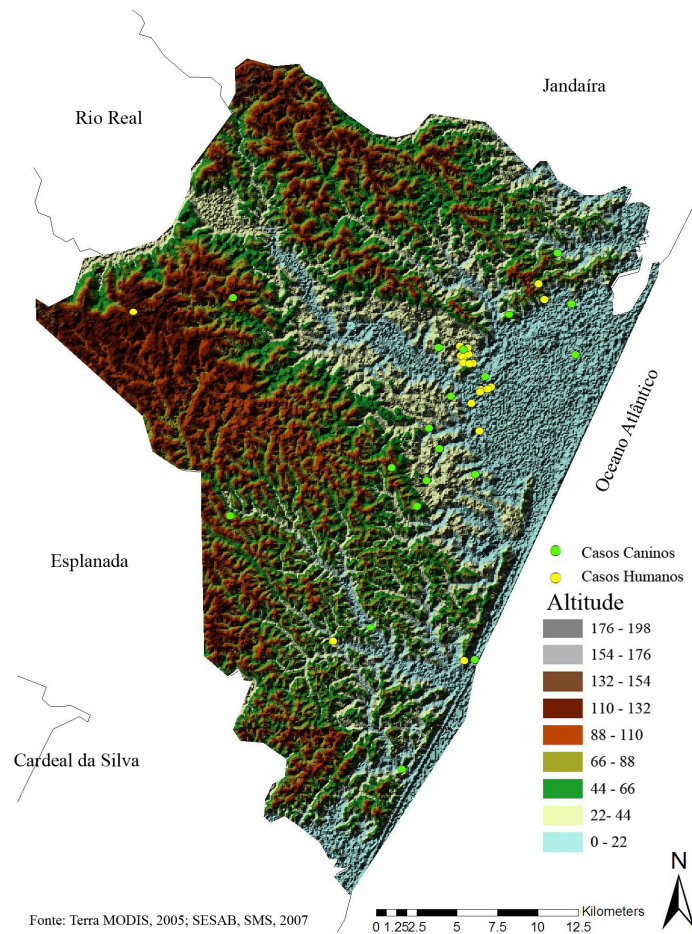


Figura 3. Modelo Digital de Terreno do município de Conde, Bahia e distribuição espacial dos casos de Leishmaniose Visceral Americana no período de 2003 a 2006

A elevação por si só pode não apresentar grande influência na incidência de LVA, mas integra os efeitos de muitos outros fatores, como a distância dos corpos d'água, vegetação baixa e concentração de solo úmido ou rico em matéria orgânica em decomposição, que compõem os requisitos básicos para o desenvolvimento e manutenção do flebotomíneo vetor. A partir do mapa de cobertura vegetal e uso do solo do município (Figura 4), observou-se que 41% dos casos de LVA estavam distribuídos em áreas antropizadas e 37,5% em áreas de agropecuária e de cultura de coco, o que comprova a

predileção do vetor por áreas de vegetação não muito densas, e a tendência a urbanização que esta endemia apresentou nos últimos anos (DANTAS-TORRES, 2006; MESTRE & FONTES, 2007). Segundo Singh et al. (2008), categorias de uso do solo, sejam elas em conjunto ou individualmente, influenciam a incidência da leishmaniose. Entretanto, no município, não houve relação de dependência entre a doença e o tipo de cobertura vegetal e uso do solo ($p=0.809$). Apesar disso, Conde apresentou ecótonos com limites de vegetação secundária em proximidade a áreas rurais e urbanas, que podem ser consideradas como áreas

com grande potencial de risco de transmissão da doença (DESPOMMIER et al., 2007).

Devido à natureza descontínua da pesquisa do flebótomo, dados acerca do vetor não puderam ser aproveitados para este estudo. Entretanto, vale ressaltar que as principais espécies identificadas no município pela SMS foram o *Lutzomyia longipalpis* e *Lutzomyia whitmani*. Em estudos

realizados em áreas rurais do Pantanal Mato-grossense, Braga-Miranda et al. (2006), observaram que a grande maioria dos dípteros, (68%) da fauna flebotomínea, foram capturados em áreas antropizadas. A lacuna observada na literatura com relação à distribuição dos flebotomíneos e o uso do solo evidenciam a necessidade de estudos que contemplem essas variáveis.

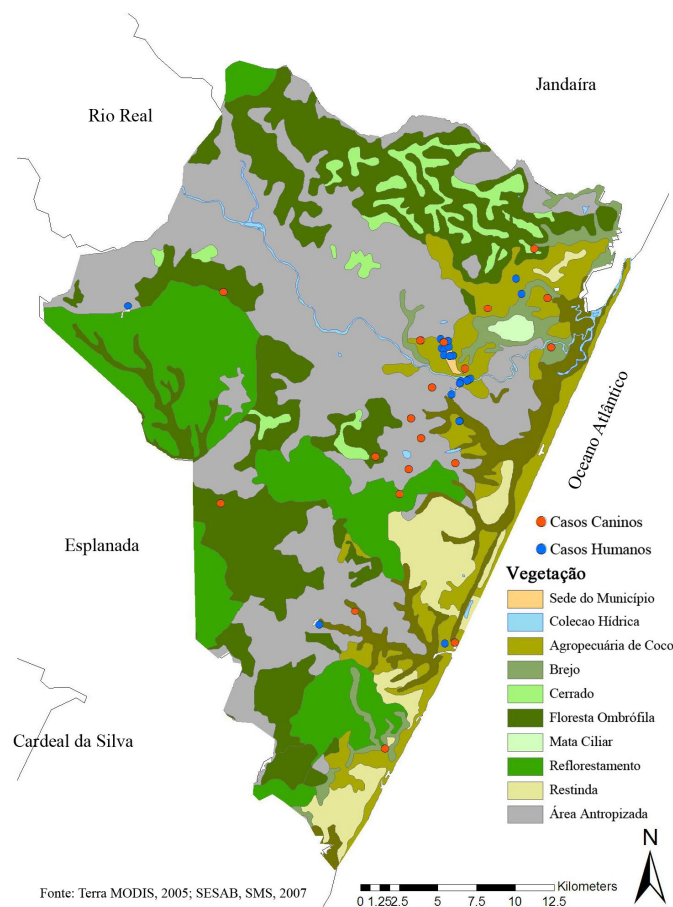


Figura 4. Cobertura vegetal e uso do solo do município de Conde, Bahia e distribuição espacial dos casos de Leishmaniose Visceral Americana no período de 2003 a 2006

No modelo de regressão linear observou-se que a variável que melhor explicou a ocorrência da LVA em Conde foi a altitude ($p < 0,0001$). A utilização de produtos derivados de

satélite tem se mostrado eficiente no estudo de doenças transmitidas por vetores, mais especificamente pelos mosquitos, o que possibilita a identificação de áreas propícias ao seu

desenvolvimento com acurácia de 90% (KALLURI et al., 2007).

Ao se considerar o atual cenário mundial da leishmaniose visceral americana, é possível deduzir que o controle desta enfermidade é mais complexo do que previamente foi suposto (DANTAS-TORRES, 2007). São necessários maiores incentivos para o desenvolvimento de pesquisas multidisciplinares que contemplem a epidemiologia paisagística em associação com as geotecnologias na identificação de fatores associados à endemia e suas áreas de risco.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro; à Secretaria Municipal de Saúde de Conde e Secretaria de Saúde do Estado da Bahia, pela viabilidade de desenvolvimento do trabalho, e aos Agentes de Saúde do município pelo auxílio nas atividades de campo.

REFERÊNCIAS

- BAHIA. Secretaria de Saúde do Estado da Bahia. Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde. **Relatório Leishmaniose Visceral**. Salvador, 2010.
- 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**, v.47, n.1, p.165-169, 2005.
- BEVILACQUA, P.D.; PAIXÃO, H.H.; MODENA, C.M.; CASTRO, M.C.P.S. Urbanização da leishmaniose visceral em Belo Horizonte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.1-8, 2001.
- BORGES, B.K.A.; SILVA, J.A.; HADDAD, J.P.A.; MOREIRA, E.C.; MAGALHÃES, D.F.; RIBEIRO, L.M.L.; FIUZA, V.O.P. Avaliação do nível de conhecimento e de atitudes preventivas da população sobre a leishmaniose visceral em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.24, n.4, p.777-784, 2008.
- BRAGA-MIRANDA, L.C.; MIRANDA, M.; GALATI, E.A.B. Phlebotomine fauna in a rural area of the Brazilian Pantanal. **Revista de Saúde Pública**, v.40, n.2, p.324-326, 2006.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**. Bahia, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância e controle da Leishmaniose Visceral**. Brasília, 2006. 122p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **Casos confirmados de Leishmaniose Visceral, segundo UF de residência. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas. 1990 a 2008**. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2008.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Bahia. 2011a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 27mar.2011.

BRASIL. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Atributos climáticos do Estado da Bahia. Sistema de Dados Estatísticos**. 2011b. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/munsintese/index.wsp?tmp.cbmun.mun=2908606>>. Acesso em: 17jan.2011.

CALDAS, A.J.M.; SILVA, D.R.C.; 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 Luis-MA, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.34, n.5, p.445-451, 2001.

CAMARGO-NEVES, V.L.F.; KATZ, G.; RODAS, L.A.C.; POLETTO, D.W.; LAGE, L.C.; SPÍNOLA, R.M.F.; 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**, v.17, n.5, p.1263-1267, 2001.

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**, v.28, n.1, p.19-32, 2004.

CARNEIRO, D.D.M.T.; FRANCA-ROCHA, W.J.S.; BAVIA, M.E.; TAVARES, A.C. Q.; CARDIM, L.L.; ALEMAYEHU, B. Application of spatio-temporal scan statistics for the detection of areas with increased risk for American visceral leishmaniasis in the state of Bahia, Brazil. **Geospatial Health**, v.2, p.113-126, 2007.

CHUVIECO, E; HUETE, A. **Fundamentals of satellite remote sensing**. Boca Raton: CRC Press, 2010. 436 p.

COSTA, C.H.N. Characterization and speculations on the urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.24, n.12, p.2959-2963, 2008.

DANTAS-TORRES, F. Situação atual da epidemiologia da leishmaniose visceral em Pernambuco. **Revista de Saúde Pública**, v.40, n.3, p.537-541, 2006.

DANTAS-TORRES, F. The role of dogs as reservoirs of *Leishmania* parasites, with emphasis on *Leishmania (Leishmania) infantum* and *Leishmania (Viannia) braziliensis*. **Veterinary Parasitology**, v.149, p.139-146, 2007.

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

DESPOMMIER, D.; ELLIS, B.R.; WILCOX, B.A. The role of ecotones in emerging infectious diseases. **EcoHealth**, v.3, n.4, p.281-289, 2007.

GRAMICCIA, M.; GRADONI, L. The current status of zoonotic leishmaniasis and approaches to disease control.

International Journal for Parasitology, v.35, p.1169-1180, 2005.

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

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.

MARZOCHI, M.C.A.; COUTINHO, S.G.; SABROZA, P.C.; SOUZA, M.A.; SOUZA, P.P.; TOLEDO, L.M.; RANGEL FILHO, F.B. Leishmaniose visceral na cidade do Rio de Janeiro - Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.1, n.1, p.5-17, 1985.

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**, v.40, n.1, p.42-48, 2007.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION - NASA. MODIS Web. Disponível em: <<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/>>. Acesso em: 28set.2010.

NETO, J.C.; 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**, v.25, n.7, p.1543-1551, 2009.

OLIVEIRA, A.L.L.; PANIAGO, A.M.M.; DORVAL, M.E.C.; OSHIRO, E.T.; LEAL, C.R.; SANCHES, M.; CUNHA, R.V.; BOIA, M.N. Foco emergente de leishmaniose visceral em Mato Grosso do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.39, n.5, p.446-450, 2006.

OLIVEIRA, C.L.; ASSUNCAO, R.M.; REIS, I.A.; PROIETTI, F.A. Spatial distribution of human and canine visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brasil, 1994-1997. **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, n.5, p.1231-1239, 2001.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT software. Statistical Analysis System**. Version 9.1.3. Cary, USA, 2004.

SINGH, R.; LAL, S.; SAXENA, V.K. Breeding ecology of visceral leishmaniasis vector sandfly in Bihar state of India. **Acta Tropica**, v.107, n.2, p.117-120, 2008.

THOMPSON, A.R; OLIVEIRA, L.J.W.; 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**, v.67, n.6, p.648-655, 2002.

VALDERRAMA-ARDILLA, C.; ALEXANDER, N.; FERRO, C.; CADENA, H.; MARÍN, D.; HOLFORD, T.R.; MUNSTERMANN, L.E.; OCAMPO, C.B. Environmental Risk Factors for the Incidence of American Cutaneous Leishmaniasis in a Sub-Andean Zone of Colombia (Chaparral, Tolima). **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.82, n.2, p.243-250, 2010.

WEIER, J; HERRING, D. **Measuring vegetation (NDVI and EVI)**. Website NASA, 2011. Disponível em: http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php. Acesso em: 28 mar. 2010

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO/ WORLD SOCIETY FOR THE PROTECTION OF ANIMALS WSPA. **Guidelines for the dog population management**. Geneva, Switzerland, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Control of the leishmaniasis: report of a meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniases**. Geneva, 2010. (WHO technical report series, 949.

Data de recebimento: 01/05/2011
Data de aprovação: 07/10/2011