

## Raiva bovina no estado de São Paulo e sua distribuição espacial entre 1992 e 2003

[Cattle rabies in the State of São Paulo and its spatial distribution from 1992 to 2003]

M.N. Gomes<sup>1</sup>, A.M.V. Monteiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo  
Rua Ministro Godoy, 310  
05015-000 – São Paulo, SP

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São Paulo, SP

### RESUMO

Descreveu-se a influência do relevo, da precipitação, da temperatura e da sazonalidade na distribuição espacial da raiva bovina. Para a realização dessa análise, foi construído um banco geográfico de dados que possibilitou a geração de uma função kernel, com base no somatório anual dos diagnósticos de raiva laboratorialmente positivos entre 1992 e 2003, bem como a verificação da sua relação com as demais variáveis. Constatou-se que a região com relevo montanhoso, maiores índices pluviométricos e temperatura mais amena do planalto atlântico e da província costeira correspondeu às áreas com maior densidade da função, contrapondo-se à região do planalto ocidental com menores índices pluviométricos e áreas mais quentes. Não se observou, no estado, relação entre sazonalidade e raiva bovina no período estudado. A região plana da depressão periférica e o eixo de conurbação São Paulo-Campinas são óbices que dividem, respectivamente, a enfermidade entre as regiões leste-oeste e leste-sul do estado.

Palavras-chave: *Desmodus rotundus*, epidemiologia, análise espacial

### ABSTRACT

*The influences of relief, precipitation, temperature, and seasonally was evaluated on the cattle rabies spatial distribution in the State of São Paulo. In that way, a Geographic Data Bank was developed in order to create a kernel function with the cases of cattle rabies from 1992 to 2003 and its relation with other variables. Results showed that the rainy hilly areas with low temperature in the "Planalto Atlântico" and "Província Costeira" were linked to areas with the higher density of the function in opposite to the plane areas of the "Planalto Ocidental" with low rainy index and high temperatures. There were no relations between seasonality and cattle rabies in the State of São Paulo. The flat region of the "Depressão Periférica" and urban area between São Paulo and Campinas are barriers that determine the disease occurrence in East-West and East-South regions of the State.*

Keywords: *Desmodus rotundus*, epidemiology, spatial analyses

### INTRODUÇÃO

A raiva bovina é uma zoonose transmitida pelo morcego hematófago *Desmodus rotundus*. Em virtude de sua importância para as áreas da saúde pública, da ecologia e da economia (Mayen, 2004), tem sido estudada desde o século passado, principalmente com o objetivo de identificar áreas prioritárias para o seu controle (Kotait et al., 1998; Gomes et al., 2007).

A distribuição da raiva bovina está sujeita, sobretudo, a alterações ambientais (MAPA 2005). Um estudo realizado com o objetivo de conhecer áreas propícias para a raiva bovina no estado de São Paulo foi realizado por Taddei et al. (1991) em relação à epidemia ocorrida na década de 80. Os autores observaram que o inverno seco fez com que os morcegos se deslocassem para áreas mais úmidas e, assim, promovessem uma progressão de casos pelos municípios banhados pelas principais bacias hidrográficas. Relataram, ainda, maior incidência

---

Recebido em 29 de junho de 2009

Aceito em 29 de outubro de 2010

E-mail: murilong@dpi.inpe.br

da raiva em estações frias e com pouca chuva, resultado semelhante ao obtido por Silva et al. (2001a), na análise da enfermidade entre 1976 e 1997, e por Menezes et al. (2008), no estudo entre 1998 e 2006, para o estado de Minas Gerais.

As regiões montanhosas do estado de São Paulo são as áreas mais propícias para o desenvolvimento de abrigos de *D. rotundus* pelo fato de elas, também, estarem situadas, de modo geral, nas regiões com maiores índices pluviométricos e temperaturas mais amenas (Taddei et al., 1991; Kotait et al., 1998). Todavia, áreas declivosas também devem ser analisadas por atuarem como condicionantes para o tipo de cobertura e uso da terra – regiões montanhosas de modo geral, agregam grandes áreas de pastagens e florestas; já as planas incorporam áreas de agricultura extensiva (Piroli et al., 2002; Bolfe et al., 2004) – que, por sua vez, também poderiam moldar epidemias de raiva bovina, conforme discutido em Silva et al. (2001b) e Gomes (2008).

Considerando-se o exposto, a hipótese central deste estudo é fundamentada na relação entre áreas propícias do estado de São Paulo e de conglomerados espaciais (*clusters*) da raiva bovina que podem variar no tempo. O perfil de distribuição espacial da enfermidade ajusta-se ao relevo e ao seu condicionamento para o tipo de cobertura e uso da terra. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi descrever a distribuição espacial da raiva bovina no estado de São Paulo de 1992 a 2003, de acordo com relevo, precipitação, temperatura e sazonalidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaborar este trabalho descritivo, um banco geográfico de dados foi desenvolvido a partir do levantamento, armazenamento e processamento de dados (Câmara et al., 1996). Esses dados contemplaram os diagnósticos laboratorialmente positivos de raiva bovina agregados por municípios do estado de São Paulo entre 1992 e 2003, fornecidos pelo Instituto Pasteur do estado, bem como a altitude (Reprocessing..., 2004), a precipitação e a temperatura (Valeriano e Picinini, 2003). Cabe ressaltar que 2713 diagnósticos positivos de raiva bovina foram computados laboratorialmente e que os dados dos municípios originados após 1992 ficaram agrupados aos municípios antes de suas

emancipações. Em virtude da disponibilidade de dados, a análise entre a sazonalidade e a epidemia foi elaborada apenas entre os anos de 1996 e 2003.

A análise de conglomerados e a interpretação da progressão da enfermidade pelo território com os dados agregados aos limites municipais restringiam a análise por aspectos de ordem natural. A caracterização de enfermidades envolve determinantes ambientais, socioeconômicos e suas inter-relações, que acompanham as alterações do espaço e independem dos limites geográfico-administrativos criados (Barcellos et al., 1988; Gibson et al., 2000). Assim sendo, para criar uma representação mais coerente, a distribuição espacial dos diagnósticos de raiva bovina originalmente agregada à malha municipal foi modelada. Para tanto, uma função kernel quártica (Druck et al., 2004), com raio adaptativo segundo os centroides dos polígonos dos municípios, foi gerada a partir do somatório anual de diagnósticos laboratorialmente positivos de raiva bovina.

Em relação ao relevo, Taddei et al. (1991) utilizaram a classificação do estado de São Paulo para caracterizar as áreas favoráveis ao morcego hematófago e o surgimento de raiva em herbívoros pelas grandes áreas: província costeira, planalto atlântico, depressão periférica e planalto ocidental. Da mesma forma e com objetivo de comparação, a descrição do relevo de acordo com as grandes áreas (Almeida, 1964) também foi empregada neste trabalho. Os dados de altitude (Reprocessing..., 2004), que estavam originalmente agrupados conforme as cartas do território brasileiro na escala 1:250.000, foram distribuídos em mosaicos para abranger toda a extensão do território paulista e, assim, possibilitaram editar as grandes áreas propostas por Almeida (1964).

Os aspectos de precipitação e temperatura também foram considerados por Taddei et al. (1991) e aqui foram descritos pelo trabalho de Valeriano e Picinini (2003). Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos pelas informações das bases climáticas distribuídas no estado de São Paulo entre os anos de 1962 e 1992, gerados em grade de resolução de 1km<sup>2</sup> por meio de Krigeagem (Valeriano e Picinini, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Similaridades entre este trabalho e aquele desenvolvido por Taddei et al. (1991) foram observadas. Ou seja, a parte leste do estado que apresentou maior casuística de raiva foi a mesma apontada por esses autores como a mais sensível para o surgimento da raiva bovina.

Há aparentes relações de concordância espacial entre a raiva bovina, o relevo montanhoso, o maior índice de precipitação e a menor temperatura (Fig. 1, 2 e 3). Na análise da difusão da epidemia, observou-se, inicialmente, uma intermitência na altura do “estrangulamento” da

depressão periférica pelo planalto atlântico e região das *cuestas*, além de progressões pelo Vale do Paraíba, no sentido da capital paulista, e Vale do Ribeira, no sentido do estado do Paraná. Em seguida, um padrão de deslocamento de oeste para leste logo se dissipou no planalto ocidental, e uma ligação de progressões ocorreu entre o meio das *cuestas* e o sul do estado no ano de 1996. Como uma intermitência ocorreu nessa região da *cuesta* na segunda metade da epidemia, provavelmente a ligação observada é decorrente de diagnósticos surgidos nesse local que migraram e se interligaram com os diagnósticos do sul.

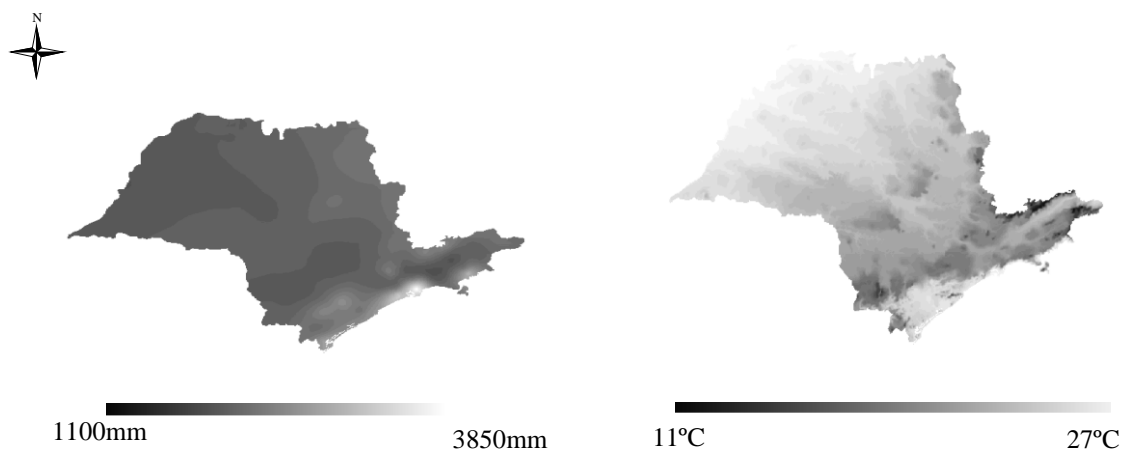


Figura 1. Precipitação e temperatura média anual do estado de São Paulo entre 1962 e 1992. De um modo geral, as regiões do leste paulista possuem temperatura mais amena e maiores índices pluviométricos que a região oeste (Valeriano e Picinini, 2003).

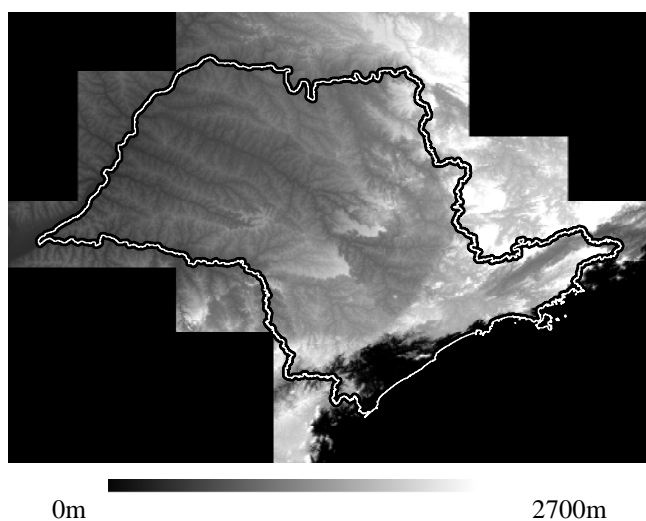


Figura 2. Mapa de altitude do estado de São Paulo, o qual moldou a edição das grandes áreas de relevo conforme Almeida (1964) (Reprocessing..., 2004)

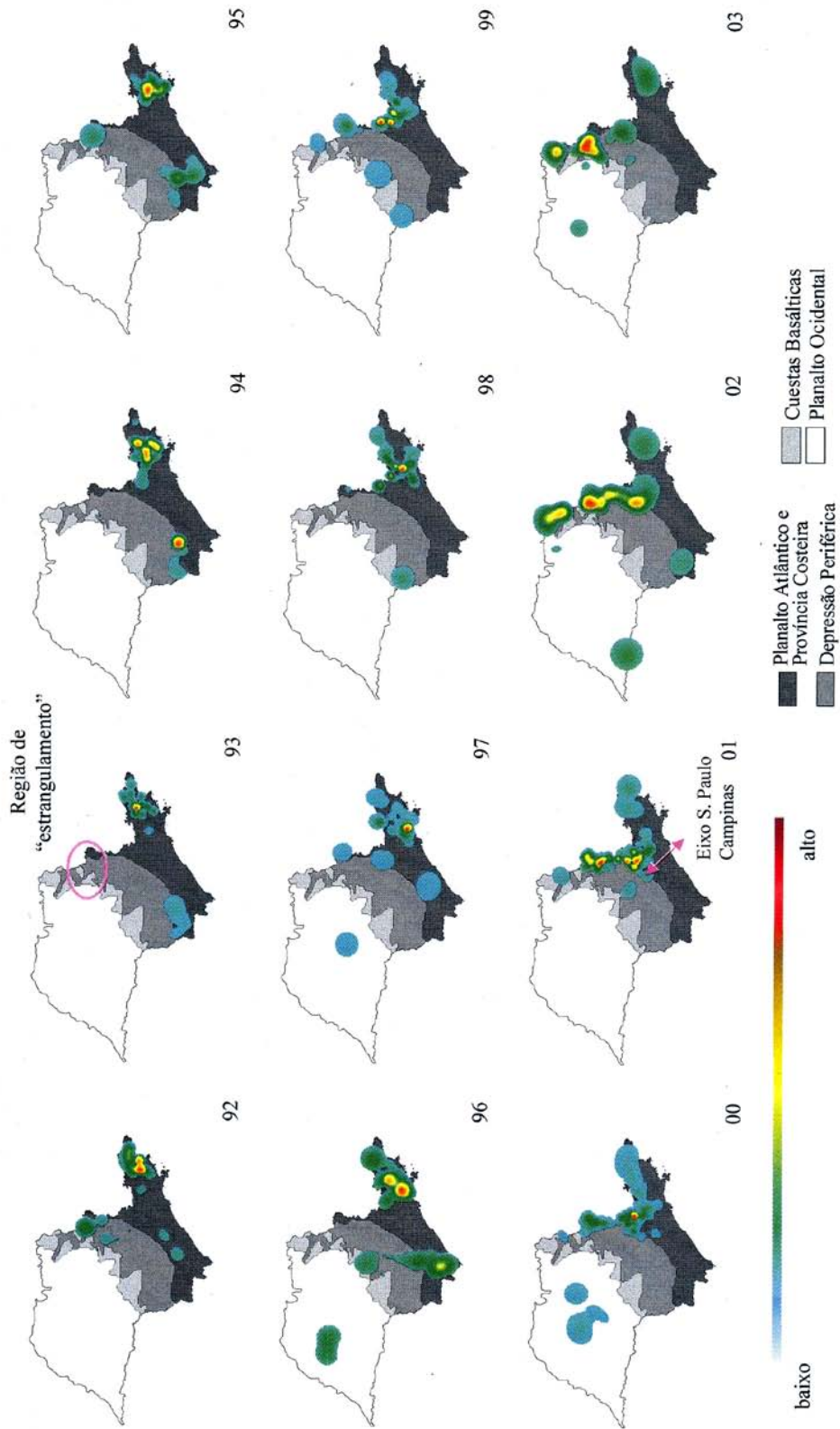


Figura 3. Mapa da função kernel para cada ano da série histórica, sobreposto à divisão geomorfológica do relevo paulista.

Com o decorrer dos anos, a progressão que cresceu pelo Vale do Paraíba ganhou corpo ao se unir àquelas que adentraram para o interior do estado a partir da divisa de Minas Gerais. A intermitência do “estrangulamento” foi quebrada e a epidemia tendeu à depressão periférica e ao sul, porém ficou premida entre a divisa do estado mineiro até a altura do eixo São Paulo-Campinas e o domínio do planalto atlântico. Por fim, uma nova intermitência de diagnósticos surgiu na região sul, uma sequência sem lógica aparente apareceu no planalto ocidental e foram observadas progressões do planalto atlântico para o ocidental que transpassaram a depressão periférica exatamente pelo denominado “estrangulamento”.

A análise da enfermidade mostrou, principalmente, influência da depressão periférica na difusão da epidemia. A forte presença de plantações extensivas na região em relevo menos acidentado da depressão periférica, como cana-de-açúcar, soja, culturas irrigadas, milho e feijão (IBGE, 2005), assim como a forte conurbação do eixo São Paulo-Campinas (Gomes, 2008), pode ter interferido na distribuição espacial da raiva bovina.

De acordo com o observado por Taddei et al. (1991), Trajano (1996) e Gomes et al. (2005), uma epidemia de raiva tende a acompanhar o raio de voo da espécie hematófaga. Ao se defrontar com grandes áreas de classes contínuas de uso e cobertura da terra maiores que sua área de ação (*home range*) e com pouca presença de bovinos, o *D. rotundus* naturalmente evitaria colonizar todos os ambientes possíveis. Dessa forma, as progressões da raiva bovina oriundas da divisa com Minas Gerais e sul do estado tenderam a se moldar às áreas de maior declividade, justamente aquelas que são impróprias para o cultivo agrícola extensivo e onde ocorrem grandes áreas de pastagem, com produção pecuária de subsistência, próximas às florestas e com maior capacidade de suporte do meio para o grassamento de epidemias (Ferreira et al., 1999; Gomes, 2008).

Na época em que Taddei et al. (1991) realizaram suas análises, os autores observaram que os planaltos ocidental e atlântico estavam

integrados sem uma grande presença de plantações extensivas na depressão periférica, principalmente cana-de-açúcar. Provavelmente, foi essa a razão de seu estudo não ter observado o truncamento da epidemia nesta área. Até 1983, as regiões dos municípios como Aguai e Mogi Mirim, assim como aquelas banhadas pelos leitos dos rios Pardo, Mogi Guaçu e Piracicaba, todos situados na abrangência da depressão periférica, foram incluídas entre as áreas de maior incidência para raiva bovina no estado (Taddei et al., 1991).

Na análise atual da enfermidade, observou-se que as progressões formadas nos planaltos atlântico e ocidental pouco transpassaram a abrangência da depressão periférica. Com exceção do ano de 1996 e da região do “estrangulamento” da depressão periférica pelas *cuestas* e planalto atlântico (Fig. 3), não houve fusão de progressões da parte leste e oeste do estado. Da mesma forma, não ocorreu desprendimento das progressões originadas na divisa do estado de Minas Gerais para o sul paulista em virtude da presença do eixo São Paulo-Campinas. A depressão periférica e o citado eixo acabaram por representar marcos divisórios; mesmo os diagnósticos positivos que surgiram na região das *cuestas* tenderam a ser autolimitantes, contrapondo-se ao exposto por Taddei et al. (1991). Esse fato caracterizaria o estado de São Paulo por áreas independentes as quais, na realidade, determinariam “próprias epidemias” que surgiriam em uma mesma época, em diferentes locais.

Dessa forma, áreas declivosas parecem sustentar epidemias de raiva bovina não só por oferecerem ambiente aprazível para o *D. rotundus* (Controle..., 2005) mas também por determinarem como seu principal uso da terra as áreas de pastagens, que favorecem a introdução de bovinos, morcegos hematófagos e permitem maior capacidade de suporte do meio.

Verificou-se que não há uma aparente relação entre a sazonalidade e a incidência de raiva no período avaliado (Fig. 4), diferentemente do discutido por Taddei et al. (1991), Silva et al. (2001a) e Lord (1992) para outros locais.

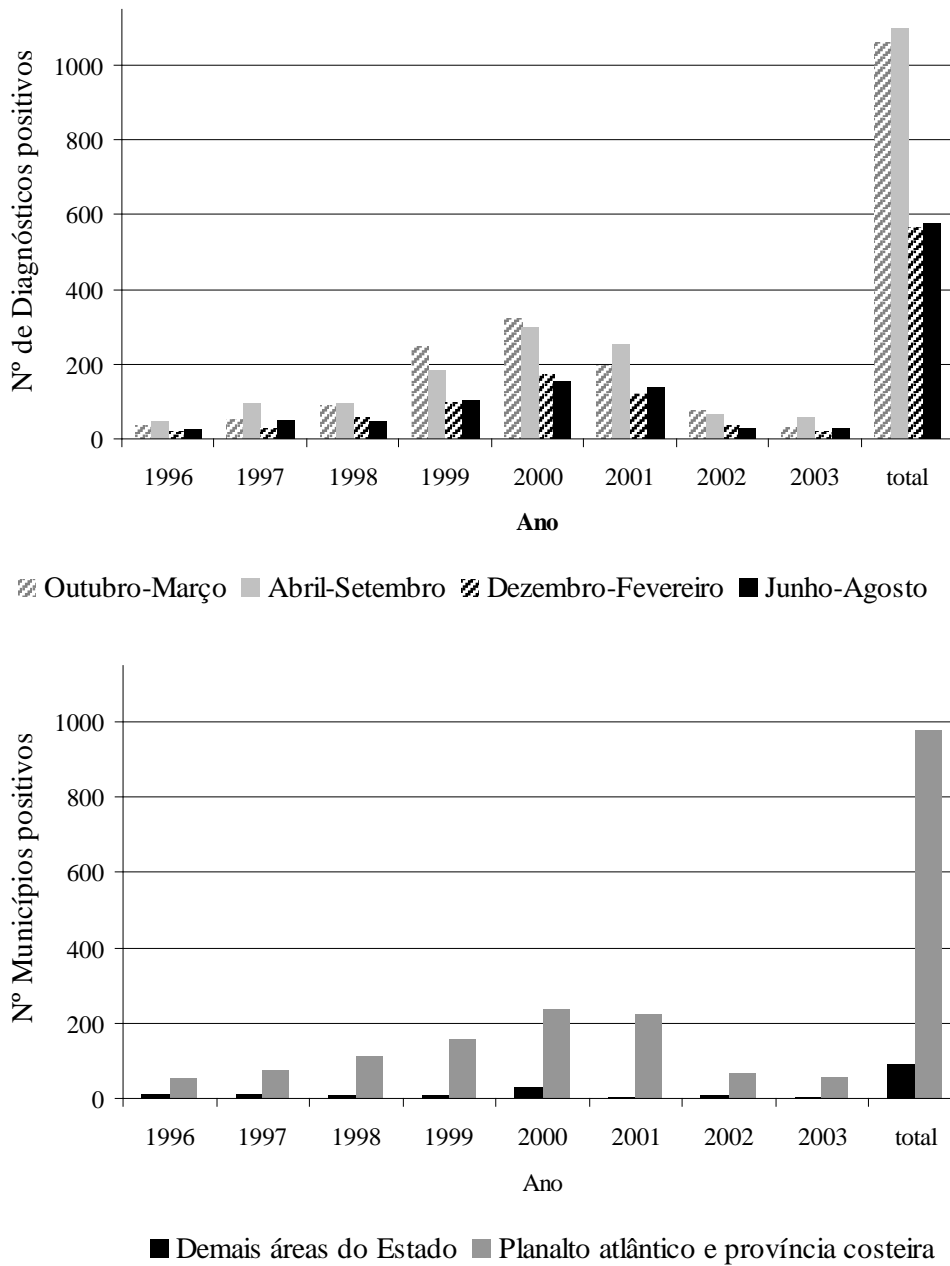


Figura 4. Distribuição dos diagnósticos positivos de raiva bovina por semestres e trimestres que caracterizam o verão e o inverno no estado de São Paulo. Somatória do número de municípios positivos para raiva bovina a cada ano, de acordo com a divisão geomorfológica no estado de São Paulo, entre 1996 e 2003.

Taddei et al. (1991) relataram que os deslocamentos de morcegos para abrigos mais úmidos e a reorganização das colônias durante a estação seca poderiam ser fatores desencadeantes de epidemias. Da mesma forma, Silva et al.

(2001a) avaliaram maior número de diagnósticos positivos durante a estação seca no estado de Minas Gerais, entre os anos de 1976 e 1997. Em divergência com outros autores, Lord (1992) verificou que a maior parte dos casos nos países

próximos ao Equador estava associada ao maior índice pluviométrico da estação chuvosa. Esse autor considerou que o padrão estacionário de reprodução da espécie na estação seca, o deslocamento entre abrigos e o influxo nas colônias de jovens morcegos desmamados na estação anterior poderiam concentrar os casos de raiva nos períodos chuvosos.

Uma possível explicação para as análises dos resultados deste trabalho divergirem das análises de Taddei et al. (1991) e Silva et al. (2001a) reside no fato de a enfermidade estar relacionada aos municípios com maior precipitação e temperaturas mais amenas do planalto atlântico (Fig. 1). Os estudos de Taddei et al. (1991) abarcaram maior número de municípios da região quente com menor precipitação do planalto ocidental, o que poderia ter levado os morcegos a realizarem deslocamentos, enquanto Silva et al. (2001a) consideraram integralmente o estado mineiro, e, assim, não foi possível verificar a concordância entre os dados aqui levantados e os do sul de Minas. As divergências com o trabalho de Lord (1992) podem ser em virtude de o estado de São Paulo, localizado mais ao sul, apresentar clima mais ameno que a faixa equatorial.

De um modo geral, o argumento principal utilizado por pesquisadores para explicar as epidemias nas épocas chuvosa ou seca envolve as mudanças de abrigos realizadas pelos morcegos e a reorganização das colônias; ou seja, o deslocamento dos morcegos entre abrigos constitui a base para a incorporação da sazonalidade nas epidemias.

A sazonalidade da raiva pode não ser recorrente, principalmente pelo fato de os morcegos encontrarem áreas de classes de cobertura e uso da terra que desfavoreçam grandes deslocamentos e pela sua adaptabilidade a diferentes tipos de abrigos artificiais (Gomes et al., 2004). Pelo fato de os morcegos sofrerem ação restritiva dessas classes, as epidemias também ficariam moldadas aos fatores que condicionariam seus deslocamentos. Independentemente das estações, se os morcegos não conseguirem realizar o movimento de ida e volta para lugares mais secos ou mais úmidos, os casos de raiva não serão sazonais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Pasteur, à Coordenadoria de Defesa Agropecuária de São Paulo e ao Dr. Márcio de Morrison Valeriano, pelo fornecimento de dados e à FAPESP, pelo suporte desse projeto N<sup>o</sup> 03-12319-0.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. *Bol. Inst. Geogr. Geol. Estado de São Paulo*, v.41, p.167-262, 1964.

BARCELLOS, C.; LAMMERHIRT, C.B.; ALMEIDA, M.A.B. et al. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. *Cad. Saúde Pública*, v.19, p.234-242, 1988.

BOLFE, E.L.; PEREIRA, R.S.; MADRUGA, P.R.A. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado aos recursos florestais. *Cienc. Rural*, v.34, p.104-111, 2004.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M. et al. Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Comput. Graph.*, v.20, p.395-403, 1996.

CONTROLE da raiva dos herbívoros. Brasília: MAPA, 2005. 104p.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G. et al. *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: EMBRAPA, 2004. 209p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise>> Acesso em: 22 mar. 2005.

FERREIRA, C.R.R.P.T.; VEGRO, C.L.R.; BORTOLETO, E.E. et al. Caracterização da pecuária bovina no estado de São Paulo. *Inf. Econ.*, v.29, p.7-30, 1999.

GIBSON, C.; OSTROM, E.; AHN, T.K. The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. *Eco. Econ.*, n.32, p.217-239, 2000.

GOMES, M.N.; UIEDA, W. Abrigos diurnos, composição de colônias, dimorfismo sexual e reprodução do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) no estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v.21, p.629-638, 2004.

- GOMES, M.N.; UIEDA, W.; LATORRE, M.R.D.O. Influência do sexo de indivíduos da mesma colônia no controle químico das populações do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae) no Estado de São Paulo. *Pesq. Vet. Bras.*, v.26, p.38-43, 2005.
- GOMES, M.N.; MONTEIRO, A.M.V.; NOGUEIRA, V.S. et al. Áreas propícias para o ataque de morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* em bovinos na região de São João da Boa Vista, estado de São Paulo. *Pesq. Vet. Bras.*, v.27, p.307-313, 2007.
- GOMES, M.N. *Padrões espaciais da raiva bovina e seus determinantes no Estado de São Paulo entre 1992 e 2003*. 2008. 277f. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo.
- KOTAIT, I.; GONÇALVES, C.A.; PERES, N.F. et al. *Controle da raiva dos herbívoros*. São Paulo: Instituto Pasteur, 1998. 15p.
- LORD, R.D. Seasonal reproduction of vampire bats and its relation to seasonality of bovine rabies. *J. Wildl. Dis.*, v.28, p.292-294, 1992.
- MAYEN, F. Hematophagous bats in Brazil, their role in rabies transmission, impact on public health, livestock industry: an alternative to an indiscriminate reduction of bat populations. *J. Vet. Med., series B*, v.50, p.469-472, 2003.
- MENEZES, F.L.; SILVA, J.A.; MOREIRA, E.C. et al. Distribuição espaço-temporal da raiva bovina em Minas Gerais, 1998 a 2006. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, p.566-573, 2008.
- PIROLI, E.L.; BECKER, E.L.S.; BOLFE, E.L. et al. Análise do uso da terra na microbacia do arroio do meio – Santa Maria – RS, por sistema de informações geográficas e imagem de satélite. *Cienc. Rural*, v.32, p.407-413, 2002.
- PRODUÇÃO agrícola municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/> Acessado em: 12 dez. 2005.
- REPROCESSING by the GLCF. (1, 3, 30) Arc Second SRTM Elevation, Reprocessed to GeoTIFF. Version 1.0. College Park, Maryland: The Global Land Cover Facility, 2004.
- SILVA, J.A.; MOREIRA, E.C.; HADDAD, J.P.A. et al. Distribuição espacial e temporal da raiva bovina em Minas Gerais, 1976 a 1997. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.53, p.1-11, 2001a.
- SILVA, J.A.; MOREIRA, E.C.; HADDAD, J.P.A. et al. Uso da terra como determinante da distribuição da raiva bovina em Minas Gerais, Brasil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.53, p.273-283, 2001b.
- TADDEI, A.V.; GONÇALVES, C.A.; PEDRO, W.A. et al. *Distribuição do morcego vampiro Desmodus rotundus no estado de São Paulo e a raiva dos animais domésticos*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1991. 107p.
- TRAJANO, E. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus*. *Biotropica*, v.28, p.121-129, 1996.
- VALERIANO, M.M.; PICININI, A.G. *Geoprocessamento de informações agroclimatológicas*. São José dos Campos: INPE, 2003. 133p. (INPE-10128-RPQ/751).