

Karla Dias Antunes

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA RAIVA EM BOVINOS,
MORCEGOS E CACHORROS-DO-MATO, ASSOCIADA AO USO DA TERRA
NO ESTADO DE SERGIPE, DE 1987 A 2014**

Tese apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Ciência Animal.

Área de concentração: Epidemiologia

Orientador: Prof. Dr. Marcos Xavier Silva

Co-orientadores: Prof. Dr. João Paulo Amaral Haddad
Prof. Dr. José Ailton da Silva

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2017

A636d

Antunes, Karla Dias.1982-

Distribuição espaço-temporal da raiva em bovinos, morcegos e cachorros-do-mato, associada ao uso da terra no Estado de Sergipe, de 1987 a 2014 / Karla Dias Antunes. 2017. 70f:il.

Orientador: Marcos Xavier Silva

Coorientadores: João Paulo Amaral Haddad

José Ailton da Silva

Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais

Área de concentração: Epidemiologia

Inclui bibliografia.

- 1- Bovino - Teses - 2 - Raiva - Teses - 3 – Epidemiologia - Teses - I – Silva, Marcos Xavier– II – Haddad, João Paulo Amaral – III – Silva, José Ailton da – IV- Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – V – Título.

CDD – 636.089

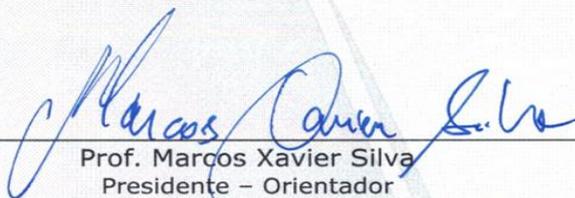
Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

FOLHA DE APROVAÇÃO

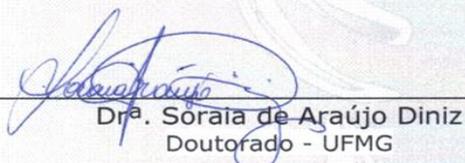
KARLA DIAS ANTUNES

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTORA em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração em EPIDEMIOLOGIA.

Aprovada em 24 de Fevereiro de 2017, pela banca constituída pelos membros:


Prof. Marcos Xavier Silva
Presidente - Orientador


Prof. Arildo Pinto da Cunha
Escola de Veterinária - UFMG


Dr. Soraia de Araújo Diniz
Doutorado - UFMG


Prof. Rômulo Cerqueira Leite
Escola de Veterinária - UFMG


Prof. Antônio Último de Carvalho
Escola de Veterinária - UFMG

*Dedico ao maior bem que Deus
me deu: A minha Família.*

AGRADECIMENTOS

A Jeová Deus, por me dar sabedoria nas minhas escolhas, pela proteção e força para que eu sempre tivesse a perseverança nas minhas decisões, e por me guiar à conclusão de mais uma preciosa etapa de minha vida.

A minha família que eu tanto amo, a começar pelos meus pais Joscelina Dias Antunes e Raimundo Nonato Antunes que sempre vibraram pelas minhas conquistas e me ajudaram bastante, tanto financeiramente como emocionalmente a obter mais uma conquista profissional e aos meus queridos irmãos, Erick Dias Antunes e Fabricio Dias Antunes, por sempre me apoiarem na minha carreira profissional, me ajudarem financeiramente e se emocionarem com as minhas vitórias, a minha cunhada e “irmã de alma” Clarissa Mara Lima de Castro Antunes, por sempre vibrar com as minhas conquistas.

Aos meus avós maternos, Renilde Pereira Dias e José Dias da Costa, ambos *in memoriam*, pelos momentos que passamos juntos e por terem me transmitido confiança, dedicação, força e amor, me proporcionando a realização de vários sonhos.

Ao meu orientador, Dr. Marcos Xavier Silva, pelos ensinamentos, experiência a mim passada e a alegria contagiante que é transmitida em sala de aula. Além do que, ganhei de presente a sua família... rsrs, amizade eterna.

Aos meus Co-orientadores, Dr. João Paulo Amaral Haddad e Dr. José Ailton da Silva por todas as sugestões para a melhoria desta Tese. Só enriqueceram os meus conhecimentos.

Ao professor Dr. Pedro Lúcio Lithg Pereira, por ter sido tão presente em todos os momentos que precisei para execução desta Tese; me passou vários ensinamentos e sugestões para melhoria deste trabalho.

A FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos, permitindo que este trabalho fosse realizado.

A todo corpo docente da Escola de Veterinária da UFMG por contribuírem para a minha qualificação profissional, saibam que levarei comigo cada detalhe ensinado e experiência a mim trocada.

A Dr. Célio da Cruz Fontes, Coordenador do Programa de Controle da Raiva no Estado de Sergipe, representado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMPRAPA e a toda sua equipe, por sempre estarem presentes e atendendo aos nossos pedidos e reivindicações para a produção desta Tese.

A Dr. Carlos Henrique Lordelo dos Reis e toda a equipe do Laboratório Central de Saúde Pública de Sergipe – LACEN da Fundação de Saúde Parreiras Horta – FSPH, pela concessão do banco de dados trabalhado nesta Tese.

A todos os meus colegas do grupo de pesquisa que contribuíram direta e indiretamente para que este trabalho se concretizasse.

A todos os funcionários da Escola de Veterinária da UFMG que sempre me trataram com atenção e carinho em especial a minha querida amiga Luzete Ornelas Queiroz.

A todos os amigos que conquistei nesses quatro anos de moradia em Belo Horizonte – MG, que me deram apoio, amor, carinho me fazendo sentir nos braços da minha família.

A todos que de alguma forma torceram por mim, e independente da distância estavam sempre presentes em minha vida.

“Antes, o mato crescia ressequido na capoeira, chão de espinhos e de cobras. Com a vinda dos sergipanos floresciam roçados de feijão, campos de milho e mandioca, latadas de maxixe e de chuchu. Tudo se transformara. Não apenas a terra, também o povo. Jãozé, Dinorá e o filho que por pouco não morrera no caminho. O sombrio Agnaldo e sua mulher Lia: chegara prenha, botando os bofes pela boca. Aurélio e Nando, sem falar no casal de velhos, batidos e humilhados. Os corumbas enxotados de Maroim renasciam grapiúnas, uns porretas no trabalho. A criança que Lia desovara nas mãos de Coroca, a primeira a nascer em Tocaia Grande, era um bitelo.”

Jorge Amado, *Tocaia Grande*, 1ª edição, p.258, 2008.

SUMÁRIO

Resumo	11
Abstract	12
1. Introdução	13
2. Hipótese	14
3. Objetivos	14
3.1 Objetivo Geral	14
3.2 Objetivos Específicos	15
4. Literatura Consultada	15
4.1 Aspectos Históricos da Raiva	17
4.2 Epidemiologia da Raiva	19
4.3 Ecologia da Paisagem Associada à Raiva dos Herbívoros	24
4.4 Raiva e os Bovinos no Brasil	28
4.5 A Raiva Associada a Reservatórios Silvestres	34
4.6 Controle da Raiva: Políticas Públicas e Futuras Perspectivas	38
4.6.1 Morcegos Hematófagos	38
4.6.2 Cachorros-do-Mato	39
4.6.3 Bovinos	40
5. Material e Métodos	42
5.1 Revisão de Literatura	42
5.2 Área de Estudo	43
5.3 Organização dos Dados	45
5.4 Análise Descritiva	45
5.5 Indicadores do Uso da Terra	45
5.5.1 Variável Explicada (Variável Dependente)	46
5.5.2 Variáveis Explicativas (Variável Independente)	46
5.6 Análise Estatística	47
6. Resultados e Discussão	47

7. Conclusões.....	60
8. Considerações Finais	61
9. Referências Bibliográficas.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS

A.C. - Antes de Cristo

AOA - Área de Ocupação Agrícola

CDA - Coordenadoria de Defesa Agropecuária

DBP - Densidade Bovina por Área de Pastagem

D.C - Depois de Cristo

EETs - Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis

EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe

FMPSEEA - Forças Motrizes, Pressão, Situação, Exposição, Efeito e Ação

GEE - Gases de Efeito Estufa

Ha - Hectare

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFD - Imunofluorescência Direta

IICC - Inoculação Intracerebral em Camundongos

IOA - Índice de Ocupação Agrícola

LACEN- Laboratório Central

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MS - Ministério da Saúde

OIE - Organização Mundial de Saúde Animal

ONU - Organização das Nações Unidas

PIB - Produto Interno Bruto

RABV - Vírus da Raiva

RP - Relação Área de Pastagem

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SMS - Secretaria Municipal de Saúde

SNC - Sistema Nervoso Central

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diagnósticos de raiva em bovinos, morcegos e cachorros-do-mato ocorridos no Estado de Sergipe, Brasil, por períodos de tempo, de 1987 a 2014	48
Tabela 2. Distribuição dos diagnósticos positivos e negativos para a raiva em bovinos, morcegos e cachorros-do-mato por mesorregião no período de 1987 a 2014 no Estado de Sergipe	50
Tabela 3. Valores das médias e desvio padrão em hectares dos indicadores de uso da terra no Estado de Sergipe de acordo com os Censos Agropecuários de 1985, 1995-1996 e 2006.....	52
Tabela 4. Valores das médias em hectares dos indicadores de uso da terra de acordo com as mesorregiões do Estado de Sergipe, Brasil	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Estado de Sergipe	44
Figura 2. Distribuição da ocorrência de diagnósticos positivos para raiva por década em bovinos e cachorros-do-mato no período de 1987 a 2014 no Estado de Sergipe, Brasil	55
Figura 3. Distribuição espacial da raiva em bovinos e cachorros-do-mato no Estado de Sergipe, Brasil, entre 1987 a 2014.....	56

RESUMO

Organização do Espaço como Determinante do Processo Saúde-Doença para a Raiva, Indicadores do Uso da Terra Associados à Raiva Bovina e Ecologia da Paisagem em Relação à Raiva dos Bovinos são temas que estão inteiramente relacionados e abarcam informações necessárias para esclarecer conceitos e dúvidas na área da Pecuária e ambiente silvestre. A pesquisa destes temas elucida o quão importante é o acompanhamento do processo saúde-doença no espaço, principalmente no caso da raiva que é uma doença secular ainda presente nos dias de hoje. Portanto, este trabalho levantou informações a respeito da influência dos indicadores do uso da terra, da organização espacial e da ecologia da paisagem na compreensão da raiva em bovinos no Estado de Sergipe. Utilizou-se como fonte de informação os resultados dos diagnósticos de raiva realizados em espécies de animais bovinos, morcegos e cachorros-do-mato oriundos de todo o Estado, durante o período de 1987 a 2014. Os diagnósticos foram realizados a partir de notificações de casos suspeitos de raiva examinados no Laboratório Central - LACEN, da Fundação de Saúde Parreiras Horta do Estado de Sergipe. Foram observados 1.776 resultados de diagnósticos realizados em bovinos, morcegos e em cachorros-do-mato de 1987 a 2014, a saber: 793 em bovinos, 935 em morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus* e 48 em cachorros-do-mato da espécie *Cerdocyon thous*. Os resultados observados evidenciaram a circulação do vírus em ambiente silvestre no Estado de Sergipe, com uma janela permanentemente aberta, capaz de alimentar a doença em ambientes urbanos e rurais. Essa situação impõe a necessidade de uma permanente e sistemática vigilância epidemiológica da raiva nos ambientes naturais, em espécies silvestres chave, como os quirópteros e os carnívoros, já que o país não dispõe de programa de vacinação de espécies silvestres.

Palavras-chave: análise espaço-temporal, epidemiologia, bovinos, raiva, uso da terra.

ABSTRACT

Space Organization as a Determinant of the Health-Disease Process for Rabies, Land Use Indicators Associated with Bovine Rabies and Landscape Ecology in Relation to Bovine Rabies are topics that are entirely related and encompass information necessary to clarify concepts and doubts in the area of Livestock and wild environment. The research on these topics elucidates how important it is to monitor the health-disease process in space, especially in the case of rabies, which is a secular disease still present today. Therefore, this work raised information about the influence of land use indicators, spatial organization and landscape ecology on the understanding of rabies in cattle in the State of Sergipe. The results of the rabies diagnoses carried out on species of bovine animals, bats and wild dogs originating from all over the state, from 1987 to 2014 were used as an information source. The diagnoses were made from notifications of suspected rabies cases examined at the Central Laboratory - LACEN, of the Parreiras Horta Health Foundation of the State of Sergipe. 1,776 results of diagnoses were observed in cattle, bats and wild dogs from 1987 to 2014, namely: 793 in cattle, 935 in hematophagous bats of the species *Desmodus rotundus* and 48 in bush dogs of the species *Cerdocyon thous*. The observed results showed the circulation of the virus in a wild environment in the State of Sergipe, with a permanently open window, capable of feeding the disease in urban and rural environments. This situation imposes the need for a permanent and systematic epidemiological surveillance of rabies in natural environments, in key wild species, such as chiropterans and carnivores, since the country does not have a vaccination program for wild species.

Key words: bovine, epidemiology, land use, spatial and temporal analysis, rabies.

1. INTRODUÇÃO

A raiva é uma zoonose de grande importância para a saúde humana e animal, sendo responsável por uma encefalite progressiva e aguda em humanos e animais. Considerando que a identificação viral correta tem sérias implicações para a profilaxia e tratamento, é importante um sistema de diagnóstico projetado especificamente para monitorar os casos de infecção.

Diversos estudos sobre a raiva foram realizados, mas é de fundamental importância o acompanhamento desta zoonose de notificação obrigatória, devido às constantes mudanças no agroecossistema e na dinâmica do processo de urbanização, que traz alterações nos ciclos da raiva como aparecimento de colônias de morcegos positivas aumentando o potencial de transmissão da doença, colocando em risco a saúde dos animais e da população. Portanto, para o conhecimento do modelo epidemiológico de uma doença infecciosa, deve-se necessariamente compreender a organização do espaço, pois as modificações ambientais antrópicas alteram o *habitat* dos animais sejam eles, vetores, hospedeiros ou reservatórios, o fato é que se tem aumentado o risco de transmissão e o surgimento de focos de antigas e novas doenças.

A pesquisa elucidada o quão importante é o acompanhamento do processo saúde-doença no espaço, mas especificamente no caso da raiva por ser uma doença antiga, mas ainda presente.

Recentemente, no dia 06 de setembro de 2014 foi noticiado pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) de Corumbá no Estado do Mato Grosso do Sul surto de raiva animal bovino, canino e humano. Casos de surto de raiva humana e/ou animal como os mencionados em Corumbá, fortalecem a premissa de por mais antiga e conhecida que seja a raiva, esta jamais pode deixar de ser pesquisada, analisada, discutida e atualizada no seu contexto contemporâneo.

A bovinocultura que emprega em sua cadeia de produção um contingente relevante de trabalhadores e a utilização do espaço em atividades agropecuárias modificam a paisagem ecológica, predispondo ao surgimento de doenças agudas e emergenciais nas populações. Neste cenário se fazem pungentes a determinação de indicadores de saúde nas populações e a reafirmação de estudos de epidemiologia, na tentativa de interpretar corretamente tais mudanças.

Diversos estudos no País foram realizados enquanto no Estado de Sergipe não houve pesquisa científica a este respeito. Sabe-se que em Sergipe, os biomas Mata Atlântica e Caatinga, encontram-se intensamente degradados. O que ainda resta da Mata Atlântica, menos de 1% de sua cobertura original, encontra-se fragmentada e ameaçada, sendo utilizada ilegalmente para abastecer setores produtivos dependentes do consumo de lenha. Na Caatinga, inexistem inventários florísticos ou outros estudos que caracterizem o atual estado de degradação deste bioma (Linhares e Gewandsznajder, 1998).

Portanto, é necessário o acompanhamento espaço-temporal desta doença de notificação obrigatória devido às constantes mudanças no ecossistema e na dinâmica do processo de urbanização e utilização das áreas rurais que trazem alterações nos ciclos da raiva como aparecimento de colônias positivas aumentando o potencial risco de transmissão da doença, colocando em risco a saúde dos animais e da população, fornecendo subsídios ao Serviço de Defesa Animal do Estado de Sergipe no monitoramento e controle da doença.

Este trabalho levantou informações a respeito da epidemiologia da raiva e a influência da paisagem modificada pela agropecuária na compreensão da raiva no Estado de Sergipe.

2. HIPÓTESE

As modificações ambientais antrópicas alteram o *habitat* dos morcegos vetores da raiva, aumentando o risco de transmissão e surgimento de focos da doença para os bovinos no Estado de Sergipe.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Verificar a evolução espaço-temporal da raiva em bovinos, morcegos e cachorros-do-mato no Estado de Sergipe no período de 1987 a 2014 associados ao uso da terra.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a evolução espaço-temporal da raiva, em bovinos, no Estado de Sergipe no período de 1987 a 2014;
- Caracterizar a evolução espaço-temporal da raiva, em morcegos e cachorros-do-mato, no Estado de Sergipe no período de 1987 a 2014;
- Descrever indicadores do uso da terra associados a transmissão da raiva em bovinos por censos agropecuários (1985, 1995-1996 e 2006) no Estado de Sergipe;
- Descrever indicadores do uso da terra associados a transmissão da raiva em bovinos por mesorregiões no Estado de Sergipe.

4. LITERATURA CONSULTADA

Segundo a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2014), a raiva é uma zoonose importante, responsável por 70.000 mortes por ano em todo o mundo, a maioria crianças em países em desenvolvimento. É causada por um vírus de RNA do gênero *Lyssavirus* e da família *Rhabdoviridae* com sete genótipos diferentes (Gould *et al.*, 1998; Favoretto *et al.*, 2013). Esses vírus neurotrópicos que atuam no sistema nervoso central (SNC) provocam encefalite aguda, letal, o que caracteriza a doença. Seu modo de transmissão se dá por meio da inoculação do vírus rábico, presente na saliva de mamíferos infectados, por mordedura, arranhadura ou lambadura. Apresenta quatro ciclos de transmissão, o urbano, o rural, o silvestre terrestre e o silvestre aéreo, que podem envolver todos os mamíferos, inclusive o homem (Sousa *et al.*, 2013).

Vários estudos sobre a raiva foram realizados ao longo do tempo, mas o monitoramento dessa zoonose ainda é de fundamental importância, pois é uma doença de notificação obrigatória. O resultado das constantes mudanças no agroecossistema e nas áreas urbanas contribui para o surgimento de novos aspectos do ciclo da raiva, favorecendo a presença de novos reservatórios positivos, além de aumentar o risco de transmissão para os animais domésticos (Kotait *et al.*, 2007).

A Organização Mundial da Saúde Animal - OIE (2014) fornece uma base científica para normas, diretrizes e recomendações para o controle de doenças em

animais, a fim de impedir sua disseminação, bem como, normas para o diagnóstico da raiva e produção de vacinas veterinárias de alta qualidade.

Os morcegos desempenham um papel importante no ciclo desta doença e são possíveis reservatórios naturais e/ou transmissores do vírus. A transmissão do vírus da raiva foi sugerida no início do século passado por Carini (1911) ao estudar uma epizootia em Santa Catarina - Brasil. O morcego *Desmodus rotundus* é a espécie mais abundante nas regiões de criação de gado, vários países da América Latina desenvolveram programas para seu controle, uma vez que a vacinação de animais domésticos não impede a ocorrência de espoliação, nem a disseminação do vírus entre as populações selvagens (Brasil, 2009).

É relevante conhecer os modelos epidemiológicos de doenças infecciosas, como a raiva, para entender a organização espacial, as alterações antrópicas, a fim de remodelar novos *habitats* de possíveis vetores, hospedeiros ou reservatórios, avaliando o risco de transmissão e observando a ocorrência de surtos de doenças. Recentemente, no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, em 6 de setembro de 2014, foi relatado pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) de Corumbá um surto de raiva bovina, canina e humana. Observa-se que o Brasil ainda possui a doença em estado endêmico nas populações de diferentes regiões, sendo que casos humanos são encontrados em áreas urbanas após surtos em cães (Favoretto *et al.*, 2013). Os casos de surtos de raiva humana e animal, como os mencionados acima, reforçam a premissa de que essa doença deve ser pesquisada, monitorada, discutida e atualizada. Carnívoros e morcegos são reservatórios e uma importante fonte de infecção para homens e animais domésticos. No entanto, tem sido descrito no Brasil um ciclo selvagem e um ciclo terrestre em surtos e ocorrências (Kotait *et al.*, 2009; Favoretto *et al.*, 2013).

A raiva rural permanece atual como resultado da manutenção da raiva por morcegos *Desmodus rotundus* em bovinos e, recentemente, responsável por surtos da doença em seres humanos (Rupprecht *et al.*, 2002; Schneider *et al.*, 2009; Favoretto *et al.*, 2013).

Os herbívoros têm uma importância de sentinelas (Schneider *et al.*, 2009) para a presença do vírus em populações humanas. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) recomenda a vacinação de rebanhos e o monitoramento de

morcegos hematófagos como medidas de prevenção e controle da raiva (Brasil, 2009; Dias *et al.*, 2011; Braga *et al.*, 2014).

4. 1 Aspectos Históricos da Raiva

A Raiva é uma doença conhecida desde a antiguidade, e, nesta época, se referiam a ela como uma doença que acometia homens e cães, tornando-os “loucos”. O termo Raiva deriva do latim *rabere* que significa “fúria” ou “delírio”, no entanto, também possui raízes no sânscrito *rabhas* que quer dizer “tornar-se violento”. Entre os gregos era chamada de *Lyssa* ou *Litta* que significa “loucura, demência” (Kotait *et al.*, 2009).

Esta enfermidade era temida devido à sua transmissão, ao seu quadro clínico e à sua evolução. Relatos históricos apontam que ela foi observada no Egito por volta do ano de 2300 a.C. e estava presente nas civilizações que cresceram nas margens do rio Nilo, Eufrates e Indo, as quais imputavam-lhe uma origem divina, assim como ocorria com as demais enfermidades (Fenner, 1992 *apud* Maciel, 2000).

No ano 500 a.C., Demócrito descreveu os sinais clínicos da doença e Celso, médico romano, apresentou com exatidão o aspecto clínico no ser humano. Este autor fez comentários sobre a hidrofobia e a natureza contagiosa da doença. Posteriormente, Hipócrates surge como o primeiro pesquisador a mencionar a mordedura do cão como forma de transmissão da doença (Atanasiu, 1974 *apud* Maciel 2000; Villaseñor, 1974 *apud* Maciel, 2000).

A Raiva transmitida por animais silvestres foi descrita na Europa no ano 900 d.C. em Lyon, França, após o ataque de um urso, acometido pelo vírus rábico, a vinte remadores de um porto, dos quais seis desenvolveram a doença e acabaram sendo mortos em decorrência da mordedura do animal agressor (Bravo, 1978 *apud* Maciel, 2000).

No início do século XIX, em 1804, Zinkie, cientista alemão, comprovou que a doença poderia ser transmitida através da saliva contaminada, coletando amostras de cães raivosos e inoculando-as em cães sadios. Já em 1869, foi descrito por Trousseau os sintomas da doença e ele levantou a hipótese de ela ser causada por um vírus específico

e transmitida somente pela mordedura de animais raivosos (Atanasiu, 1974 *apud* Maciel 2000).

Em 1879, Duboué determinou que após a mordedura de um animal infectado ocorre a passagem do vírus pelos nervos periféricos até que ele atinja o sistema nervoso central (SNC). Neste mesmo ano, Galtier adequou a doença ao coelho através de experimentos e, isto serviu como modelo que, posteriormente, foi utilizado pelo cientista francês Louis Pasteur e seus colaboradores (Atanasiu, 1974 *apud* Maciel 2000).

Assim, em 1880, Pasteur iniciou seus estudos sobre a Raiva, os quais foram responsáveis pelo início das pesquisas modernas. Em 1885, juntamente com seus colaboradores, Pasteur conseguiu isolar o vírus e, através de várias passagens do mesmo em coelhos, obteve um “vírus fixo” estável, com período de incubação em torno de sete dias. Isto deu origem ao termo “*virus fixo*”, com curto período de incubação, diferente do “*virus de rua*”, encontrado na natureza e com longo período de incubação. Além disso, Pasteur e seus colaboradores comprovaram que os centros nervosos constituíam o principal sítio de replicação do vírus (Atanasiu, 1974 *apud* Maciel 2000).

Ainda em 1885, Pasteur desenvolveu a primeira vacina utilizando animais de laboratório e a utilizou para o tratamento de uma criança que havia sofrido mordeduras múltiplas de um cão raivoso. Ao obter sucesso no tratamento, foram atendidas centenas de pacientes agredidos por animais raivosos, comprovando a eficácia de sua vacina (Atanasiu, 1974 *apud* Maciel 2000).

Já no início do século XX, no ano de 1903, foi descrito por Negri, nos neurônios do hipocampo dos animais infectados, inclusões eosinófilas, intracitoplasmáticas, denominadas, posteriormente, de corpúsculos de Negri (Atanasiu, 1974 *apud* Maciel 2000).

No período entre 1910 e 1911, houve o primeiro surto de Raiva em herbívoros em Santa Catarina, Brasil. Carini, médico, foi o responsável pelo diagnóstico através da demonstração dos corpúsculos de Negri nos neurônios e pela reprodução experimental da doença, e, através de estudos realizados por ele, levantou-se a hipótese da raiva ser transmitida por morcegos hematófagos (Carini, 1911 *apud* Maciel 2000).

4.2 Epidemiologia da Raiva

Apesar de ser uma enfermidade conhecida desde a antiguidade, a raiva continua causando sérios problemas inerentes à saúde pública em diversos países em desenvolvimento, inclusive no Brasil. Nesses países, a raiva silvestre tem surgido como um novo desafio para vigilância epidemiológica, pois há um crescente e significativo aumento no número de casos humanos. Os principais reservatórios silvestres do vírus rábico no Brasil são o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o sagui (*Callithrix jacchus*), o morcego hematófago (*Desmodus rotundus*) e não hematófagos (Aguiar *et al.*, 2011), raposas (*Dusicyon vetulus*), jaritatacas (*Conepatus sp*), guaxinins (*Procyon cancrivorus*) (Brasil, 2009).

A raiva silvestre assumiu maior importância devido aos hábitos sinantrópicos destes animais, que alcançaram as áreas urbanas e de transição, em consequência da maior oferta de alimentos existente nestas áreas e ao impacto ambiental provocado pela ação humana em seus *habitats* naturais (Kotait *et al.*, 2007). No Brasil, os morcegos foram atribuídos a uma importância crescente na saúde pública porque são reservatórios de raiva. Os estudos filogenéticos indicam que cepas isoladas do vírus da raiva (RABV) de morcegos frugívoros *Artibeus* spp. estão intimamente associados aos do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (Fahl *et al.*, 2012).

Nas décadas de 1910 até 1940 a raiva bovina esteve localizada principalmente no litoral brasileiro, possivelmente associada aos processos de ocupação do solo nessa região. A devastação da mata atlântica para aproveitamento de terras mais férteis, a introdução da pecuária bovina e a construção de ferrovias, rodovias, barragens, túneis, cisternas, canalizações de córregos e rios foram fatores que alteraram o nicho ecológico dos morcegos, em especial dos hematófagos. Posteriormente, surtos de raiva bovina ocorreram no interior dos Estados parecendo acompanhar as grandes transformações ambientais (Silva *et al.*, 2001b).

A difusão da doença no interior do País deu-se à medida que a produção pecuária foi intensificada, as essências florestais foram bastante exploradas pela indústria madeireira e a produção de cereais e sementes, com objetivo de satisfazer as novas exigências do mercado, tornou-se mais eficiente e eficaz em seu papel na economia interna (Pessoa Silva, 1993).

No Brasil, a raiva pode ser considerada endêmica, em grau diferenciado de acordo com a região geopolítica (Ferreira, 2007; Brasil, 2009). Em muitas regiões acredita-se que esteja sendo subnotificada ou confundida por outras enfermidades (Ferreira, 2007). Não se deve concluir o diagnóstico de raiva somente com a observação clínica e epidemiológica, pois existem várias outras doenças e distúrbios genéticos, nutricionais e tóxicos nos quais os sinais clínicos compatíveis com a raiva podem estar presentes (Brasil, 2009).

Historicamente, a sua distribuição e determinações foram influenciadas por alterações induzidas economicamente no espaço agrícola (Ferreira *et al.*, 2012).

Os principais fatores que contribuem para que a raiva no Brasil se dissemine de forma preocupante nos herbívoros domésticos são: aumento da oferta de alimento para morcegos hematófagos, representado pelo significativo crescimento dos rebanhos; ocupação desordenada, caracterizada por macro modificações ambientais, como desmatamento; construção de rodovias e de hidroelétricas, que alteraram o ambiente em que os morcegos viviam, obrigando-os a adaptar-se a novas regiões; atuação insatisfatória, em alguns Estados brasileiros, na execução do Programa Estadual de Controle da Raiva dos Herbívoros (Brasil, 2009).

Quando se busca a compreensão da epidemiologia de doenças muito ligadas ao meio, o espaço deve necessariamente constituir-se em categoria de análise, para que não se ofusque processos importantes (Silva, 2000).

Em sua história a raiva tem causado importantes perdas a rebanhos bovinos em várias regiões do país, acarretando um impacto econômico negativo à cadeia produtiva (Schneider *et al.*, 2009). Num estudo realizado por Wada *et al.* (2007), revelaram que nos anos de 1980 a 2007 foram notificados 1446 casos de raiva humana no Brasil, sendo que destes, 195 (13,5%) foram transmitidas por espécies silvestres, com aumento ao decorrer dos anos, passando de 27,2% na década de 80 para 33,8% na década de 90 e 39% da década de 2000 onde ocorreram surtos de raiva humana, em 2004 e 2005, transmitida por morcegos hematófagos e 62 pessoas foram a óbito nos Estados do Pará e Maranhão, tendo como principal espécie agressora o morcego.

De 2002 a 2009, foram registrados no Brasil casos de raiva em 1.163 morcegos: 80,0% deles não hematófagos; e 20,0% hematófagos. No mesmo período, o maior número de notificações de raiva ocorreu para os animais de produção, com 9.277

positivos para raiva: 88,0% bovinos; 10,0% equinos; e 2,0%, outros animais de produção. Apesar do número reduzido de morcegos hematófagos encontrados positivos para raiva, e considerando-se o grande número de bovinos positivos, recomenda-se utilizar animais de produção para fins de monitoramento da circulação viral e adoção de medidas de prevenção e controle, visto que a transmissão do vírus para essas espécies acontece, principalmente, pela mordedura dos morcegos hematófagos (Wada *et al.*, 2011).

Durante o ano de 2012, foram notificados oficialmente no Brasil 1.435 casos de raiva em bovinos, contabilizando-se somente aqueles diagnosticados em laboratórios oficiais e credenciados (MAPA, 2014).

Silva *et al.* (2001b) consideraram que a raiva bovina no Estado de Minas Gerais poderia sofrer influências dos tipos de usos e das classes de cobertura da terra. Dessa forma, eles analisaram diagnósticos de raiva bovina e os dados obtidos do censo agropecuário agregados aos limites administrativos dos municípios numa série histórica de 1976 a 1997. Os autores constataram que a raiva bovina esteve mais associada às lavouras permanentes e temporárias, pastagens naturais e plantadas e ao efetivo bovino. Eles concluíram de um modo geral, que as transformações antrópicas no espaço agrário, especialmente do uso da terra, influenciaram na distribuição espacial e temporal da raiva bovina no Estado de Minas Gerais.

Em decorrência das transformações antrópicas no ecossistema houve sérios problemas à sobrevivência de várias espécies nativas. Dentre essas espécies, os quirópteros tiveram o comportamento alterado em decorrência da modificação do ecossistema, dispersando e apresentando grande adaptação aos abrigos e à alimentação artificiais. No caso dos morcegos hematófagos, devido à diminuição de animais silvestres, eles adaptaram-se a novas fontes de alimentos, em especial aos bovinos. A epidemiologia da raiva bovina envolve fatores naturais, como o *habitat* favorável aos morcegos e à circulação do vírus rábico no ciclo silvestre, e fatores sociais, que estabelecem a forma com que o homem desempenha a atividade econômica na natureza (Silva *et al.*, 2001a).

Os períodos de diminuição ou de expansão geográfica da raiva bovina, provavelmente, devem-se às medidas de combate aplicadas e às modificações da natureza pelo homem. Isso pode explicar a evolução intermitente e a continuidade do

endemismo da raiva no período de 1998 a 2006 em Minas Gerais. Assim, o combate à raiva bovina não deve ser limitado à sua confirmação na região, mas deve atuar de forma preventiva, incluindo a participação dos produtores, para conter a disseminação da doença nos rebanhos, tendo em vista o considerável efetivo de bovinos que favorecem a presença de morcegos hematófagos em todo o espaço de Minas Gerais (Menezes *et al.*, 2008).

Silva *et al.* (2001a) realizaram um estudo observacional retrospectivo com o objetivo de avaliar a distribuição espaço-temporal da raiva bovina, no Estado de Minas Gerais, na qual foram analisadas 7.526 fichas de diagnóstico de raiva de 1976 a 1997 e observaram tendência crescente anual de diagnósticos positivos de raiva, com predominância nos meses de abril a agosto.

Em estudo realizado por Oviedo-Pastrana *et al.* (2015) de análise dos dados de 10.112 diagnósticos de raiva em animais, fornecidos pelo sistema de vigilância passiva brasileiro de 2001 a 2012. A taxa de positividade das amostras testadas foi de 26,4% e observou-se uma redução nas amostras totais enviadas durante os últimos seis anos. Enquanto que o mapa de densidade do cultivo de grãos indicou concentração de casos na região Sul e diminuição da densidade de casos de raiva no segundo período estudado (2007 a 2012).

Casos descritos por Kanitz *et al.*, (2014) que ocorreram entre final de maio e agosto de 2012 em 45 animais, oriundos de 22 rebanhos, apresentaram sinais neurológicos sugestivos de raiva e foram a óbito. Os rebanhos acometidos pertenciam a pequenas propriedades, caracterizadas pela produção diversificada e agricultura de subsistência, e possuíam entre dois e 58 animais com aptidão para carne e leite. Segundo os autores é possível que a longa estiagem, somada ao desmatamento e à ocupação desordenada de áreas antes preservadas, tenham gerado mudanças ambientais que resultaram em um aumento na população de morcegos hematófagos e, conseqüentemente, no grande número de casos de raiva observado. Diante desse aumento na incidência de raiva em bovinos no Rio Grande do Sul, os autores creditam que as atuais recomendações para o controle da doença no Estado deveriam ser revisadas.

Segundo Fernandes (2007) são notórias a subnotificação dos casos de raiva na Delegacia Regional de Belo Horizonte e a baixa qualidade dos dados disponíveis. Em

geral, a notificação procede de um caso isolado quando um número maior de animais morre com sintomatologia nervosa sem, contudo, nenhum procedimento de diagnóstico diferencial. Durante o período em estudo os casos de raiva bovina diagnosticados apresentaram uma ciclicidade com período não epidêmico de dois anos, com sazonalidade para o fim da época seca e início da época úmida. Além disso, existe na área um sério desconhecimento dos pecuaristas quanto às condições de ocorrência e o risco da doença no rebanho. Com isso, a raiva bovina ocorre na região em consequência de vários fatores, sendo um deles as transformações ambientais originárias das atividades econômicas exercidas pelo homem.

O que poderia explicar a subnotificação dos casos seria que, na classe Médica Veterinária, por vezes, deparamo-nos com certos posicionamentos ou condutas de consensos não apropriados (ou determinam que o animal seja sacrificado e enterrado sem exame clínico e neurológico prévios e/ou após o óbito não coletam fragmentos do sistema nervoso central e/ou não acondicionam o material de forma correta). Frente a um surto de doença em bovinos que curse com sintomatologia de origem nervosa, geralmente, o Médico Veterinário suspeita ou faz diagnóstico de raiva. Em muitos casos, a suspeita ou o diagnóstico estão corretos, já que a raiva transmitida por morcegos é uma das doenças mais frequentes nessa espécie no Brasil. Por outro lado, no País ocorrem outras doenças que afetam o sistema nervoso e que também são responsáveis por grandes mortandades em bovinos. Portanto, se faz necessário que a atuação dos Médicos Veterinários seja correta para possibilitar o diagnóstico exato (Peixoto *et al.*, 1998).

Além disso, o perfil das amostras do SNC de bovinos com síndrome neurológica, enviadas ao Serviço de Defesa Sanitária Animal de Minas Gerais de 2003 a junho de 2010, atende parcialmente os requisitos de vigilância da raiva e Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis (EETs). O método de conservação foi o principal problema encontrado, havendo predomínio de amostras refrigeradas e escassez de amostras formolizadas, inviabilizando a realização da histopatologia em boa parte delas. Além disso, verificou-se um decréscimo gradativo no número total de amostras de bovinos com síndrome neurológica encaminhadas para análise durante o período estudado, fato que requer especial atenção pelos órgãos de defesa sanitária, no intuito de incrementar tal envio (Oliveira *et al.*, 2012).

Segundo Gomes (2009) novos determinantes da raiva bovina para São Paulo se estruturam em torno de quatro grupos: (1) o relevo; (2) as características relacionadas ao efetivo bovino no contexto do ecossistema pecuário; (3) as características dinâmicas do mosaico da paisagem identificadas a partir da evolução dos tipos de uso e classes de cobertura da terra e (4) ainda os elementos relacionados à hidrografia. Os modelos desenvolvidos evidenciaram que são as inter-relações entre os elementos em cada um destes grupos que estão participando na história natural da enfermidade e determinando as mudanças observadas nos padrões espaciais das epidemias. Em síntese, este estudo demonstra que o lugar faz a diferença. As progressões das epidemias e a formação de conglomerados espaciais foram moldadas conforme a geomorfologia do terreno e os específicos tipos de uso e classes de cobertura da terra, em cada região analisada. O perfil da enfermidade baseado em novos elementos da dinâmica territorial, observados nesse trabalho, evidenciou que os determinantes caracterizados deveriam ser considerados na regionalização das ações de controle e vigilância da enfermidade.

A epidemiologia da raiva em morcegos e canídeos deve merecer atenção crescente das instituições governamentais e pesquisadores, visando introduzir estratégias que permitam limitar a difusão da raiva entre os animais silvestres e, se possível, eliminar a raiva nestes importantes reservatórios, espécie por espécie, com o estabelecimento de uma vigilância epidemiológica coordenada e, cada vez mais, com procedimentos de diagnóstico laboratorial (antigênicos e genéticos) que permitam a realização de estudos integrados de genética e ecologia, para o conhecimento da dinâmica da raiva no meio silvestre (Kotait *et al.*, 2007).

4.3 Ecologia da Paisagem Associada à Raiva dos Herbívoros

A Epidemiologia da Paisagem visa compreender a vegetação e as condições geológicas necessárias para a manutenção e transmissão de um determinado patógeno. O termo "*epidemiologia da paisagem*" foi cunhado pela primeira vez por um parasitologista russo em 1966 (Pavlovsky, 1966). O conceito histórico de epidemiologia da paisagem de Pavlovsky consiste em três observações básicas: primeiro, as doenças tendem a ser limitadas geograficamente; Segundo, esta variação espacial decorre de variações subjacentes nas condições físicas (abióticas) e/ou biológicas (bióticas) que

suportam os patógenos e seu vetor e reservatório; E em terceiro lugar, se essas condições abióticas e bióticas podem ser delimitadas em mapas, então tanto o risco contemporâneo como a futura mudança de risco podem ser previsíveis (Pavlovsky, 1966).

Ostfeld *et al.* (2005) observou que poucos estudos tinham considerado como a estrutura da paisagem (composição e configuração) influenciam o risco ou a incidência da doença, e argumentou a favor de "*uma verdadeira integração da ecologia da paisagem com a epidemiologia*". A epidemiologia da paisagem, que lida com essa integração, enfoca "*como a dinâmica temporal de populações de hospedeiros, vetores e patógenos interage espacialmente dentro de um ambiente permissivo para permitir a transmissão da doença*" (Reisen, 2010). Meentemeyer *et al.* (2012) afirmou que a epidemiologia da paisagem "*integra conceitos e abordagens da ecologia da doença com a lente macroscópica da ecologia da paisagem*", mas também observou que apesar da epidemiologia da paisagem emergir em paralelo com a ecologia da paisagem (Pavlovsky 1966; Galuzo 1975) encontra sua própria identidade.

O crescimento populacional, o aumento da expectativa de vida, a maior e melhor distribuição de renda e o aumento da demanda por alimentos de qualidade levam ao mundo o desafio de responder ao aumento do consumo de alimento produzido com sustentabilidade (Albanez e Albanez, 2014).

Outro desafio é a intensificação das mudanças climáticas que certamente provocará adequação nos modelos de produção agropecuária. Os gases de efeito estufa (GEE) são responsáveis por um aquecimento anormal da temperatura do planeta. Apesar das divergências de vários países, a Organização das Nações Unidas (ONU) tem trabalhado na perspectiva de que, caso as emissões não sejam controladas e reduzidas, efeitos, como a maior incidência de secas, o derretimento de geleiras, o aumento do nível do mar e até a intensificação de surtos de doenças, sairão do controle ainda neste século (Albanez e Albanez, 2014).

A produção agropecuária deve estar preparada para atender às exigências da sociedade mundial quanto à conservação da água e do solo, bem-estar animal e mitigação do efeito estufa na produção animal. Devido a anos de esforços na área de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias aplicadas à pecuária, o sistema produtivo tem grande potencial para colaborar com a mitigação do aquecimento global causado

pelos GEE (Albanez e Albanez, 2014). Programas de vigilância capazes de detecção de patógenos ou de doenças emergentes são essenciais e, em muitos casos, predizem a detecção de impactos de escala local que pode ser mais importantes do que prever mudanças em escala global. Neste sentido, o valor de envolver as comunidades locais na vigilância de doenças é cada vez mais reconhecido, com o objetivo de fazer avançar a ciência sobre elas para soluções práticas protegendo desta forma a saúde humana e a vida selvagem (Altizer *et al.*, 2013).

A existência de centros de consumo dentro e/ou fora de um país influem, de forma marcada, na especialização da prática e na regionalização dos sistemas de produção pecuária e nos fluxos de movimentação de animais (Astudillo, 1984).

Cada sistema de exploração pecuária é o resultado da forma de organização da produção por parte do homem, que transforma os recursos naturais de tipo pecuário de uma região através de sua intervenção sobre o ambiente, aplicando recursos de capital, trabalho e tecnologia (Astudillo, 1984).

As inter-relações espaciais entre os sistemas de produção pecuária associadas às formas e graus de interações entre os fatores epidemiológicos endógenos (fontes de infecção, suscetíveis), a taxa de contato entre ambos, e, como consequência, produzem um ecossistema de doença no rebanho (Astudillo, 1984).

Os morcegos hematófagos foram relatados como novos reservatórios da raiva na América Latina e no Caribe no início do século XX, causando prejuízos econômicos na pecuária e mortes humanas. O vírus da raiva, uma vez estabelecido nas populações de cães europeus, subsequentemente pode ter sido transmitido para novas espécies de reservatórios silvestres do novo mundo e evoluiu para distintas linhagens devido às mutações acumuladas ao longo dos séculos. Os hospedeiros reservatórios da raiva no mundo variam conforme as localizações geográficas (Morato *et al.*, 2011).

Porém, mesmo com um intenso monitoramento da raiva, ainda não é possível prever os casos de raiva em herbívoros nos Estados brasileiros, que ainda ocorrem de forma insidiosa (Brasil, 2010).

Muitos serviços veterinários estaduais (sistema de defesa sanitária animal, vigilância epidemiológica etc.) têm buscado a chamada “previsibilidade” da circulação do vírus da raiva, pois há muito perceberam que o combate à raiva com base somente na atuação em focos e na vacinação de suscetíveis não elimina eficazmente o problema.

Assim, os Estados têm se organizado para melhorar seus sistemas de vigilância da raiva em herbívoros, de modo a racionalizar os escassos recursos humanos e financeiros, com o objetivo de desencadear medidas de prevenção em áreas de maior risco. Essas medidas incluem, ainda que de forma localizada, o cadastramento e a tipificação de abrigos do transmissor, um intenso esforço para a vacinação de animais em áreas endêmicas e o georreferenciamento das informações obtidas, com a criação de bancos de dados informatizados. Essa mudança de abordagem tem gerado uma maior mobilização dos serviços veterinários oficiais no tocante à implantação de medidas que visam ao aumento da sensibilidade do sistema de vigilância da raiva, bem como à criação de medidas integradas de combate à doença em áreas limítrofes e em bacias hidrográficas que cruzam fronteiras Estaduais (Dias *et al.*, 2011).

A construção de usinas hidroelétricas, desmatamento, construção de novas ferrovias e rodovias, formação de novas áreas de pastagem, retirada abrupta de fonte alimentar, inundações e outras alterações ambientais e localização dos focos de raiva em bovinos ou *Desmodus* sp são variáveis que facilitam o ingresso do transmissor em determinadas áreas e possibilitam a difusão da doença para novas áreas (Mayen, 2003).

Morcegos hematófagos só existem na América Latina, a partir do México para as províncias do norte da Argentina. Eles são representados por três espécies, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngi*. Enquanto duas espécies (*Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngi*) se alimentam de sangue das aves selvagens; *Desmodus rotundus*, causa perdas econômicas alimentando-se de animais de produção. Casos em que seres humanos foram mordidos por morcego têm aumentado no Brasil (Mayen, 2003, Johnson *et al.*, 2014). Os morcegos tornaram-se alvo das atividades de controle pelas comunidades agrícolas e governos locais. Ações indiscriminadas tais como envenenamento de morcegos e destruição de seus ninhos, colocam em risco a vida de outras espécies de morcegos, que são extremamente importantes para o equilíbrio ecológico (Mayen, 2003).

Em 2005 foram notificados 55 casos de raiva humana transmitida por morcegos hematófagos que se localizaram na região amazônica do Brasil, Peru, Colômbia, Equador e Bolívia onde muitas pessoas foram agredidas em áreas de difícil acesso aos serviços de saúde. A maioria dos casos estava relacionada com áreas de mudanças ecológicas onde se realizavam certas atividades econômicas como a extração do ouro,

desmatamento, retirada súbita de animais, favorecendo o ataque de morcegos hematófagos aos humanos na região (Schneider *et al.*, 2009).

A mesma vegetação que protege os bovinos pode promover maior exposição em áreas vizinhas não propícias para culturas extensivas, ou seja, os bovinos praticamente seriam alocados em áreas de relevo acidentado que são as aprazíveis para o *Desmodus rotundus* (Gomes *et al.*, 2011). Silva *et al.* (2001b) relataram associação entre altos valores de efetivo bovino e raiva, além da constatação de que áreas de lavouras permanentes e temporárias também favoreceriam a enfermidade no Estado de Minas Gerais.

Os rios também são importantes feições geográficas relacionadas à raiva bovina, desde que o tipo de uso e a cobertura da terra das suas várzeas favoreçam a proliferação de morcegos e rebanhos bovinos (Gomes *et al.*, 2011).

A difusão da doença no interior do País deu-se à medida que a produção pecuária foi intensificada, as essências florestais foram bastante exploradas pela indústria madeireira e a produção de cereais e sementes com objetivo de satisfazer as novas exigências do mercado tornou-se mais eficiente e eficaz em seu papel na economia interna (Pessoa Silva, 1993), ou seja, historicamente, a sua distribuição e determinações foram influenciadas por alterações induzidas economicamente no espaço agrícola (Ferreira *et al.*, 2012).

Por seu histórico epidemiológico a raiva silvestre assumiu maior importância devido aos seus hábitos sinantrópicos, que alcançaram as áreas urbanas e de transição, em consequência da maior oferta de alimentos existente nestas áreas e ao impacto ambiental provocado pela ação humana em seus *habitats* naturais (Kotait *et al.*, 2007).

4.4 Raiva e os Bovinos no Brasil

Estima-se que a raiva bovina na América Latina cause prejuízos anuais de centenas de milhões de dólares, provocados pela morte de milhares de cabeças, além dos gastos indiretos com vacinação de bovinos e soro prevenção em humanos (Brasil, 2009).

No Brasil a raiva dos herbívoros pode ser considerada endêmica e em graus diferenciados, de acordo com a região (Brasil, 2009).

O perfil de distribuição espacial da enfermidade ajusta-se ao relevo e ao seu condicionamento para o tipo de cobertura e uso da terra (Gomes e Monteiro, 2011).

Silva *et al.* (2001b), em estudo baseado no censo agropecuário e com dados agregados à malha municipal, consideraram que a raiva bovina no Estado de Minas Gerais sofreu influências das transformações antrópicas no espaço agrário entre 1976 e 1997, especialmente do uso da terra. Gomes *et al.* (2007) constataram que os determinantes inicialmente considerados como aqueles relacionados à enfermidade, principalmente a proximidade aos principais rios, pareciam não estar mais envolvidos na região de São João da Boa Vista, Estado de São Paulo. De certa forma, semelhantes resultados já haviam sido descritos por Silva *et al.* (2001b) em relação à influência do tipo de uso e cobertura da terra na distribuição espacial da enfermidade.

Áreas declivosas parecem sustentar epidemias de raiva bovina não só por oferecerem ambiente aprazível para o *Desmodus rotundus* (Brasil, 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 (Gomes e Monteiro, 2011).

Silva *et al.* (2001a) avaliaram maior número de diagnósticos positivos para a raiva bovina durante a estação seca no Estado de Minas Gerais, entre os anos de 1976 e 1997.

De um modo geral, o argumento principal utilizado por pesquisadores para explicar as doenças 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 (Gomes e Monteiro, 2011).

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 (Gomes e Monteiro, 2011).

A constatação de que os morcegos *Desmodus rotundus* se adaptaram a inúmeros abrigos que originalmente não utilizavam pode evidenciar uma proximidade da sua moradia à fonte de alimento (Gomes *et al.*, 2007). Isto pode significar que as epidemias tomam formas difusas as quais se espalhariam entre pastagens que, conseqüentemente, ficariam moldadas às características da paisagem de uma região (Gomes *et al.*, 2011).

A análise dos eventos evidenciou que há uma forte influência da ação do homem no ambiente. Essa ação não está mais vinculada à transformação de florestas em pasto para a inserção de bovinos como aconteceu no passado, mas relacionada ao novo contexto de exploração da terra. Grandes manchas contínuas com mesma classe de cobertura e tipo de uso da terra, como áreas de cana-de-açúcar e urbanas, interferem na história natural da raiva bovina. Novamente, o próprio homem criou condições favoráveis para a adaptação dos morcegos e a proliferação da enfermidade (Gomes *et al.*, 2011).

No Brasil, Bredt *et al.* (1999), descreveram os abrigos utilizados por diversas espécies de morcegos, inclusive de *Desmodus rotundus*, e a sua distribuição no interior deles. Suspeita-se que a composição das colônias de *Desmodus rotundus* e sua distribuição no interior dos abrigos diurnos devem interferir na eficiência do controle de suas populações, através da pasta vampiricida de aplicação tópica nos morcegos. Uma colônia dividida em vários subgrupos, vivendo espalhados no interior do abrigo, deve ser mais difícil de eliminar do que uma colônia compacta vivendo em apenas um local do abrigo. Nessa situação, o formato e a estrutura dos abrigos devem influir no formato das colônias (Gomes e Uieda, 2004).

Habitualmente suas colônias contêm de 10 a 50 indivíduos; contudo, agrupamentos com 100 ou mais morcegos podem ocorrer principalmente em regiões onde o controle de suas populações não é feito com regularidade (Gomes e Uieda, 2004). Colônias maiores (cerca de 300 indivíduos), foram mencionadas por Bredt *et al.* (1999), para a região do Distrito Federal.

No estudo, realizado em 12 abrigos diurnos do Estado de São Paulo, Gomes e Uieda (2004) verificaram que colônias de *Desmodus rotundus* foram encontradas tanto em abrigos artificiais (67,0%), como pontes, casas e bueiros quanto em abrigos naturais (33,3%), como grutas, mostrando a grande versatilidade adaptativa da espécie na utilização de diferentes tipos de abrigos diurnos. Vivem em colônias, nas quais o

número de indivíduos pode variar de 10 a 300, tendo sido encontradas colônias de hematófagos com mais de 2.000 indivíduos no Brasil e no México.

Lord (1988) evidenciou que certas características de uma região determinam altas populações de *Desmodus rotundus*. Esse trabalho, assim como observações de campo, sugere que áreas próximas aos principais rios não necessariamente devem ser consideradas de risco para ataque de morcegos e que as estratégias de controle da raiva em herbívoros estabelecidas pelos técnicos da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) devem ser reavaliadas. Os fatores que levam os morcegos hematófagos a formarem colônias em determinadas regiões ainda não estão claros, e devem ser alvo de estudos mais específicos que preferencialmente integrem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e escala de análise (Gomes *et al.*, 2007).

A progressão dos focos de raiva em herbívoros está associada às localizações dos abrigos de *Desmodus rotundus* que por sua vez, estão relacionados às principais feições geográficas de uma região. Muitos estudos consideraram elevadas altitudes, rios ou determinado tipo de cobertura da terra como fator protetor ou causal para difusão de epidemias (Cavalcanti *et al.*, 2011). Geotecnologias foram utilizadas por Gomes *et al.* (2011) para gerar um modelo descritivo com três camadas sobrepostas: a enfermidade caracterizada por uma função kernel dos focos de raiva entre 1992 e 2003, os tipos de uso e cobertura da terra obtidos por classificação de imagens de satélites e a altitude oriunda do radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Segundo os autores, a enfermidade esteve fortemente moldada pelas áreas de vegetação rasteira (pastagens). O relevo formou os mosaicos de uso e cobertura da terra, o qual determinou os locais de propagação ou não da enfermidade.

Essas transformações antrópicas modificam profundamente o ecossistema e ocasionam sérios problemas à sobrevivência de várias espécies nativas. Dentre essas espécies, os quirópteros tiveram o comportamento alterado por modificação do ecossistema, dispersando e apresentando grande adaptação aos abrigos artificiais e à alimentação. No caso dos morcegos hematófagos, devido à diminuição de animais silvestres, eles adaptaram-se aos bovinos (Silva *et al.*, 2001b).

Assim, foram detectadas regiões de menores altitudes da Serra da Mantiqueira em Minas Gerais que eram carreadores de casos, assim como, áreas delimitadas pela serra da Quebra Cangalha que divide horizontalmente o Vale do Paraíba. A análise

temporal demonstrou que os focos existiam em Minas e em São Paulo. Frente às constatações, a CDA do Estado de São Paulo priorizou uma faixa na Divisa desses Estados para realização de trabalhos de controle da enfermidade. Os locais relatados como carreadores também estão relacionados com a detecção de novos casos. Com relação à raiva bovina de 1976 a 1997, e o uso da terra e o efetivo bovino dos censos agropecuários em 1985 e 1995, resultados mostraram o mesmo comportamento da raiva bovina de 1976 a 1985, e as variáveis do uso da terra e efetivo bovino em 1985 (Silva *et al.*, 2001b).

Ao considerar os três momentos distintos observou-se que no primeiro período ocorreram modificações no uso da terra e menor ocorrência da raiva e no segundo período, a questão do aumento da propagação da raiva praticamente mascara as relações das variáveis, pois 2/3 dos municípios são positivos quanto à presença/ausência da raiva, visto que a simples medida qualitativa (sim/não) não foi capaz de modificar tais relações. Necessita-se, assim, de não só uma variável qualitativa, mas de algum fator que mensurasse a raiva no município como, por exemplo, o número de casos e a taxa de incidência; no período completo, os dois momentos juntos conseguem explicar bem melhor a correlação da raiva bovina com as variáveis de uso da terra e efetivo bovino, porque não é acobertado pelo excesso de municípios com presença de raiva (Silva *et al.*, 2001b). Dessa forma, a constatação de que a raiva bovina em Minas Gerais está associada às transformações ambientais está de acordo com as observações de Pêsoa Silva (1993).

A menor associação da raiva bovina com matas naturais pode ser devido à manutenção do nicho ecológico dos quirópteros, devida à presença de espécies nativas, que proporcionam abrigos e alimentos, evitando, assim, maior deslocamento e ataque dos morcegos hematófagos aos bovinos. Já a menor associação da raiva bovina com matas plantadas pode ser explicada pela própria organização desse espaço, constituído de árvores, principalmente de *Eucalyptus* sp e de *Pinnus* sp, pouco adequadas à existência de animais tropicais diminuindo a oferta de alimento e abrigo. A menor associação da raiva bovina com as lavouras em descanso e terras produtivas não utilizadas, provavelmente deve-se a menor intervenção antrópica nessas áreas, como a introdução temporária de bovinos, onde o rompimento da harmonia biológica se dá em

menor grau, dando tempo para a própria natureza corrigir os desequilíbrios ecológicos, mantendo o nicho ecológico dos morcegos (Silva *et al.*, 2001b).

O uso da terra é um fator determinante da distribuição temporal e espacial da raiva bovina em Minas Gerais. Existe maior associação entre a ocorrência da raiva bovina em Minas Gerais com o efetivo bovino, áreas de lavouras permanentes e temporárias e pastagens naturais e plantadas. Assim, há necessidade de elaboração de um programa de combate que considere essas áreas diferenciadas de risco (Silva *et al.*, 2001b).

Nos resultados encontrados por Lise (2005) na análise dos dados sobre a epidemia de raiva em bovinos em Resplendor - MG pode-se inferir que a ocorrência da epidemia de 1965 teve origem na redução de 33.760 ha de matas naturais, entre 1950 a 1970, no aumento das áreas de pastagens, no aumento da população bovina em 41.855 animais e na diminuição das áreas de lavouras. Todas as outras epidemias de raiva bovina no Brasil, quando foram comparadas e discutidas com a epidemia de Resplendor, apresentaram em comum esses fatores. A raiva permanece endêmica na população de morcegos e de bovinos de Aimorés, Itueta e Resplendor em Minas Gerais. A epidemia de raiva bovina ocorrida em 1965 no município de Resplendor foi causada então pelas alterações do uso e ocupação do solo, bem como aumento da população bovina entre as décadas de 50 a 70. As alterações no ambiente previstas com o funcionamento da Usina Hidrelétrica de Aimorés provavelmente não será um fator de risco para a raiva nos quirópteros e, conseqüentemente para os animais domésticos da área (Lise, 2005).

Pela análise da distribuição espaço-temporal verificou-se a regularidade da presença da raiva bovina nos municípios de Minas Gerais, com maior ou menor intensidade nas diversas regiões, o que também já foi assinalado por Silva *et al.* (2001a). Os períodos de diminuição ou de expansão espacial da raiva bovina, provavelmente, devem-se às medidas de combate aplicadas e às modificações da natureza pelo homem que implicam na coexistência de condições epidemiológicas diversas na população de morcegos. Isso pode explicar a evolução intermitente e a continuidade do endemismo da raiva no período de 1998 a 2006 (Menezes *et al.*, 2008).

4.5 A Raiva Associada a Reservatórios Silvestres

A Classe *Mammalia* possui cerca de 4.650 espécies, sendo todos susceptíveis ao vírus da raiva, porém, como reservatórios de importância em saúde pública, são mencionadas duas ordens: *Carnivora* e *Chiroptera* (Kotait *et al.*, 2007).

Entre as 1.113 espécies de quirópteros existentes no mundo, são encontradas no Brasil, atualmente, 165 espécies entre os insetívoros, frugívoros e hematófagos (Simmons, 2005; Peracchi, 2006).

Na ordem *Carnivora*, destacam-se as famílias: *Canidae* (cães, raposas, “raccoon-dog”, cachorro do mato, “raposinhas” etc.), *Procyonidae* (guaxinim); *Mustelidae* (gambá) e *Herpestidae* (mangosta) (Tordo *et al.*, 2006).

O vírus rábico encontra-se amplamente distribuído pelo mundo e acomete várias espécies animais, incluindo o homem, porém as espécies silvestres são suas principais fontes de infecção. Dentre estas, destacam-se os quirópteros, responsáveis pela ocorrência de alguns surtos no Brasil. A ação desordenada do homem destruindo a natureza e promovendo a urbanização de áreas selvagens consiste no fator mais importante que favorece a ocorrência de novos surtos. O quiróptero pode se infectar e não apresentar sinais clínicos da raiva, transmitindo o vírus por meio de mordeduras e lambeduras, fato que associado à ação no meio ambiente pelo homem culminam em novos riscos a saúde da população humana e animal no mundo (Silva e Langoni, 2011).

As consequências podem ser a transmissão do vírus da raiva, causando raiva paralítica. O tempo de incubação da raiva paralítica é entre 25 e 150 dias (Mayen, 2003). Essa transmissão do vírus da raiva a partir de morcegos hematófagos para bovinos tem sido reconhecida por mais de cem anos e continua a ser um grande encargo para a pecuária (Belotto *et al.*, 2005).

Os morcegos hematófagos preferencialmente predam bovinos (Delpietro *et al.*, 1992), mas os seres humanos têm fornecido para os morcegos hematófagos locais com abrigo. Isto por sua vez tem contribuído para um aumento no número e tamanho das colônias de morcegos hematófagos, e assim aumentada a população pode atuar como um reservatório para o vírus da raiva. O desmatamento, em consequência da exploração madeireira e modificação para a agricultura tem simultaneamente reduzido o número de

espécies de presas naturais e trouxe morcegos hematófagos em contato com os animais e o homem (Johnson *et al.*, 2014).

Há três espécies de morcegos hematófagos encontradas exclusivamente na América Latina (*Desmodus rotundus*, *Diaemus youngi*, *Diphylla ecaudata*). Apenas um destes, o morcego *Desmodus rotundus* é comum e bem conhecido como reservatório para a raiva, pois tem como presa os mamíferos, o morcego *Diaemus youngi* tem como presa às aves e o morcego *Diphylla ecaudata* tem como presas mamíferos e aves (Johnson *et al.*, 2014).

Os morcegos hematófagos se alimentam à noite e preferem noites sem lua para evitar serem detectados pelas presas. O *Desmodus rotundus* tem uma série de adaptações para se alimentar de sangue que aumentam a sua capacidade de transmitir o vírus da raiva. Em primeiro lugar, as espécies se alimentam de uma ampla gama de hospedeiros, incluindo os seres humanos, embora preferencialmente se alimentem em grande parte de bovinos. Os dentes de *Desmodus rotundus* são como lâmina e passam por um processo de auto-afiação em que os incisivos superiores escovam contra os caninos inferiores (Davis *et al.*, 2010). Isso garante que o morcego pode dar uma mordida praticamente indolor, criando uma ferida característica no hospedeiro. A ferida é suficientemente profunda para provocar sangramento profuso. A coagulação é impedida pela secreção anticoagulante na saliva que é canalizada para baixo de uma ranhura na superfície dorsal da língua (Arellano-Sota, 1988).

O morcego hematófago é encontrado do México até o norte da Argentina e casos de raiva transmitidos por ele levou a esta distribuição, mas com particulares focos no México e na Bacia Amazônica (Johnson *et al.*, 2014).

Um aspecto relevante quando é abordada a raiva em herbívoros domésticos e animais silvestres é a relação do morcego hematófago *Desmodus rotundus* com o ambiente em que ele vive. As atividades antrópicas provocaram intensas mudanças na paisagem com a supressão da vegetação nativa em detrimento ao processo de urbanização e incremento do agronegócio. Estas mudanças têm importante impacto no equilíbrio ecológico e influência no movimento de morcegos em áreas rurais e silvestres (Constantine, 2003).

Lord *et al.* (1977) notaram que os surtos de raiva bovina se manifestam periodicamente, pois quando o vírus infecta a população de morcegos hematófagos,

logo surgem novos casos já com óbito, o qual é demonstrado pela detecção dos anticorpos neutralizantes. A enfermidade desaparece na população de morcegos e não volta a manifestar até que um número suficiente de animais susceptíveis reintegre a população para ultrapassar o limiar de contágio exigido.

O aparecimento da raiva em uma população de morcegos hematófagos apenas ocorre se uma percentagem significativa da população de morcegos é infectada. Uma parte dessa população morre, outra parte não se infecta. O risco para seres humanos e animais depende dos estados de infecção da população de morcegos, e é negligenciado principalmente, pela opinião pública (Gonçalves *et al.*, 2002). Considerada uma doença re-emergente em diferentes países do mundo, a raiva está associada com aumento das taxas de reservatório contato (Daszak *et al.*, 2000),

O número de casos de raiva associados às espécies selvagens estão aumentando e os padrões de ocorrência da doença também estão mudando. Isto pode ser devido a quatro causas principais, duas associadas ao aumento da notificação e diagnóstico (Daszak, 2000) e outras duas associadas a alterações em morcegos hematófagos quanto à demografia e distribuição (McColl, 2000), respectivamente: (1) um aumento de casos pode ser devido a uma frequência maior de relatos da doença por habitantes das zonas rurais, mas isso pode indicar que a incidência da raiva não mudou e só a capacidade de compilar esses casos foi melhorada; (2) técnicas de diagnóstico têm progredido na identificação viral e permitido a identificação do vírus da raiva; (3) é possível que os morcegos hematófagos, que além dos cães que são a fonte de raiva humana mais frequentemente relatadas, estão aumentando e expandindo suas populações devido ao aumento da fragmentação de *habitat* causada por mudanças no uso da terra, pela agricultura nos trópicos o que incorre em uma maior frequência de contato entre humanos e reservatórios (Delpietro e Russo, 1996); (4) as mudanças climáticas desempenham um papel importante, mais do que anteriormente consideradas, na distribuição e abundância de espécies-reservatório, esse fator pode ser relevante, se considerarmos que os morcegos hematófagos são limitados por temperaturas baixas em seu ambiente e abrigo (Avila-Flores e Medellín, 2004).

Já os cães domésticos (*Canis familiaris*) são historicamente considerados os principais reservatórios de raiva em todo o mundo. No entanto, com os programas de vigilâncias voltados para o controle do vírus da raiva em cães, os animais selvagens têm

ultrapassado os animais domésticos como os mais importantes reservatórios de vírus da raiva na Europa e na América do Norte (Smith e Baer, 1988; Wandeler, 1988 *apud* Jorge *et al.*, 2010). Da mesma forma, na América Latina, onde os esforços para controlar a raiva em humanos têm se concentrado na vacinação de cães e gatos (*Felis catus*), o ciclo silvestre tem se mantido em uma ampla variedade de hospedeiros de mamíferos, que está emergindo como uma nova questão para a saúde pública (Bernardi *et al.*, 2005).

Juntamente com os morcegos (Ordem *Chiroptera*), os canídeos (Ordem *Carnivora*) são considerados os principais reservatórios silvestres do vírus da raiva (Kotait *et al.*, 2007).

Os canídeos selvagens foram diagnosticados como raivosos no Nordeste (Bernardi *et al.*, 2005), e um ciclo nestes animais que é independente do ciclo em cães domésticos foi relatado (Carnieli Jr. *et al.*, 2008). Neste estudo, o cachorro-do-mato que come caranguejo (*Cerdocyon thous*) foi geneticamente identificado como o principal reservatório do vírus da raiva entre espécies de canídeos selvagens no Nordeste do Brasil (Jorge *et al.*, 2010).

No Nordeste do Brasil a doença tem sido cada vez mais frequente em *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) e há um outro ciclo epidemiológico da raiva em *Callithrix jacchus* (sagui do tufo branco), espécie em que a distribuição da doença é desconhecida. Os autores descrevem características da doença em quirópteros e carnívoros e estratégias de controle ressaltam a importância dos estudos antigênicos e genéticos como instrumento da vigilância epidemiológica (Kotait *et al.*, 2007).

Durante o período de incubação, o vírus pode permanecer no ponto de inoculação, replicando-se nas fibras musculares, antes de atingir as células nervosas e os nervos periféricos. Os vírus seguem um trajeto centrípeto, em fluxo axoplasmático retrógrado, célula a célula, através das junções sinápticas, até alcançar o sistema nervoso central e, depois, seguem a direção centrífuga, disseminando-se por diferentes órgãos, inclusive as glândulas salivares, sendo então eliminados pela saliva (Rupprecht *et al.*, 2002; Warrel e Warrel, 2004).

É necessário ressaltar que as ações de controle da raiva em representantes destas ordens possuem significantes diferenças. Em relação aos morcegos (ordem *Chiroptera*), apenas os morcegos vampiros comuns (*Desmodus rotundus*) são passíveis de controle,

sendo que as demais espécies são protegidas por lei e somente são recomendadas ações de manejo (Kotait *et al.*, 2007).

Há algumas características dos hospedeiros e da raiva que favorecem a perpetuação do vírus da raiva, entre as quais podem ser citadas: os hospedeiros se apresentarem com alta densidade populacional e intensas interações sociais; possuírem alta capacidade de deslocamento e a doença se caracteriza por um longo período de incubação, em relação às outras viroses (Kotait *et al.*, 2007).

4.6 Controle da Raiva: Políticas Públicas e Futuras Perspectivas

4.6.1 Morcegos Hematófagos

Métodos de controle incluem a captura de morcegos hematófagos e revestimento do animal com vaselina contendo um anticoagulante como a warfarina. O morcego é então liberado e, através do aliciamento mútuo espalha o anticoagulante por toda a colônia levando à morte dos seus membros. Uma desvantagem desta abordagem é que não só o *Desmodus rotundus* morre, mas outras espécies de morcego. Uma variação desta abordagem consiste em revestir as paredes de poleiros com anticoagulante embora este, também possa conduzir a morte indiscriminada de outras espécies de morcego e o anticoagulante pode persistir no meio ambiente por anos. Uma alternativa é injetar no gado baixos níveis de anticoagulante que não tem efeito sobre o mesmo e não afeta a adequação da carne para a cadeia alimentar, mas é uma resistência suficiente para ser letal aos morcegos hematófagos. Uma variação desta abordagem consiste em aplicar o anticoagulante para feridas frescas em uma formulação em pasta, baseando-se no comportamento dos morcegos hematófagos para voltar a uma posição de presa. Esta abordagem é mais cara, embora seja direcionada especificamente aos morcegos hematófagos. Se a proteção da raiva é a principal preocupação, então a vacinação do bovino deveria ser enfatizada, mas nem sempre é adotada pelos agricultores (Johnson *et al.*, 2014).

A perda econômica na pecuária iniciou ações diretas, como a captura de morcegos envenenando-os, e destruindo abrigos e cavernas com explosivos. Essas ações são consideradas por fazendeiros e autoridades locais e nacionais como necessárias

medidas de controle contra a “praga” de morcegos e o perigo de transmissão da raiva. Estas tentativas de “reduzir” a população de morcegos *Desmodus Rotundus* põe em perigo outras espécies de morcegos, que são extremamente importantes para o equilíbrio e diversidade ecológica, como as espécies insetívoras da família *Molossidae* nas áreas urbanas e suburbanas, a família *Stenodermatinae* (sementes dispersantes) e a família *Glossophagine* (Polinização de plantas) em áreas rurais. A política de matar morcego ineficaz e antiecológica deve ser substituída por uma abordagem diferente (Mayen, 2003).

O controle da população de morcegos será dado por meio de uma forte pressão de controle de efeito prolongado, com monitoramento pelo menos uma vez por ano, associado a um programa permanente de educação (Oliveira *et al.*, 2009).

As ferramentas do programa de controle da raiva do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA dependerão da espécie animal envolvida, da topografia e de eventuais restrições legais (áreas de proteção ambiental, reservas indígenas e outras). O método para o controle de morcegos hematófagos está baseado na utilização de substâncias anticoagulantes, especificamente a warfarina. Os métodos de controle devem ser seletivos e executados corretamente, de tal forma a atingir unicamente morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus*, não causando dano ou transtorno algum a outras espécies, que desempenham papel importante na manutenção do equilíbrio ecológico na natureza (Brasil, 2009). Não há tratamento para um animal raivoso, portanto a prevenção é o melhor curso de ação.

4.6.2 Cachorros-do-Mato

Embora o número de casos humanos diminuiu nas últimas décadas, a raiva na vida selvagem tem emergido consideravelmente. Entre animais silvestres, os canídeos selvagens têm sido considerados hospedeiros importantes do vírus da raiva (Cordeiro *et al.*, 2016).

Em animais da ordem *Carnivora* não se obtêm controle da raiva apenas através de ações que provoquem diminuição da densidade populacional, e, sim, através do uso concomitante da vacinação, sendo este um dos temas mais estudados, atualmente, com

grandes avanços na pesquisa de novas tecnologias de produção de vacinas orais (Kotait *et al.*, 2007).

A ocorrência de raiva em canídeos silvestres, principalmente da espécie *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), nos Estados do Nordeste, bem como de casos humanos transmitidos por estes animais, sugerem um ciclo de raiva entre cães domésticos e selvagens, de grande importância epidemiológica. Este fato tem permitido a perpetuação do vírus da raiva na região, com possibilidade de reintrodução da doença em áreas urbanas que estavam com a raiva em animais domésticos sob controle (Kotait *et al.*, 2007). Assim é possível supor que o rastreamento e mapeamento de casos de raiva em animais seja ele doméstico ou silvestre não pode deixar de ser realizado.

Cordeiro *et al.* (2016) realizaram um estudo retrospectivo de casos relatados de raiva em canídeos selvagens e vítimas humanas no Estado do Ceará (Nordeste) de 2003 a 2013. As informações foram fornecidas por laboratórios governamentais da raiva e pelo Ministério da Saúde (MS). De janeiro de 2003 a dezembro 2013, um total de 11.931 amostras de animais foram examinados para a raiva. A positividade foi detectada em 438 amostras (3,67%), das quais 229 (52,28%) eram animais domésticos, 105 (23,97%) canídeos selvagens e 104 (23,74%) outros animais selvagens (morcegos, saguis e guaxinins). Aproximadamente 33% dos canídeos selvagens pesquisados (N = 317) foram positivos para a raiva. Durante o período estudado, um total de 1.923 ataques a humanos por canídeos selvagens foram registrados. Apenas 1.300 (67,53%) vítimas tiveram esquema de profilaxia pós-exposição da raiva. Os dados do presente estudo confirmam que os canídeos selvagens são hospedeiros importantes do vírus da raiva no Nordeste o que prejudica o controle da raiva nessa área. As autoridades locais devem investir na educação dos profissionais de saúde para eficácia do recolhimento de dados em áreas endêmicas. Além disso, as estratégias devem ser formuladas para preservar a vida selvagem incluindo a indicação de vacinas eficazes.

4.6.3 Bovinos

São muitas as perdas econômicas relacionadas à raiva dos herbívoros e piores ainda são os problemas com a saúde pública quando é levada em consideração a transmissão ao homem. A educação sanitária e a conscientização do produtor e da

sociedade em geral, que está ligada diretamente a este último, continuam sendo a chave para o controle efetivo da doença no nosso ambiente, assim como ocorre nos países desenvolvidos (Oliveira *et al.*, 2013).

A análise dos dados no Município de Araguari, MG permitiu concluir que é imperativo desenvolver programas de rotina, visando manter as populações do *Desmodus rotundus* em níveis toleráveis, para controlar a raiva dos herbívoros (Oliveira *et al.*, 2009).

O Programa Nacional de Controle de Raiva em Herbívoros – PNCRH tem como objetivo manter sob controle a incidência da Raiva na população de herbívoros domésticos, com a seguinte estratégia de atuação:

- Desenvolver suas atividades considerando o conceito de **Saúde Única**, trabalhando em parceria com o MS no diagnóstico da Raiva e na proteção da Saúde Pública e com o do Meio Ambiente respeitando as Leis de Proteção da Fauna;
- Vigilância ativa em áreas de maior risco de Raiva;
- Investigação epidemiológica e laboratorial de todos os casos suspeitos de raiva em herbívoros domésticos e em morcegos;
- Diagnóstico laboratorial acessível a todos os casos suspeitos;
- Vacinação estratégica dos herbívoros domésticos;
- Uso da pasta anticoagulante em animais espoliados por morcegos, nos rebanhos de maior risco de Raiva;
- Monitoramento de morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus* (cadastro de abrigos) visando detecção de atividade viral nas colônias;
- Comunicação de Risco nas áreas de maior risco e Gerenciamento da Indignação, Educação em Saúde e Orientação Preventiva em saúde nas demais (Brasil, 2009).

A vacinação dos herbívoros domésticos, segundo a Instrução Normativa nº 5, de 1º de março de 2002, preconiza que esta seja realizada com vacina contendo vírus inativado, na dosagem de 2 mL por animal, independentemente da idade, sendo aplicada por via subcutânea ou intramuscular. A vacinação é compulsória quando da ocorrência de focos da doença e deve ser adotada preferencialmente em bovídeos e equídeos com idade igual ou superior a 3 meses. Porém, em animais com idade inferior a três meses, poderá ser orientada caso a caso, de acordo com a avaliação técnica de um médico veterinário. Animais primovacinados deverão ser revacinados 30 dias após a primeira vacinação. É importante ressaltar que os animais nascidos após a vacinação do rebanho deverão ser vacinados quando atingirem a idade de 3 meses recomendada (Brasil, 2009).

A Coordenação Central dos Serviços Federal e Estadual de Sanidade Animal deve viabilizar programas de educação continuada para que os profissionais, técnicos e auxiliares, encarregados do controle da raiva dos herbívoros, nas suas respectivas áreas, recebam treinamento especializado e contínuo em epidemiologia, bioestatística, planejamento e administração de campanhas sanitárias, diagnóstico laboratorial, ecologia de morcegos, controle de morcegos hematófagos e metodologia de educação sanitária (Brasil, 2009) para melhor prevenção e controle da doença na saúde animal e humana.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Revisão de Literatura

Para elaborar a revisão de literatura, foi realizado um levantamento em sites de pesquisas dando ênfase aos artigos que são primordiais para o entendimento desse estudo bibliográfico com auxílio das ferramentas Google Acadêmico, Pubmed e ResearchGate.

Não foi considerado um intervalo de tempo das publicações pesquisadas para compor a revisão. O artigo mais antigo foi publicado em 1966.

Os termos de pesquisa foram:

- Raiva em herbívoros (10);
- Raiva em bovinos (729);
- Raiva em animais silvestre (5.690);
- Organização do espaço e o processo saúde-doença (10.400);
- Uso da terra e a raiva em herbívoros/bovinos (1.720);
- Ecologia da raiva (184);
- Determinantes do processo saúde-doença (26);
- Influência da ecologia da paisagem na raiva dos bovinos (4.900).

A produção de dissertações (4) e teses (2) sendo três dissertações da Escola de Veterinária - UFMG foi pesquisada para compreensão histórica e sua relevância junto as linhas de pesquisa da instituição e a contextualização desta tese no Departamento de Medicina Veterinária Preventiva – DMVP.

5.2 Área de Estudo

Localizado na região Nordeste do Brasil (Figura 1), Sergipe ocupa uma superfície de 21.918,493 km², correspondendo a 0,26% do território nacional, possui 75 municípios que constituem três mesorregiões (Agreste Sergipano composto por 18 municípios, Leste Sergipano com 42 municípios e Sertão Sergipano com 15 municípios) e 13 microrregiões (Agreste de Itabaiana, Agreste de Lagarto, Nossa Senhora das Dores, Tobias Barreto, Aracaju, Baixo Cotinguiba, Boquim, Cotinguiba, Estância, Japaratuba, Propriá, Carira, Sergipana do Sertão do São Francisco). O Estado representa, em termos macrorregionais (IBGE, 2016), 4% do rebanho bovino do Nordeste, 5% de equinos, 2% de ovinos e 0% de caprinos. O Estado possui 2.068.017 habitantes, conforme dados divulgados, em 2010, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

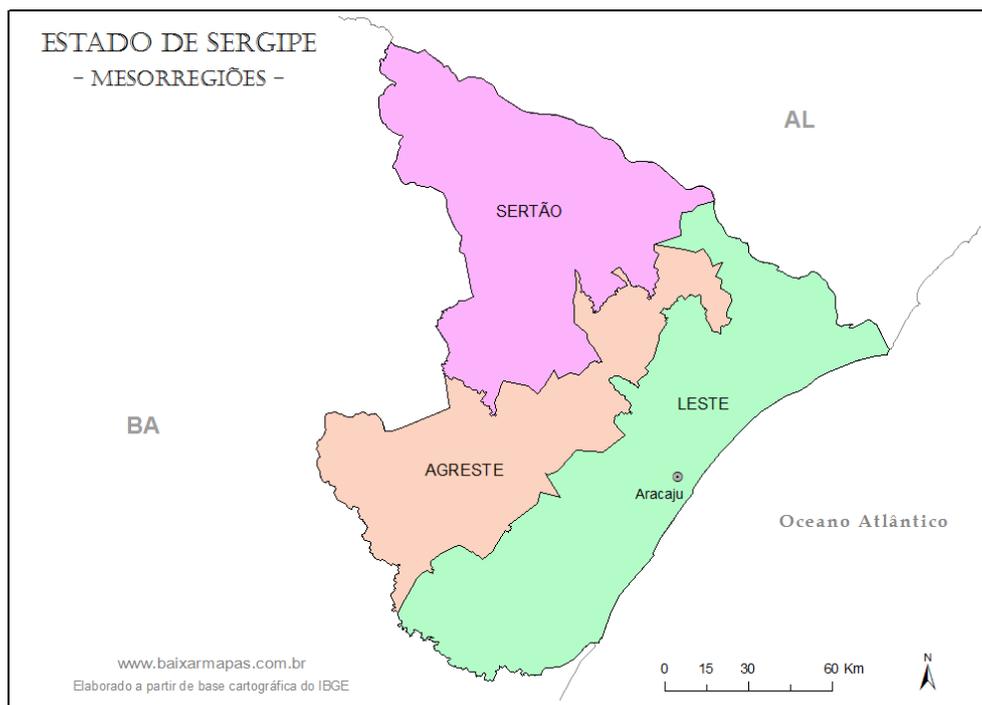


Figura 1. Localização do Estado de Sergipe.

Durante séculos, a economia de Sergipe foi totalmente dependente do cultivo de cana-de-açúcar, no entanto, a partir da década de 1990, houve uma diversificação das atividades. Através de incentivos fiscais, do seu potencial energético, gerado pela usina de Xingó, e pela exploração de petróleo e gás natural, ocorreu um aumento considerável na produção industrial. Em 2008, o Produto Interno Bruto (PIB) sergipano atingiu a marca de aproximadamente 26,1 bilhões de reais, contribuindo com 0,6% para o PIB brasileiro; no âmbito regional, sua participação foi de 4,8%, sendo a segunda menor. Somente o Estado do Piauí teve contribuição inferior: 4,1%. A composição do seu PIB consiste em: Agropecuária 4,6%, Indústria 30,6% e Serviços 64,8% (Francisco, 2017).

A agricultura tem na cana-de-açúcar o principal produto. Outros cultivos importantes são: laranja, coco-da-baía, mandioca, milho, feijão, arroz, batata-doce, abacaxi, maracujá, banana, limão, entre outros. A pecuária, por sua vez, não é muito expressiva, sendo composta por rebanhos bovinos, caprinos, ovinos e criações de aves. O Estado possui recursos minerais importantes, como por exemplo: petróleo, gás natural, calcário e potássio, além da extração de sal marinho. A exploração de petróleo e gás natural tem impulsionado o setor industrial. Os principais segmentos industriais são

os de alimentos, produtos de couro, mobiliário, extração de petróleo e produtos minerais e o setor de serviços e comércio é impulsionado pelo turismo (Francisco, 2017).

5.3 Organização dos Dados

Utilizou-se como fonte de informação os resultados dos diagnósticos de raiva, realizados em espécies de animais bovinos, morcegos e cachorros-do-mato oriundos de todo o Estado, durante o período de 1987 a 2014. Os diagnósticos foram realizados a partir de notificações de casos suspeitos de raiva examinados no Laboratório Central - LACEN, da Fundação de Saúde Parreiras Horta do Estado de Sergipe, mediante a utilização das técnicas de imunofluorescência direta (IFD) e inoculação intracerebral em camundongos (IICC) conforme estar preconizado no Manual de Diagnóstico Laboratorial da Raiva (Ferreira, 2007; Brasil, 2008) e este banco de dados foi digitalizado com a ajuda do Epiinfo.

5.4 Análise Descritiva

Foi realizado um estudo observacional, descritivo e retrospectivo com as frequências do número de amostras por espécie enviadas ao LACEN e o número de positivos em função da distribuição temporal no intuito de identificar a tendência da ocorrência dos resultados positivos em Tabelas e Figuras com o auxílio do EpiInfo 7.2. Além disso, avaliou-se a distribuição espacial das amostras, a fim de identificar a tendência da ocorrência dos diagnósticos negativos e positivos.

Houve uma fragmentação da série histórica de cinco em cinco anos e em quatro períodos (1987 a 1989, década 90, década 2000 e o período de 2010 a 2014) em que os resultados positivos para a raiva nas espécies em estudo foram estimados para melhor compreensão dos dados.

O software QGIS 2.18.14 e o programa EpiInfo 7.2 foram utilizados para descrever a distribuição espacial dos resultados.

5.5 Indicadores do Uso da Terra

Os indicadores de uso da terra como determinantes da incidência da raiva em bovinos de acordo com a metodologia preconizada por Astudillo (1984) foram divididos em duas variáveis (Pessoa Silva, 1993):

5.5.1 Variável Explicada (Variável Dependente)

- Número de diagnósticos de raiva em bovinos por ano na região: é o número total de diagnósticos de raiva em bovinos por ano no total de municípios a serem estudados.
- Número de municípios atingidos por ano: é o número total ao ano de municípios com diagnóstico laboratorial de raiva em bovinos.

5.5.2 Variáveis Explicativas (Variável Independente)

- Área de lavouras: corresponde à soma das áreas com lavouras temporárias e permanentes, medidas em hectare.
- Área de reflorestamentos: formada pelas áreas plantadas com essências florestais (acácia negra, eucalipto e pinheiro), medidas em hectare.
- Área de pastagens: é a soma das terras com pastagens naturais e artificiais, medidas em hectare.
- Efeito bovino: número total de bovinos incluindo animais de trabalho, tendo como unidade o número de cabeças.
- Área de ocupação agrícola (AOA): demonstra o cultivo da terra para uso na pecuária, agricultura e silvicultura. Tendo como unidade de medida o hectare (AOA = área de pastagem + área de lavouras + áreas de reflorestamentos em hectare).
- Índice de ocupação agrícola (IOA): indicador da ocupação econômica da terra que reflete a substituição das áreas de vegetação nativa pelas atividades agrícolas mais produtivas que o extrativismo. Trata-se da relação entre a área de ocupação agrícola e a área total dos municípios trabalhados (IOA = AOA/área total da região).

- Relação área de pastagem e área de ocupação agrícola: é a relação entre área de pastagem, lavoura e reflorestamento. Estabelecendo a proporção da área de pastagem em relação a área destinada a agropecuária e a silvicultura ($RP/AOA = \text{área de pastagem}/AOA$).
- Densidade bovina por área de pastagem (DBP): é o número médio de bovinos que ocupam um hectare de pastagem, tendo como unidade de medida o número de cabeças/hectare ($DBP = \text{número total de bovinos}/\text{área de pastagem natural e cultivada em ha}$).

Com o intuito de acompanhar as possíveis transformações antrópicas, foram selecionadas variáveis de uso da terra de acordo com os três últimos censos (1985, 1995-1996 e 2006) sendo: área de estabelecimento total (Ha), área de atividade econômica – agropecuária total (Ha), lavouras permanentes (Ha), lavouras temporárias (Ha), lavouras temporárias em descanso (Ha), pastagens naturais (Ha), pastagens plantadas (Ha), matas e florestas naturais (Ha), matas e florestas plantadas (Ha) e terras produtivas não utilizadas (Ha) comparadas ao efetivo de bovinos (nº de cabeças).

Portanto, foi considerada a divisão geopolítica referente a 1985 que difere da atualidade pela emancipação política da cidade de Santana do São Francisco que se deu em 1989 quando o povoado Carrapicho se desmembrou do município de Neópolis passando a se chamar Santana do São Francisco. Também, foi considerada a divisão das mesorregiões do Estado de Sergipe neste mesmo período (Aracaju e Sergipana).

5.6 Análise Estatística

A análise dos censos do IBGE (comparação dos hectares) foi realizada com o auxílio do programa Stata 12.0 por meio dos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney em que se estabeleceu o risco de erro com $p \leq 0,05$.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados 1.776 resultados de diagnósticos realizados em bovinos, morcegos e em cachorros-do-mato de 1987 a 2014, a saber: 793 em bovinos, 935 em morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus* e 48 em cachorros-do-mato da

espécie *Cerdocyon thous*. Dos 793 resultados obtidos em bovinos, 296 foram positivos, 459 negativos, um inconclusivo, nove ignorados e 28 foram descartados por apresentarem falhas no preenchimento dos formulários; 935 resultados obtidos em morcegos hematófagos, 926 foram considerados negativos, dois casos foram descartados por apresentarem falhas no preenchimento dos formulários, cinco ignorados, um caso inconclusivo e apenas um resultou positivo para a raiva. Entre os cachorros-do-mato dos 48 exames, 27 resultaram negativos para a raiva, 17 positivos, dois resultados inconclusivos e dois foram descartados por apresentarem falhas no preenchimento dos formulários. Os resultados encontrados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Diagnósticos de raiva em bovinos, morcegos e cachorros-do-mato ocorridos no Estado de Sergipe, Brasil, por períodos, de 1987 a 2014.

Período	Bovinos			Morcegos hematófagos			Cachorro-do-mato		
	<i>Pos.</i>	<i>Neg.</i>	<i>Inc.</i>	<i>Pos.</i>	<i>Neg.</i>	<i>Inc.</i>	<i>Pos.</i>	<i>Neg.</i>	<i>Inc.</i>
Anterior aos anos 90	5	26	0	0	19	0	2	2	0
1990 a 1994	116	93	0	0	14	0	1	1	0
1995 a 1999	73	96	1	0	1	0	3	1	0
2000 a 2004	20	63	0	1	53	1	5	3	0
2005 a 2009	46	103	0	0	512	0	5	7	2
2010 a 2014	36	78	0	0	327	0	1	13	0
TOTAL	296	459	1	1	926	1	17	27	2

Pos.= Positivo; *Neg.*= Negativo; *Inc.*= Inconclusivo.

Para a confirmação dos casos de raiva em Sergipe foram realizados dois tipos de exames, imunofluorescência direta (IFD) e inoculação intracerebral em camundongos (IICC) considerada prova biológica. No banco de dados tivemos casos confirmados com apenas um dos tipos de exames e/ou com ambos os exames para o mesmo animal. A frequência dos exames de IFD positivos para a raiva entre as espécies foi de 316 (100%), sendo para os bovinos 299 (94,62%) de casos confirmados. Já para a prova biológica positiva para a raiva foram confirmados 283 (100%) de casos entre as

espécies, sendo 269 (95,05%) de casos confirmados em bovinos. E em relação as duas provas realizadas para um mesmo animal foram encontradas 277 (100%) amostras positivas dentre a espécies, com uma frequência de 264 (95,30%) de casos bovinos. O que significa que de um total de exames positivos entre as espécies houve uma frequência de 322 (100%) amostras, destas 304 (94,41%) foram positivas para a raiva em bovinos, as demais (oito amostras) foram as amostras ignoradas totalizando 296 amostras positivas.

Portanto, dos resultados por tipos de exames realizados tivemos, os biológicos positivos, 269 que foram para os bovinos e 14 para os cachorros-do-mato. Já os resultados IFD e biológicos foram positivos 264 para bovinos e 13 para cachorros-do-mato. Somente resultados IFD positivos foram 299 para bovinos, um para morcegos e 16 para cachorros-do-mato.

O total de exames por município em morcegos no período de 1987 a 2014 no Estado de Sergipe foi de 935 amostras. Sendo que apenas um caso foi positivo no município de Aracaju, capital do Estado, no ano de 2000. Dentre os 75 municípios de Sergipe, foram observados diagnósticos positivos de Raiva em 14 municípios dispersos pelo Estado.

A ausência quase total de resultados positivos para a raiva entre os morcegos hematófagos, observada no presente trabalho, é uma característica diferenciada no Estado de Sergipe. Considerando a adequação das técnicas e das suas respectivas aplicações, era de se esperar um número muito maior do que apenas um resultado positivo (0,11%), dado o volume de animais analisados (935 amostras) e o período da observação (27 anos). Souza *et al.* (1997) observaram uma prevalência similarmente baixa do Vírus da Raiva - RABV na região do Vale do Paraíba; apenas 5,1% (7/138) de amostras de morcegos hematófagos capturados em cavernas, todos do mesmo local de captura, foram positivos para RABV. Vale ressaltar que o vírus da raiva já foi identificado em 41 espécies diferentes de morcegos no Brasil, compreendendo 25 gêneros e três famílias - Phyllosomidae (43,9%), Vespertilionidae (29,3%) e Molossidae (26,8%). Dentre essas espécies, três são hematófagas, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngii* e as restantes compreendem principalmente morcegos insetívoros e frugívoros (Sodré *et al.*, 2010).

Para ampliar as discrepâncias e achados diferentes na literatura, Johnson *et al.* (2014) mostra relatórios de bovinos e casos humanos de raiva em ascensão, principalmente devido à invasão contínua de populações humanas em áreas ocupadas por morcegos hematófagos. Embora os métodos de controle, tais como a destruição do *habitat* e o uso indiscriminado de anticoagulantes têm sido usados há décadas, há pouca evidência de que eles têm conseguido algo diferente de trégua de curto prazo em áreas limitadas. Essa diversidade de achados pode ter uma relação com a grande extensão territorial brasileira, mas a participação dos quirópteros, portanto, na epidemiologia da doença é inquestionável e requer uma importante atenção da vigilância epidemiológica sobre essas espécies, tanto no âmbito da saúde animal como da saúde pública, devido à presença constante desses animais nos ambientes urbanos.

De acordo com a distribuição de exames diagnosticados positivos e negativos em bovinos, morcegos e cachorros-do-mato por mesorregião no Estado de Sergipe pode ser observada na Tabela 2, sendo que os que não aparecem é devido a falha de preenchimento do banco de dados.

Tabela 2. Distribuição dos diagnósticos positivos e negativos para a raiva em bovinos, morcegos e cachorros-do-mato por mesorregião no período de 1987 a 2014 no Estado de Sergipe.

Mesorregiões	Microrregiões	FBp	FBn	FMp	FMn	FCp	FCn
AGRESTE	NOSSA SENHORA DAS DORES	16	34	0	161	2	3
AGRESTE	TOBIAS BARRETO	18	45	0	30	0	1
AGRESTE	AGRESTE DE ITABAIANA	9	19	0	107	0	2
AGRESTE	AGRESTE DE LAGARTO	8	21	0	4	2	0
LESTE	ARACAJU	30	43	1	42	2	5
LESTE	BOQUIM	31	67	0	23	1	1
LESTE	PROPRIÁ	11	14	0	27	0	0
LESTE	COTINGUIBA	25	27	0	116	3	0
LESTE	ESTÂNCIA	60	84	0	37	1	2
LESTE	JAPARATUBA	15	16	0	92	1	0
LESTE	BAIXO COTINGUIBA	30	20	0	218	1	1
SERTÃO	SERTÃO DO SÃO FRANCISCO	35	45	0	27	0	3
SERTÃO	CARIRA	7	30	0	20	3	6
TOTAL		295	465	1	904	16	24

FBp = Frequência de Bovinos positivos; FBn = Frequência de Bovinos negativos; FMp = Frequência de Morcegos positivo; FMn = Frequência de Morcegos Negativos; FCp = Frequência de Cachorros-do-mato positivos; FCn = = Frequência de Cachorros-do-mato Negativos.

A Tabela 3 apresenta os valores das médias e seus desvios-padrão em hectares dos indicadores de uso da terra no Estado de Sergipe de acordo com os censos de 1985, 1995-1996 e 2006. A pastagem natural e mata/floresta plantada apresentaram diferença estatística ($p \leq 0,05$) de acordo com os censos do IBGE estudados (1985, 1995-1996 e 2006). Quanto a lavoura permanente, lavoura temporária, lavoura temporária em descanso, pastagem plantada, mata/floresta natural, terras produtivas não utilizadas e o efetivo bovino não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$).

De acordo com a análise das variáveis de uso da terra na Tabela 3 se destacaram com diferença significativa ($p \leq 0,05$) as Pastagens Naturais nos censos de 1985 e 1995-1996 (as médias são iguais), ou seja, foram iguais estatisticamente enquanto o censo de 2006 diferiu dos anteriores (a média diminuiu). Já as Matas e Florestas Plantadas foram significativas ($p \leq 0,05$) sendo o censo de 1985 diferente (a média é menor que os outros censos) dos outros censos e os censos de 1995-1996 e 2006 foram iguais estatisticamente (a média aumentou). A pastagem natural é um ambiente favorável para os bovinos, mas houve uma diminuição da pastagem no censo de 1995-1996 para o censo de 2006 aumentando os casos positivos em bovinos. Já a mata/floresta plantada só fez aumentar durante os três censos agropecuários, o que é um ambiente favorável para os canídeos, aumentando desta forma o número de positivos nesta espécie. Portanto ocorreram surtos em períodos inversos entre bovinos e cachorros-do-mato visto na Figura 2.

A lavoura permanente foi diferente estatisticamente ($p \leq 0,05$) de acordo com as mesorregiões (a divisão geopolítica é referente a 1985) onde houve uma diferença drástica entre as mesorregiões em decorrência de suas extensões (Tabela 4).

Tabela 3. Valores das médias e desvio padrão em hectares dos indicadores de uso da terra no Estado de Sergipe de acordo com os Censos agropecuários de 1985, 1995-1996 e 2006.

Ano	ÁreaTotal	LavPerm	LavTemp	LavTempDesc	PastNat	PastPl	Mata/FlorNat	Mata/FlorPl	TerrProdNUtil	EfetivBov
1985	25925±23315	1524±2381	2743±3285	569±1293	7945±8684^a	11443±22514	3194±9847	53±205^a	1134±1712	11684±10123
1995/96	23875±21527	1523±2183	2362±3121	382±518	8567±8873^a	7600±7692	2312±3819	68±86^b	699±862	13073±11231
2006	20033±19140	1558±2172	1964±2462	882±1347	5265±6229^b	7822±8618	1923±3213	78±100^b	797±1462	12917±13472
Total	23278±21439	1535±2236	2358±2983	607±1130	7259±8111	8977±14739	2480±6369	62±155	884±1395	12558±11656

a = letras iguais na mesma coluna demonstram igualdade estatística pelo teste de Mann-Whitney, para valores $p \leq 0,05$.

Tabela 4. Valores das médias e desvio padrão em hectares dos indicadores de uso da terra de acordo com as mesorregiões do Estado de Sergipe, Brasil.

Mesorregião	ÁreaTotal	LavPerm	LavTemp	LavTempDesc	PastNat	PastPl	Mata/FlorNat	Mata/FlorPl	TerrProdNUtil	EfetivBov
Aracaju	18758±14189	4481±2521^a	727±570	389±441	4791±3816	4499±3841	2933±4151	156±375	833±945	8100±5867
Sergipana	23903±22212	1121±1856^b	2576±3105	635±1187	7601±8487	9557±15516	2421±6611	48±75	891±1448	13175±12124
Total	23278±21439	1535±2236	2358±2983	607±1130	7259±8111	8977±14739	2480±6369	62±155	884±1395	12558±11656

a = letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística pelo teste de Mann-Whitney, para valores $p \leq 0,05$.

Como dito anteriormente de acordo com a Tabela 3 citada acima, a pastagem natural e mata/floresta plantada apresentaram diferença estatística de acordo com os censos do IBGE de 1985, 1995-1996 e 2006. Enquanto outros indicadores não mostraram diferença significativa nestes mesmos períodos. Houve diminuição de pastagem natural e aumento de mata/floresta plantada. Isso mostra a transformação antrópica pela atividade agropecuária, o uso de tecnologias e não preservação natural das matas e florestas. Esta afirmação está exemplificada na quantidade e variabilidade de plantações no Estado de Sergipe, como: arroz, milho, trigo, outros cereais, algodão, cana-de-açúcar, fumo, soja, abacaxi, amendoim, batata inglesa, cebola, mandioca, feijão, juta, mamona, melão, tomate, outros da lavoura temporária, horticultura, floricultura, laranja, outros cítricos, café, cacau, uva, banana, caju, coco-da-baía, pimenta do reino, chá-da-Índia, maçã, mamão, manga, maracujá, outros da permanente. Portanto, se a área natural está diminuindo, é decorrente não só pelo aumento tecnológico, mas também pelo aumento da área degradada.

A atividade agropecuária e outras atividades como sericicultura, apicultura, ranicultura, outros animais, produção mista agropecuária, silvicultura, madeira plantada, produtos florestais não madeireiros plantados (folhas, cascas, raízes, flores, etc), madeira extrativa, borracha extrativa, carvão vegetal madeira plantada, carvão vegetal madeira nativa e pesca também podem estar contribuindo para essas transformações ambientais. Esta análise das variáveis de uso da terra e a atividade agropecuária foram relacionadas à enfermidade, por ocorrerem no mesmo espaço.

Essa transformação antrópica corrobora com Silva *et al.* (2001b) que consideraram que a raiva bovina no Estado de Minas Gerais poderia sofrer influências dos tipos de usos e das classes de cobertura da terra. Dessa forma, eles analisaram casos de raiva bovina e os dados obtidos do censo agropecuário agregados aos limites administrativos dos municípios numa série histórica de 1976 a 1997. Os autores constataram que a raiva bovina esteve mais associada às lavouras permanentes e temporárias, pastagens naturais e plantadas e ao efetivo bovino. Eles concluíram de um modo geral, que as transformações antrópicas no espaço agrário, especialmente do uso da terra, influenciaram na distribuição espacial e temporal da raiva bovina no Estado de Minas Gerais. E isto pode ser mais um fator ratificador dos achados do nosso trabalho no Estado de Sergipe. Entre os desafios atuais para a Saúde Pública está o de estruturar

sistemas de indicadores que permitam monitorar as condições e tendências da sustentabilidade ambiental e de saúde. Nesse estudo teve como foco de análise os Estados integrantes da Macrorregião Amazônia Legal, que desde a segunda metade do século XX vem sofrendo intensos processos de mudanças socioeconômicas, ambientais, de saúde e bem-estar. Para a reunião e análise do conjunto de indicadores foram adotados o modelo Forças Motrizes, Pressão, Situação, Exposição, Efeito e Ação (FMPSEEA) propostos pela Organização Mundial da Saúde. Os resultados demonstram que, ao mesmo tempo em que as forças motrizes e pressões vêm contribuindo para o crescimento econômico e populacional, resultando em melhoras de indicadores tradicionais de saúde (redução da mortalidade infantil e aumento da expectativa de vida), são grandes as desigualdades sociais e econômicas e a sobreposição dos impactos na saúde da população, em um quadro bastante heterogêneo. Além disso, a situação ambiental também aponta para um modelo de desenvolvimento insustentável para as gerações presentes e futuras, exigindo respostas dos setores ambientais e de saúde à altura dos desafios colocados na atualidade (Freitas e Giatti, 2009).

Já de acordo com a tabela 4, a lavoura permanente foi diferente estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre as mesorregiões (a divisão geopolítica é referente a 1985) havendo uma diminuição drástica ao longo dos anos. Estes achados podem ser ampliados ou complementados por Pêsoa Silva *et al.* (1996), que mostrou em seu estudo uma moderada correlação negativa entre número de diagnósticos de raiva bovina e ocupação econômica da terra e forte correlação positiva entre casos de raiva e densidade bovina por área de pastagem nas áreas de ocupação recente; a densidade bovina por área de pastagem e o índice de ocupação agrícola estão correlacionados de maneira inversa e ao serem relacionados sob forma de equação linear, compõem 93,4% das variáveis explicativas suficientes para prever a ocorrência da raiva em bovinos nos municípios do Norte de Minas Gerais. Portanto, a forma de ocupação e uso da terra favoreceu o aparecimento e a manutenção da raiva nos bovinos. E isto pode ser uma realidade semelhante ao que acontece em Sergipe na região Nordeste.

Devido à grande diferença geográfica entre as mesorregiões Aracaju e Sergipana é de se esperar que a maior demanda de exames e conseqüentemente casos positivos de raiva sejam oriundos da Sergipana por ser a maior mesorregião. Vale destacar que a única alteração geopolítica ocorreu em Santana do São Francisco, sua emancipação

política se deu em 1989 quando o povoado Carrapicho se desmembrou do município de Neópolis passando a se chamar Santana do São Francisco localizado no Leste Sergipano. Nesta época a divisão das mesorregiões eram em duas, Aracaju e Sergipana. Atualmente são três mesorregiões, Agreste Sergipano, Sertão Sergipano e Leste Sergipano.

Como o trabalho tem uma série histórica extensa que foi dividida em quatro períodos (1987 a 1989, década 90, década 2000 e o período de 2010 a 2014) para que se possa observar de forma mais clara a ocorrência de exames positivos em bovinos e cachorros-do-mato na Figura 2, houve a predominância de bovinos na década de 90 e a predominância de cachorros-do-mato na década de 2000.

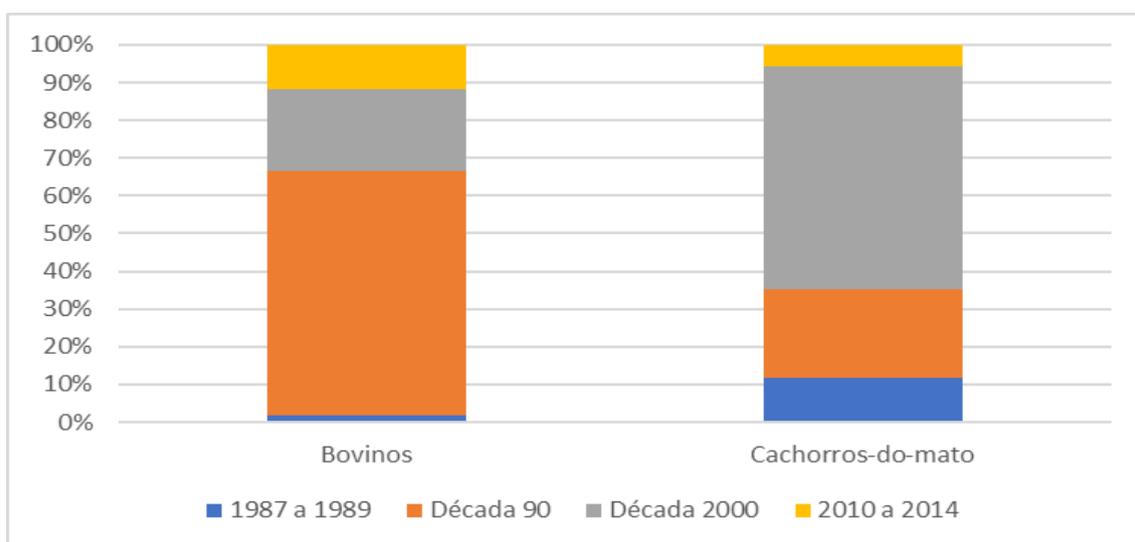


Figura 2. Distribuição da ocorrência de diagnósticos positivos para raiva por década em bovinos e cachorros-do-mato no período de 1987 a 2014 no Estado de Sergipe, Brasil.

As espécies que mais se destacaram quanto a demanda de exames enviados a Fundação de Saúde Parreiras Horta foram os morcegos com 935 exames (0,11% positivo) e os Bovinos com 793 exames (37,33% positivos), seguidos dos cachorros-do-mato com 48 exames (35,42% positivos).

A distribuição espacial da raiva em bovinos e cachorros-do-mato no Estado de Sergipe no período de 1987 a 2014 pode ser verificada na Figura 3.

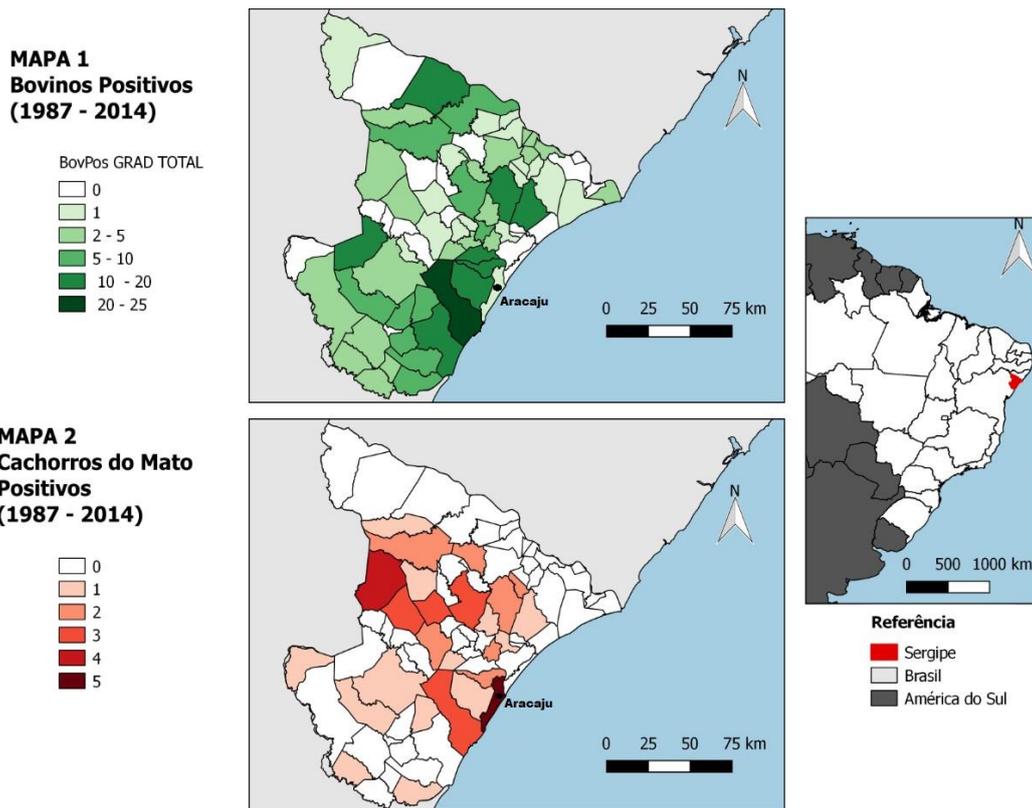


Figura 3. Distribuição espacial da raiva em bovinos e cachorros-do-mato no Estado de Sergipe, Brasil, entre 1987 a 2014.

Observa-se no mapa da figura 3 que na maioria dos municípios (Monte Alegre, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora das Dores, Capela, Japarutuba, Siriri, Maruim, Nossa Senhora do Socorro, Areia Branca, Carira, Frei Paulo, São Cristovão, Itaporanga D`Ajuda, Lagarto, Salgado, Riachão do Dantas, Tomar do Geru e Indiaroba) que houve surtos de raiva bovina também houve surtos de raiva em cachorros-do-mato, mas em tempos históricos diferentes e os municípios que tiveram raiva bovina e não foram encontrados raiva em cachorros-do-mato, estes foram diagnosticados com raiva em áreas vizinhas. Portanto, não foi encontrada nenhuma relação temporal entre as espécies (bovinos e cachorros-do-mato) de acordo com as datas dos exames diagnosticados para a raiva mesmo analisando a distância focal entre municípios vizinhos que geralmente não ultrapassa 30 Km.

Sugere-se que a relação das espécies em estudo se deu em decorrência de que os bovinos foram atacados pelos morcegos e os cachorros-do-mato apesar de ameaçarem o ciclo urbano, comem o morcego infectado com a raiva e se contaminam.

É inegável que o clima e a variabilidade climática são fatores-chave na transmissão de patógenos. No entanto, eles também trabalham em sinergia com outros determinantes da mudança global, tais como mudanças no uso da terra, a fragmentação do *habitat*, bioinvasão e a perda de biodiversidade (Morand e Guégan, 2008). As modificações ambientais - tanto no nível macro, como no nível micro, afetam de forma geral a distribuição das doenças infecciosas. Os vínculos entre desenvolvimento econômico, condições ambientais e de saúde são muito estreitos, pois as condições para a transmissão de várias doenças são propiciadas pela forma com que são realizadas as intervenções humanas no ambiente. Assim, em intervenções mais bruscas, como a expansão da fronteira agrícola com o desmatamento rápido, pode ocorrer o deslocamento de vetores ou de agentes etiológicos, atingindo, num primeiro momento, tanto as populações diretamente envolvidas com o empreendimento como as comunidades localizadas próximas da área. Num segundo momento, estas doenças podem atingir periferias das grandes cidades ou populações inteiras, como no caso da febre amarela urbana. A ausência de políticas públicas integradas e a falta de uma priorização das medidas voltadas à promoção da Saúde Humana, nela incluídas as condições ambientais, trazem-nos uma perspectiva um tanto sombria neste início de milênio (Pignatti, 2004).

Apesar de apenas uma amostra ser positiva para raiva em morcego hematófago, e considerando-se o grande número de bovinos positivos, recomenda-se segundo Wada *et al.* (2011) utilizar animais de produção para fins de monitoramento da circulação viral e adoção de medidas de prevenção e controle, visto que a transmissão do vírus para essas espécies acontece, principalmente, pela mordedura dos morcegos hematófagos. Embora há a ausência de informação de casos positivos para a raiva em morcegos, tentou-se relacionar os casos de bovinos positivos para a raiva com mais ou menos seis meses de antecedência das datas dos exames com os resultados positivos dos cachorros-do-mato, mas o que chama a atenção no Estado é a quantidade de cachorros-do-mato que são achados atropelados nas rodovias e são encaminhados para o LACEN-SE no qual se confirmaram positivos para a raiva, isto deve ocorrer em consequência da desorientação da doença nesses animais infectados o que corrobora com a afirmação de Wada *et al.* (2011) de que no Brasil não se realiza a vacinação de animais silvestres, mas sim a vigilância passiva por meio da identificação viral em animais encontrados

mortos em diversas situações, sobretudo, nas estradas e rodovias, além de ações em vigilância e manejo de animais silvestres.

Os estudos sobre a vigilância epidemiológica da raiva, devido a seu caráter passivo, englobam o entendimento entre três variáveis: o número de focos de raiva em herbívoros, a quantidade total de exames realizados e a relação entre os exames positivos/exames totais (BRASIL, 2013). Oviedo-Pastrana *et al.* (2015) afirmam que a vigilância deve manter um número crescente ou constante de testes durante os anos, além de uma redução no número de surtos de raiva, o que indicaria uma menor taxa de positividade. Os resultados deste estudo indicam deterioração da eficácia da vigilância passiva para a raiva, devido ao número de amostras negativas em morcegos hematófagos e amostras positivas em bovinos no mesmo período de tempo analisadas. O número de casos de raiva, o número total de testes realizados e a taxa de positividade são bons indicadores para a avaliação da vigilância passiva. Esta informação é de fundamental importância para a prevenção e controle da raiva em Sergipe, porque a vigilância passiva é o único instrumento utilizado para monitorar a doença.

E mais um achado da ineficácia do sistema do órgão oficial de defesa animal estadual é que dos 75 municípios, apenas 56 enviaram amostras bovinas ao LACEN para análise e diagnóstico da raiva. Com a reestruturação da vigilância passiva, o fortalecimento da vigilância de doença nervosa em ruminantes, que é primordial para o sistema de vigilância da encefalopatia espongiforme bovina (EEB), recebe o devido destaque e atenção, pois a principal categoria de vigilância de EEB vem dos bovinos que testaram negativos para raiva. Ressaltando-se que no processo de avaliação de situação de risco de EEB de um país, a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) atribui grande peso no sistema de vigilância de doença nervosa (Brasil, 2013), o que não parece estar acontecendo no Estado de Sergipe.

Na região Nordeste no período de 2002 a 2009, foram notificados 329 casos de raiva: 88,0% em canídeos silvestres (289/329), 9,0% em primatas e saguis (29/329), 3,0% em ‘mão-pelada’ (9/329); um caso em gato-do-mato; e um em cotia. Também foram registrados casos de raiva em 1.163 morcegos: 80,0% deles não hematófagos (933/1.163); e 20,0% hematófagos (230/1.163) (Wada *et al.*, 2011). No mesmo período, o maior número de notificações de raiva ocorreu para os animais de produção, com 9.277 positivos para raiva: 88,0% bovinos (8.173/9.277); 10,0% equinos (918/9.277); e

2,0% (186/9.277), outros animais de produção (Wada *et al.*, 2011). Só no Ceará, no período de 2001 a 2011, foram registrados 620 casos de raiva em animais, dos quais, 45,96% em caninos, seguidos de 18,54% em raposas e 16,77% em bovinos, de acordo com a Secretaria de Saúde do Estado do Ceará e nos últimos cinco anos, observou-se 78 animais silvestres positivos para a raiva (53,42%), quando comparado aos casos caninos e felinos juntos foram 25 (17,20%). Dos 78 animais silvestres positivos, 19 (24,30%) eram saguis (Souza *et al.*, 2013).

Em Sergipe, de um total de exames positivos entre as espécies bovino, cachorro do mato e morcego houve uma frequência de 322 (100%) amostras, destas 296 (91,93%) foram positivas para a raiva em bovinos. Apesar dos grupos de animais estudados nos dois Estados no Nordeste do Brasil não serem totalmente comparáveis devido à variabilidade de espécies, pode-se perceber uma discrepância na distribuição da raiva entre os grupos de animais quando se vê quase 100% de amostras positivas para raiva em bovinos em Sergipe de 1987 a 2014, enquanto no Ceará apenas 16,77% das amostras positivas para raiva em bovinos de 2001 a 2011 no estudo de Souza *et al.* (2013). Mas o período estudado nos dois Estados mostra que houve muito mais coleta anual de amostras para estudo no Ceará do que em Sergipe. Aí entram os possíveis vieses nos dados que podem nos levar a discutir a atuação da vigilância especificamente no Estado de Sergipe que pode estar nos fornecendo dados incompletos ou possíveis subnotificações.

O ciclo silvestre terrestre da raiva é representado no Brasil principalmente por saguis (*Callithrix* spp.) e cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*). Segundo dados da Secretaria de Vigilância em Saúde, do MS – Brasil, em 2007, os canídeos silvestres foram responsáveis por 7,9% dos 165 óbitos de humanos pela doença no país, no período de 1986-2006 (Kotait *et al.*, 2007). Na região Nordeste, duas espécies de canídeos silvestres já foram relatadas como reservatórios do vírus rábico: *C. thous* (cachorro-do-mato) e *Pseudalopex vetulus* (raposa cinzenta) (Gomes, 2004; Caniele *et al.*, 2008).

É importante destacar a alteração no perfil epidemiológico da raiva nessa década, os avanços no controle no ciclo urbano e a expansão do ciclo silvestre. As atividades de vigilância e controle em cães devem ser mantidas e as dos ciclos silvestres, intensificadas. Reforça-se a necessidade de a população buscar atendimento

em qualquer situação de agressão; e de os profissionais de saúde permanecerem atentos à avaliação e indicação adequada e oportuna da profilaxia, quando esta se fizer necessária (Wada *et al.*, 2011). Isto chama a atenção pois 35,42% de cachorros-do-mato foram positivos para raiva no Estado de Sergipe de um total de 48 amostras testadas ao longo de 27 anos. Fato este que é motivo de atenção para vigilância da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO), já que a exposição humana e/ou animal a estes canídeos pode levar ao desenvolvimento da doença. É possível que no Estado de Sergipe tenha mais importância os canídeos silvestres, porque em muitos casos pode estar havendo uma negligência no monitoramento silvestre no ecossistema onde não haja predomínio dos morcegos, mas sim de outras espécies.

Este alerta já foi destaque no trabalho de Oliveira *et al.* (2013) em que cita que a raiva é uma doença endêmica no Brasil e independentemente do ciclo epidemiológico de transmissão, exige uma constante e eficiente vigilância epidemiológica, em razão do grande impacto que ela produz na saúde animal, em danos econômicos e em saúde pública, traduzido em perdas de vidas humanas e custos das inúmeras intervenções pós-exposição, justificadas clínica e epidemiologicamente. Também é importante que o serviço veterinário estadual utilize as informações desse estudo em Sergipe, para subsidiá-los na reavaliação das estratégias atuais, mediante o conhecimento da situação em sua região, e nas vizinhas, o que tornará possível elaborar um rol das fragilidades, e o das correções necessárias. Deve-se buscar prevenir a ocorrência de áreas silenciosas para a doença, o que virá a reduzir o risco para herbívoros e humanos e culminará com o fortalecimento do controle da raiva (Brasil, 2013).

7. CONCLUSÕES

Sergipe apresentou transformações antrópicas significativas de 1987 a 2014 associada ao uso da terra, o que nos mostrou que a raiva está presente de forma endêmica nos bovinos e canídeos silvestres no Estado e que os canídeos silvestres apresentam importante papel na manutenção do vírus rábico no ambiente.

Apesar de as modificações ambientais antrópicas alterarem o *habitat* dos morcegos vetores da raiva, aumentando o risco de transmissão e surgimento de focos da doença para os bovinos no Estado de Sergipe não se comprovou nesse estudo.

A doença só teve influência na década de 90 (censo 1995-1996) em que houve aumento de casos de raiva em bovinos devido a diminuição das Pastagens Naturais e aumento de casos de raiva em cachorros-do-mato na década 2000 (censo 2006) devido aumento das Matas/Florestas Plantadas.

Devido à grande diferença geográfica entre as mesorregiões Aracaju e Sergipana é de se esperar que a maior demanda de exames e conseqüentemente casos positivos de raiva sejam oriundos da Sergipana por ser a maior mesorregião.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações que foram geradas neste trabalho por meio de publicações são indispensáveis e de grande relevância para se analisar o risco de transmissão da raiva para que órgãos competentes melhorem a efetividade do controle desta zoonose servindo como exemplo para a fiscalização sanitária de todo país, já que é uma problemática nacional, gerando mapas de risco, pois a subnotificação é provável que seja significativa e isto é um grande impedimento para a compreensão da epidemiologia desta doença o que pode dificultar o desenvolvimento de estratégias de controle.

Com a identificação de fatores de risco e a caracterização do uso da terra em função de mudanças associadas às atividades agropecuárias, espera-se o alerta aos órgãos competentes para trabalhos educativos, para prevenção de novos focos e que sirva de parâmetro epidemiológico para medidas futuras de acompanhamento da migração de colônias de morcegos positivas, presença de cachorros-do-mato e do controle da transmissão da raiva em bovinos.

Os resultados observados no presente trabalho evidenciam a circulação do vírus em ambiente silvestre no Estado de Sergipe, com uma janela permanentemente aberta, capaz de perpetuar a doença em ambientes urbanos e rurais. Essa situação impõe a necessidade de uma permanente e sistemática vigilância epidemiológica da raiva nos ambientes naturais, em espécies silvestres chave, como os quirópteros e os carnívoros, já que o país não dispõe de programa de vacinação de espécies silvestres.

A visibilidade do impacto da raiva na saúde pública e na pecuária, deveria atrair com certa facilidade os programas de controle da doença. No entanto, o ciclo silvestre terrestre, talvez em razão de sua complexidade, tem obtido pouca ou nenhuma atenção

da pesquisa e das autoridades sanitárias no País, além de uma incipiente vigilância epidemiológica. Esforços devem ser destinados a novas pesquisas e à vigilância epidemiológica da doença no ambiente natural com o intuito do efetivo controle da doença no Estado.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, T. D. F.; COSTA, E. C.; ROLIM, B. N.; ROMIJN, P. C.; MORAIS, N. B. de; TEXEIRA, M. F. da S. Risco de transmissão do vírus da Raiva oriundo de Sagui (*Callithrix jacchus*), domiciliado e semidomiciliado, para o homem na região metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 44, n. 3, p. 356-363, 2011.

ALBANEZ, J. R.; ALBANEZ, A. C. M. P. As mudanças climáticas e o setor agropecuário. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, ed. FEPMVZ Editora, n. 74, p.7-22, 2014.

ARELLANO-SOTA, C. Biology, ecology, and control of the vampire bat. *Reviews of Infectious Diseases*, v. 10, n. 4, p. S615–S619, 1988.

AVILA-FLORES, R.; MEDELLÍN, R. A. Ecological, taxonomic, and physiological correlates of cave use by Mexican bats. *Journal of Mammalogy*, v. 85, n. 4, p. 675–687, 2004.

BERNARDI, F., S. A. NADIN-DAVIS, A. I. WANDELER, J. ARMSTRONG, A. A. GOMES, F. S. LIMA, F. R. NOGUEIRA, AND F. H. ITO. Antigenic and genetic characterization of rabies viruses isolated from domestic and wild animals of Brazil identifies the hoary fox as a rabies reservoir. *Journal of General Virology*, v. 86, p. 3153–3162, 2005.

BELOTTO, A.; LEANES, L. F.; SCHNEIDER, M. C.; TAMAYO, H.; CORREA, E. Overview of rabies in the Americas. *Virus Research*, v. 111, p. 5-12, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Controle da raiva dos herbívoros. Brasília: MAPA/SDA/DAS, 2005. 104p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual de diagnóstico laboratorial da raiva. Ministério da saúde, Secretaria de Vigilância em saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília: editora do Ministério da Saúde, 2008. 108p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Controle da raiva dos herbívoros: Manual Técnico, 2009. Brasília: MAPA/SDA/DSA, 2009. 124p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Casos de raiva em herbívoros e suínos no Brasil, no período anual de 1996 a 2008. Brasília: MAPA; 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Análise de indicadores epidemiológicos da raiva dos herbívoros no Brasil (período 2006/2012). Brasília: MAPA/SDA/DAS/CGCD/CRHE, 2013.

BREDT, A.; UIEDA, W.; MAGALHÃES, E. D. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro Oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 3, p. 731-770, 1999.

CAVALCANTI, M. P.; NOGUEIRA, V. S.; GOMES, M. N. Delimitação de áreas de controle no Estado de São Paulo para a raiva dos herbívoros nas regiões da Serra da Mantiqueira e Canastra. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, v. 63, p. 287, 2011.

CONSTANTINE, D. G. Geographic translocation of bats: knows and potential problems. *Emerging Infectious Diseases*, v. 9, n. 1, p. 17–21, 2003.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Emerging infectious diseases of wildlife-threats to biodiversity and human health. *Science*, v. 287, p. 443–449, 2000.

DAVIS, J. S.; NICOLAY, C. W.; WILLIAMS, S. H. A comparative study of incisor procumbency and mandibular morphology in vampire bats. *Journal of Morphology*, v. 271, p. 853-862, 2010.

DELPIETRO, H. A.; MARCHEVSKY, N.; SIMONETTI, E. Relative population densities and predation of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) in natural and cattle-raising areas in north-east Argentina. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 14, p. 13–20, 1992.

DELPIETRO, H. A.; RUSSO, R. G. Ecological and epidemiologic aspects of the attacks by vampire bats and paralytic rabies in Argentina and analysis of the proposals carried out for their control. *Revue Scientifique et Technique*, v. 15, p. 971–984, 1996.

DIAS, R. A.; NOGUEIRA FILHO, V. S.; GOULART, C. S.; TELLES, I. C. O.; MARQUES, G. H. F.; FERREIRA, F.; AMAKU, M.; FERREIRA NETO, J. S. Modelo de risco para circulação do vírus da raiva em herbívoros no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 30, n. 4, p. 370–376, 2011.

EPI INFO versão 3.5.2. Centers for disease control and prevention, 2010.

FAHL, W. O.; CARNIELI Jr., P.; CASTILHO, J. G.; CARRIERI, M. L.; KOTAIT, I.; IAMAMOTO, K.; OLIVEIRA, R. N.; BRANDÃO, P. E. *Desmodus rotundus* and *Artibeus* spp. bats might presente distinct rabies virus lineages. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, v. 16, n. 6, p. 545-551, 2012.

FERNANDES, A. J. T. *Distribuição espaço-temporal de diagnóstico de raiva bovina na área da abrangência da Delegacia Regional do Instituto Mineiro de Agropecuária em Belo Horizonte, 1998 – 2004*. 2007. 119f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

FERREIRA, R. S. *Levantamento epidemiológico da raiva no Estado de Minas Gerais no período de 2002 a 2006*. 2007. 82p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG.

FERREIRA, R. S.; ALMEIDA, R. M. A. de; NOGUEIRA, D. A.; OLIVEIRA, N. M. S.; FIORINI, J. E. Bovine rabies incidence in the state of Minas Gerais/Brazil, between 2002 and 2006. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.79, n.2, p.287-291, 2012.

FRANCISCO, W. de C. e. A economia do Estado de Sergipe. *Brasil Escola*. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/brasil/a-economia-estado-sergipe.htm>>. Acessado em: 04 fev. 2017.

FREITAS, C. M.; GIATTI, L. L. Indicadores de sustentabilidade ambiental e de saúde na Amazônia Legal, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p.1251-1266, 2009.

GALUZO, I. Landscape epidemiology (epizootiology). *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, v. 19, n. 73, 1975.

GOMES, A. A. B. *Epidemiologia da raiva: caracterização de vírus isolados de animais domésticos e silvestres do semi-árido paraibano da região de Patos, Nordeste do Brasil*. 2004. 107f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOMES, M. N. *Padrões espaciais da raiva bovina e seus determinantes no Estado de São Paulo entre 1992 e 2003*. 2009. 277p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo.

GOMES, M. N.; MONTEIRO, A. M. V. Raiva bovina no estado de São Paulo e sua distribuição espacial entre 1992 e 2003. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 2, p. 279-286, 2011.

GOMES, M. N.; MONTEIRO, A. M. V.; ESCADA, M. I. S. Raiva bovina segundo os mosaicos de uso e cobertura da terra no estado de São Paulo entre 1992 e 2003. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 63, n. 2, p.287-295, 2011.

GOMES, M. N.; MONTEIRO, A. M. V.; NOGUEIRA FILHO, V. S.; GONÇALVES, C. A. Áreas propícias para o ataque de morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* em bovinos na região de São João da Boa Vista, Estado de São Paulo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 27, n. 7, p. 307-313, 2007.

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. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 3, p. 629-638, 2004.

GONÇALVES, M. A. S.; SÁ-NETO, R. J.; BRAZIL, T. K. Outbreak of aggressions and transmission of rabies in human beings by vampire bats in northeastern Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 35, n. 5, p. 461–464, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pecuária de Sergipe. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=se&tema=pecuaria2014>>. Acessado em: 22 jul. 2016.

JOHNSON, N.; ARÉCHIGA-CEBALLOS, N.; AGUILAR-SETIEN, A. Vampire Bat Rabies: Ecology, Epidemiology and Control. *Viruses*, v. 6, p. 1911-1928, 2014.

JORGE, R. S. P.; PEREIRA, M. S.; MORATO, R. G.; SCHEFFER, K. C.; CARNIELI JR., P.; FERREIRA, F.; FURTADO, M. M.; KASHIVAKURA, C. K.; SILVEIRA, L.; JACOMO, A. T. A.; LIMA, E. S.; DE PAULA, R. C.; MAY-JUNIOR, J. A. Detection of Rabies Virus Antibodies in Brazilian Free-Ranging Wild Carnivores. *Journal of Wildlife Diseases*, v. 46, n. 4, p. 1310–1315, 2010.

KANITZ, F. A.; KOWALSKI, A. A.; CARVALHO, H. B.; BATISTA, R.; CARNIELI JUNIOR, P.; OLIVEIRA, R. N.; WEIBLEN, R.; FLORES, E. F. Epidemiologia molecular de surto de raiva bovina na região central do Rio Grande do Sul, 2012. *Ciência Rural*, v. 44, n. 5, p. 834-840, 2014.

KOTAIT, I.; CARRIERI, M. L.; CARNIELI JÚNIOR, P.; CASTILHO, J. G.; OLIVEIRA, R. N.; MACEDO, C. I.; FERREIRA, K. C. S.; ACHKAR, S. M. Reservatórios silvestres do vírus da raiva: um desafio para a saúde pública. *Boletim Epidemiológico Paulista*, v. 4, n. 40, p. 2-8, 2007.

KOTAIT, I.; CARRIERI, M. L.; TAKAOKA, N. Y. Raiva – Aspectos gerais e clínicos. *Manual Técnico do Instituto Pasteur*, n. 8, p. 26-30, 2009.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia Hoje*. v. 3, São Paulo: ed. Ática, 1998. Disponível em: <<https://cienciologica.wordpress.com/ciencias/ecologia/biomas-encontrados-em-sergipe/>>. Acessado em: 19 jan. 2017.

LISE, M. L. Z. *Raiva bovina na área de impacto da hidrelétrica de Aimorés, Minas Gerais, Brasil*. 2005. 67p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

LORD, R. D.; FUENZALIDA, E.; DELPIETRO, H.; LARGHI, O. P.; DE DÍAZ, A. M. O.; LÁZARO, L. Observaciones sobre la epizootiología de la rabia em vampiros. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana/Pan American Sanitary Bureau*, v. 82, n. 6, p. 498-505, 1977.

LORD R. D. Control of vampire bats. In: GREENHALL, A. M.; SCHMIDT U. (Ed.). *Natural History of Vampire Bats*. Florida: CRC Press, 1988. p. 215-226.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO), 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20dos%20herbivoros/Dados%20controle%20raiva%20herb%20C3%ADvoros%20Brasil%20ate%202012.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2014.

MAYEN, F. Haematophagous bats in Brazil, their role in rabies transmission, impact on public health, livestock industry and alternatives to an indiscriminate reduction of bat population. *Journal of Veterinary Medicine B*, v. 50, n. 10, p. 469–472, 2003.

MCCOLL, K.A.; TORDO, N.; AGUILAR-SETIÉN, A. Bat lyssavirus infections. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, v. 19, n. 1, p. 177–196, 2000.

MEENTEMEYER, R. K.; HAAS, S. E.; VÁCLAVÍK, T. Landscape epidemiology of emerging infectious diseases in natural and human-altered ecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, v. 50, p. 379–402, 2012.

MENEZES, F. L.; SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C.; MENESES, J. N. C.; MAGALHÃES, D. F.; BARBOSA, A. D.; OLIVEIRA, C. S. F. Distribuição espaço-temporal da raiva bovina em Minas Gerais, 1998 a 2006. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 3, p. 566-573, 2008.

MORAND, S.; GUÉGAN, J. F. How the biodiversity sciences may aid biological tools and ecological engineering to assess the impact of climatic changes. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, v. 27, n. 2, p. 355-366, 2008.

MORATO, F.; IKUTA, C. Y.; ITO, F. H. Raiva: uma doença antiga, mas ainda atual. Parte 1. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP / Journal of Continuing Education in Animal Science of CRMV-SP*, v. 9, n. 3, p. 20–29, 2011.

OIE. *No more deaths from rabies*. World Organization for Animal Health. 2014. Disponível em <http://www.oie.int/en/for-the-media/editorials/detail/article/no-more-deaths-from-rabies/#_ftn1>. Acesso em: 20 out. 2014.

OLIVEIRA, P. R.; SILVA, D. A. R.; ROCHA, J. H.; MELO, S. M. A.; BOMBONATO, N. G.; CARNEIRO e SILVA, F. O. Levantamento, cadastramento e estimativa populacional das habitações de morcegos hematófagos, antes e após atividades de controle, no município de Araguari, MG. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 76, n. 4, p. 553-560, 2009.

OLIVEIRA, T. S.; BULL, V.; REZENDE, C. A.; FURTINI, R.; COSTA, E. A.; PAIXÃO, T. A.; SANTOS, R. L. Perfil das amostras do sistema nervoso central de bovinos com síndrome neurológica e diagnóstico da raiva bovina no serviço de defesa sanitária de Minas Gerais, 2003-2010. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, n. 4, p. 333-339, 2012.

OLIVEIRA, M.S.; FROTA, F.P.; CARVALHO, M.P. et al. Frequência da raiva em herbívoros e humanos no Estado do Tocantins de 1999 a 2010: Relatório Técnico. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 7, n. 3, p. 180-183, 2013.

OSTFELD, R. S.; GLASS, G. E.; KEESING, F. Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 20, n. 6, p. 328–336, 2005.

OVIEDO-PASTRANA, M. E.; OLIVEIRA, M. S. F.; CAPANEMA, R. O.; NICOLINO, R. R.; OVIEDO-SOCARRAS, T. J.; HADDAD, J. P. A. Trends in Animal Rabies Surveillance in the Endemic State of Minas Gerais, Brazil. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 16, p. 1-13, 2015.

PAVLOVSKY, E. *Natural nidity of transmissible diseases with special reference to the landscape epidemiology of zoonothroponoses*. University of Illinois Press, Urbana. 1966.

PEIXOTO, P. V. Raiva bovina e linhas de conduta. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 18, n. 1, p. 45-46, 1998.

PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; REIS, N. R.; NOGUEIRA, M. R.; ORTÊNCIO FILHO, H. Ordem Chiroptera. In: REIS, N. R.; PERACHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (eds). *Mamíferos do Brasil*, 1. Ed. Londrina, Paraná, 2006, p.153-230.

PÊSSOA SILVA, M. C. *Ocupação econômica da terra e distribuição espacial da raiva bovina no norte de Minas Gerais, Brasil (1982 a 1991)*. 1993. 54p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

PÊSSOA SILVA, M. C.; MOREIRA, E. C.; INZAURRALDE, A. L.; MODENA, C. M. Ocupação econômica da terra como determinante da incidência de raiva em bovinos no norte de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 48, n. 3, p. 265-274, 1996.

PIGNATTI, M. G. Saúde e Ambiente: as doenças emergentes no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 1, p. 133-148, 2004.

REISEN, W. K. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. *Annual Review of Entomology*, v. 55, p. 461–483, 2010.

RUPPRECHT, C. E.; HANLON, A. C.; HEMACHUDHA T. Rabies re-examined. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 2, p. 327-343, 2002.

SCHNEIDER, M. C.; ROMIJN, P. C.; UIEDA, W.; TAMAYO, H.; DA SILVA, D. F.; BELOTTO, A.; DA SILVA, J. B.; LEANES, L. F. Rabies transmitted by vampire bats to humans: An emerging zoonotic disease in Latin America? *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, v. 25, n. 3, p. 260–269, 2009.

SILVA, L. J. Parte II – Ocupação do espaço e doenças endêmicas. In: BARATA, R. B.; BRICEÑO-LEÓN, R. E. orgs. *Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. 376p.

SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C.; HADDAD, J. P. A.; MODENA, C. M.; TUBALDINI, M. A. S. Distribuição temporal e espacial da raiva bovina em Minas Gerais, 1976 a 1997. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 53, n. 3, p. 1-11, 2001a.

SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C.; HADDAD, J. P. A.; SAMPAIO, I. B. M.; MODENA, C. M.; TUBALDINI, M. A. S. Uso da terra como determinante da distribuição da raiva bovina em Minas Gerais, Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 53, n. 3, p. 273-283, 2001b.

SILVA, R. C.; LANGONI, H. Epidemiologia da raiva em quirópteros e os avanços em biologia molecular. *Veterinária e Zootecnia*, v. 18, n. 1, p. 19-37, 2011.

SIMMONS, N. B. Order Chiroptera. In: WILSON D. E.; REEDER, D. M. (eds). *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference*. 3. Ed. v. 1. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005, p.312-529.

SODRÉ, M. M.; DA GAMA, A. R.; DE ALMEIDA, M. F. Updated list of bat species positive for rabies in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 52, n. 2, p. 75–81, 2010.

SOUSA, M. S.; RIBEIRO, W. L. C.; DUARTE, N. F. H.; ANDRE, W. P. P.; SANTIAGO, S. L. T. Transmissão da Raiva por Saguí (*Callithrix jacchus*) no Estado do Ceará, Brasil. Uma Revisão. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 7, n. 2, p. 270-287, 2013.

STATAcorp LP Stata/SE 12.0. Análise estatística e gestão de dados. College Station, TX: StataCorp, 2012.

TORDO, N.; BAHLOUL, C.; JACOB, Y.; JALLET, C.; PERRIN, P.; BADRANE, H. Rabies: Epidemiological tendencies and Control Tools. In: DODET, B.; SCHUDEL, A.; PASTORET, P. P.; LOMBARD, M. (eds). *First International Conference on Rabies in Europe*. *Developmental Biology*, v. 125, p. 3-13, 2006.

WADA, M. Y. Situação da Raiva Silvestre no Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2007. Disponível em: <[http://www2.saude.ba.gov.br/divsep/arquivos/raivacovedi2012/vigilanciaepidemiologicadaraiva2012/Epizootias/Raiva Silvestre Marcelo WADA M.S. Oficina da Raiva Silvestre Jun 2008 pdf](http://www2.saude.ba.gov.br/divsep/arquivos/raivacovedi2012/vigilanciaepidemiologicadaraiva2012/Epizootias/Raiva%20Silvestre%20Marcelo%20WADA%20M.S.%20Oficina%20da%20Raiva%20Silvestre%20Jun%202008.pdf)>. Acesso em: 5 dez. 2014.

WADA, M. Y.; ROCHA, S. M.; MAIA-ELKHOURY, A. N. S. Situação da Raiva no Brasil, 2000 a 2009. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 20, n. 4, p. 509-518, 2011.

WARRELL, M. J.; WARRELL, D. A. Rabies and other lyssavirus diseases. *Lancet*, v. 363, n. 9413, p. 959-69.