Fernanda Ywasaki

O Uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no estudo da correlação entre alteração de biomassa e ocorrência de raiva em herbívoros nas regiões do Vale do Paraíba Paulista e Alto Tietê durante epidemia de raiva no período de 1996 a 2006

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

Área de concentração:

Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Augusto Dias

São Paulo

2010

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2244
FMVZ

Ywasaki, Fernanda

O Uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no estudo da correlação entre alteração de biomassa e ocorrência de raiva em herbívoros nas regiões do Vale do Paraíba Paulista e Alto Tietê durante epidemia de raiva no período de 1996 a 2006 / Fernanda Ywasaki. -- 2010.

80 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo, 2010.

Programa de Pós-Graduação: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.
Área de concentração: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Dias.

1. Sensoriamento Remoto. 2. Raiva. 3. Epidemiologia. 4. NDVI. 5. Sistemas de informação geográfica. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado “O uso do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SIG) no estudo da correlação entre alteração de biomassa e ocorrência de raiva em herbívoros domésticos nas regiões do Vale do Paraíba Paulista e Alto Tietê durante uma epidemia de raiva no período de 1996 a 2006”, protocolado sob o nº1655/2009, não utilizando animais, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo Augusto Dias, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 20/05/09.

We certify that the Research “The use of remote sensing techniques on the study of correlation between vegetation coverage alteration and rabies occurrence on cattle and horses during the eve of a rabies outbreak in São Paulo State, Brazil”, protocol number 1655/2009, under the Prof. Dr. Ricardo Augusto Dias, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 05/20/09.

São Paulo, 21 de maio de 2009

Profa Dra Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, nº87
Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”
São Paulo/SP – Brasil
05508-270

Fax: +55 11 3032-2224 / 3091-7757
fone: + 55 11 3091-7671/7676
E-mail: fmvz@usp.br
<http://www.fmvz.usp.br>

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: YWASAKI, Fernanda

Título: O Uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no estudo da correlação entre alteração de biomassa e ocorrência de raiva em herbívoros nas regiões do Vale do Paraíba Paulista e Alto Tietê durante epidemia de raiva no período de 1996 a 2006

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Dedico este trabalho à minha mãe, Sônia,
por ter sempre me apoiado, fazendo as vezes
de mãe, de pai, e acima de tudo, de amiga.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, cuja presença indiscutível não poderia ter se revelado em melhor hora.

Ao professor Ricardo Augusto Dias, pela paciência, sabedoria e confiança, sem as quais este trabalho jamais teria sido possível. Também pelas muitas risadas e pela amizade.

À minha família... Mãe, tias Neusa e Liria, batian, Inha. Vocês são tudo pra mim!

Aos meus sobrinhos, Gabriela e Ricardo, cujas inocência e alegria radiante me proporcionaram momentos de felicidade plena e abstração total.

Ao meu ditian. Tantas vezes pensei que seria difícil demais seguir em frente e me bastou lembrar sua forma de encarar a vida para eu perceber que tudo vale a pena.

Ao Diego Rezk Calil, por ter sido muito mais do que eu jamais poderia imaginar. Por ter perdido junto comigo a noção do tempo e do espaço. Por sua dedicação. Por sua compreensão nos meus “cinco minutos” tão freqüentes.

À família Calil, por terem sido minha segunda família e por terem me acolhido de braços abertos quando eu mais precisei.

Ao professor Doutor Yosio Edemir Shimabukuro e Egidio Arai, pela ajuda valiosíssima, tanto no entendimento do sensoriamento remoto, quanto na obtenção de imagens Landsat.

Aos professores Marcos Amaku e Fernando Ferreira pelas críticas, idéias e dicas sempre pertinentes.

Às minhas amigas Marjorie, Daiane e Milena, que embora muitas vezes distantes, nunca me deixaram esquecer o significado da verdadeira amizade.

À Jucélia. Sua força, integridade, honestidade e lealdade serão sempre exemplos para mim.

Aos amigos do LEB: Ana Julia, Renatinho, Moniqueta, Mônica Fagundes, Fé Marvulo, Grisi, Bianca Canatto, Rosely Bianca (Flor), Simone (Paqueta) e Sibebe (agregada). Velhos tempos que não voltam mais...

A todos aqueles cujos nomes eu possa não ter listado aqui, mas que de alguma forma foram importantes tanto para este trabalho quanto para meu desenvolvimento durante esta longa caminhada.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Municípios da área de estudo e suas classificações conforme as Divisões Fisiográficas do IBGE	26
Quadro 2 - Principais características e aplicações do satélite LANDSAT 5, banda TM	29
Quadro 3 - Data de passagem do satélite Landsat5-TM em cada ano de estudo	32
Quadro 4 - Focos de raiva em herbívoros agregados por município por ano ..	37
Quadro 5 - Efetivo de rebanho de herbívoros	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados de perda por período	41
Tabela 2 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados de ganho por período ...	42
Tabela 3 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados alteração geral por período	42
Tabela 4 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados de focos de raiva por período	43
Tabela 5 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos valores de focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros por período	43
Tabela 6 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos valores de rebanho de herbívoros por período	44
Tabela 7 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de perda e não alteração de biomassa entre os períodos de estudo	45
Tabela 8 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de ganho e não alteração de biomassa entre os períodos de estudo	45
Tabela 9 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de perda, ganho e não alteração de biomassa entre os períodos de estudo	46
Tabela 10 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de médias de focos de raiva entre os períodos de estudo	46
Tabela 11 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de médias de valores de focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros entre os períodos de estudo	47
Tabela 12 - Teste de Wilcoxon: comparação de médias de rebanho de herbívoros por período de estudo.	47
Tabela 13 - Teste de correlação de Spearman entre perda e focos de raiva por período de estudo	48
Tabela 14 - Teste de correlação de Spearman entre ganho e focos de raiva por período de estudo	49
Tabela 15 - Teste de correlação de Spearman entre geral e focos de raiva por período de estudo	49
Tabela 16 - Teste de correlação de Spearman entre perda e focos de raiva corrigidos por período de estudo	50

Tabela 17 - Teste de correlação de Spearman entre ganho e focos de raiva corrigidos por período de estudo.....	50
Tabela 18 - Teste de correlação de Spearman entre geral e focos de raiva corrigidos por período de estudo.....	51
Tabela 19 - Teste de correlação de Spearman entre alteração de NDVI (perda) e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo	51
Tabela 20 - Teste de correlação de Spearman entre alteração de NDVI (ganho) e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo	52
Tabela 21 - Teste de correlação de Spearman entre alteração de NDVI (geral) e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo	52
Tabela 22 - Teste de correlação de Spearman entre ocorrência de foco de raiva em herbívoro e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da área de estudo	28
Figura 2 - Mapa da grade Landsat-5 TM sobre o Brasil	30
Figura 3 - Cálculo da alteração da biomassa	33
Figura 4 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1996	54
Figura 5 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1997	54
Figura 6 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1998	55
Figura 7 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1999	55
Figura 8 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2000	56
Figura 9 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2001	56
Figura 10 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2002	57
Figura 11 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2003	57
Figura 12 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2004	58
Figura 13 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2005	58
Figura 14 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2006	59
Figura 15 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1996	59
Figura 16 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1997	60
Figura 17 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1998	60

Figura 18 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1999	61
Figura 19 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2000	61
Figura 20 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2001	62
Figura 21 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2002	62
Figura 22 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2003	63
Figura 23 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2004	63
Figura 24 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2005	64
Figura 25 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2006	64

RESUMO

YWASAKI, F. O Uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no estudo da correlação entre alteração de biomassa e ocorrência de raiva em herbívoros nas regiões do Vale do Paraíba Paulista e Alto Tietê durante epidemia de raiva no período de 1996 a 2006. [The use of remote sensing techniques on the study of correlation between vegetation coverage alteration and rabies occurrence on cattle and horses during the eve of a rabies outbreak in São Paulo State, Brazil]. 2010. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Avaliou-se a correlação entre alteração ambiental e ocorrência de focos de raiva em herbívoros na região do vale do rio Paraíba do Sul paulista e alto Tiete no período de 1996 a 2006, por meio da aplicação de técnica de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat-5, sensor TM, órbitas 218 e 219, ponto 76, bandas 3 e 4 na obtenção do índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI). Foi feita a subtração de NDVI para obtenção da alteração de cobertura vegetal ou vigor de biomassa em intervalos de um ano, e dados de ocorrência de focos de raiva agregados por município corrigidos pelo efetivo herbívoro no respectivo ano. Diferenças significativas foram obtidas na comparação das médias de alteração de NDVI para ganho, perda e alteração geral em todo período pelo teste de Wilcoxon, exceto de 1996 a 1997 e sequência de somatória de rankings negativos de 1998 a 2002. A análise de correlação entre diminuição de NDVI e focos de raiva corrigidos foi significativa em 2002 e 2003. Para ganho de NDVI, foi significativo em 1998 e 2003. Para alteração geral foi significativa em 2002. Houve correlação significativa de aumento de NDVI e focos de raiva corrigidos em 2000, 2002 e 2004, com $r > 0$ em todo período, exceto 2002 e observadas correlações entre alteração, geral e de perda, e tamanho de rebanho significativas em 2000, 2002, 2004 e 2006. A correlação positiva entre alteração de NDVI e rebanho herbívoro sugere a alteração do tamanho do rebanho como um fator de alteração da cobertura vegetal e conseqüente aumento da ocorrência de raiva pela alteração do habitat do morcego hematófago, principal hospedeiro do vírus rábico na América do Sul. A implantação da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, em

1999 e a obrigatoriedade da vacinação contra a raiva, a partir de 2002, podem ter encoberto a correlação positiva encontrada no período anterior, de 1996 a 1999. Após o controle da raiva ter se consolidado, a alteração de NDVI voltou a apresentar correlação positiva, devendo ser considerada de fato fator de risco para a ocorrência de raiva nos herbívoros. A metodologia proposta no estudo pode ser uma alternativa no estudo de alteração ambiental como fator de risco na epidemiologia de doenças infecciosas, porém refinamento da técnica pode ser considerado a fim de controlar influências de condições atmosféricas e época do ano nas imagens utilizadas.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Raiva. Epidemiologia. NDVI. Sistemas de informação geográfica.

ABSTRACT

YWASAKI, F. The use of remote sensing techniques on the study of correlation between vegetation coverage alteration and rabies occurrence on cattle and horses during the eve of a rabies outbreak in São Paulo State, Brazil. [O Uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no estudo da correlação entre alteração de biomassa e ocorrência de raiva em herbívoros nas regiões do Vale do Paraíba Paulista e Alto Tietê durante epidemia de raiva no período de 1996 a 2006]. 2010. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

The present work evaluated the correlation between environmental changes and herbivore rabies in eastern São Paulo State, from 1996 to 2006, using remote sensing and geographic information systems techniques. Images from Landsat-5 satellite, sensor TM, orbits 281 and 219, point 76, bands 3 and 4 were used to obtain the normalized difference vegetation index (NDVI). For each year, the subtraction of NDVI was calculated in order to evaluate the changes in vegetation coverage or biomass robustness. Also, the occurrence of rabies was obtained, for each local administrative division, called municipality, later corrected by the number of herbivores. Significant differences were obtained when comparing mean NDVI changes, being gain, loss or both using Wilcoxon test, except between 1996 and 1997. Differences were also obtained in negative rank sums from 1998 and 2002. The correlation analysis between NDVI loss and rabies occurrence was significant in 2002 and 2003. The correlation between NDVI gain and rabies occurrence was significant in 1998 and 2003. For both gain and loss of NDVI, there was significant correlation with rabies occurrence only in 2002. For corrected rabies outbreaks, there was significant correlation in 2000, 2002, 2004 and 2006. Positive correlation between NDVI changes and herbivores herds suggests that rise in number of herds impacts vegetation coverage, consequently the increase of rabies occurrence, caused by changes in vampire bat habitats. The implantation of an animal health service in São Paulo, in 1999, imposing vaccination against rabies in cattle in 2002, may have covered positive correlation from 1996 to 1999. After the consolidation of control measures, NDVI changes turned to be correlated, allowing its classification as risk factor for rabies occurrence. The proposed method can be an alternative to study

environmental changes as risk factor of infectious diseases epidemiology. The improvement of the method is necessary to control atmospheric conditions and the period of images acquirement.

Keywords: Remote sensing. Rabies. Epidemiology. NDVI. Geographic information systems.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	23
2.1 GERAIS	23
2.2 ESPECÍFICOS.....	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1 ÁREA DE ESTUDO	25
3.2 OBTENÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE	28
3.3 CÁLCULO DE NDVI E ALTERAÇÃO DE BIOMASSA.....	31
3.4 CÁLCULO DA ALTERAÇÃO DE BIOMASSA.....	33
3.5 OCORRÊNCIA DE RAIVA EM HERBÍVOROS.....	35
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
4 RESULTADOS	41
6 DISCUSSÃO	66
7 CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	77

∞ INTRODUÇÃO ∞

1 INTRODUÇÃO

A raiva é considerada uma das mais importantes zoonoses, por sua evolução drástica e rápida, e por seu alto custo social e econômico (BRASIL, 2005). A raiva em herbívoros representa um entrave ao desenvolvimento da pecuária e responsável por enormes prejuízos econômicos diretos, da ordem de 30 milhões de dólares/ano, sendo que no Brasil este valor se aproxima de 15 milhões de dólares, com a morte de cerca de 40.000 cabeças bovinas (KOTAIT, 1998). A irregularidade de informação e o limitado número de países informantes indicam uma acentuada sub-notificação, e que, portanto, o valor estimado de perdas anuais é ínfimo se comparado à real incidência da doença. Nota-se, portanto, uma necessidade de fortalecimento da vigilância epidemiológica para a raiva (BELOTTO, 2001).

Os primeiros casos relatados no Brasil ocorreram em Santa Catarina em 1906, com a morte de cerca de 4000 bovinos e 1000 equídeos. Morcegos haviam sido observados durante o dia tentando se aproximar dos animais e mordê-los (MAYEN, 2003). CARINI¹ (1911 apud HAUPT; REHAAG, 1925, p. 17-47) sugeriu a transmissão da raiva dos herbívoros pelo morcego hematófago *Desmodus rotundus*, posteriormente confirmado por Haupt e Rehaag (1925), com a identificação de corpúsculos de Negri no cérebro de morcegos hematófagos capturados.

Os primeiros casos de raiva em herbívoros no Estado de São Paulo foram relatados no ano de 1935 nas cidades de Ubatuba, no litoral, e Itu, no interior do Estado (CARNEIRO, 1936; BRASIL, 2005). A expansão da bovinocultura no Estado de São Paulo favoreceu o aumento de *Desmodus rotundus* (TADDEI et al., 1991). Além disso, muitas estradas e rodovias foram construídas, o que certamente contribuiu para o aumento populacional e a ampliação de sua distribuição em território paulista. Bueiros sob rodovias e pontes passaram a ser utilizados por *D. rotundus* como abrigos noturnos (TADDEI et al., 1991).

Em 1966 foi instituído pelo Ministério da Agricultura o Plano de Combate à Raiva dos Herbívoros, a partir de 2005 Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros (PNCRH), executado pelo Departamento de Saúde Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

¹ CARINI, A. Sur une grande epizootie de rage. Annales de l'Institut Pasteur, v. 11, p. 843-846, 1911.

No período de 1992 a 1998, a região do Vale do Rio Paraíba do Sul, divisa com os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, apresentava uma média de 180 casos diagnosticados em herbívoros por ano, sendo que em 1999 este número foi elevado em 2,5 vezes (TAKAOKA, 2000). Diante da epidemia, foi instaurada em 1998 a Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA), órgão da administração pública do Governo do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento. A vacinação nas áreas de risco tornou-se obrigatória a partir de novembro de 2001.

O foco principal das medidas de controle da raiva dos herbívoros é a biologia do *Desmodus rotundus*, sendo esta a fundamentação do modelo proposto. A estratégia do PNCRH é baseada fundamentalmente na vigilância epidemiológica, orientação de vacinação dos herbívoros domésticos e no controle do morcego hematófago *Desmodus rotundus* quando houver risco de transmissão de raiva aos herbívoros (BRASIL, 2005).

O vírus da raiva pertence à família Rhabdoviridae (BROWN et al., 1979), gênero *Lyssavirus* (PRINGLE, 1997). Sua natureza protéica complexa o torna um bom indutor de imunidade, característica importante na prevenção e controle visto que induz a um bom nível de anticorpos e a imunidade duradoura (TAKAOKA, 1998). O vírus rábico leva a um quadro de encefalomielite quase invariavelmente fatal (SMITH, 1996). Pode acometer a todos os mamíferos, mas os reservatórios importantes para a manutenção e transmissão do vírus rábico se limitam a carnívoros e quirópteros (GIBBONS, 2002).

Reservatórios do vírus rábico podem ser encontrados essencialmente no mundo inteiro; apenas determinadas nações insulares nos continentes Australiano e Antártico não apresentam a raiva (SMITH, 1996; BATISTA et al., 2007). Alguns países (Inglaterra, Irlanda, Japão e países escandinavos) obtiveram sucesso na erradicação da doença (Batista et al., 2007).

Segundo Batista et al. (2007), o vírus rábico é mantido na natureza por ciclos ocasionalmente inter-relacionados, sendo os ciclos urbano, silvestre, aéreo e rural. Nestes ciclos, os “hospedeiros naturais” ou “reservatórios naturais” são os principais disseminadores da infecção, onde o vírus é capaz de manter-se sem a re-introdução a partir de outras espécies. É provavelmente dependente de um balanço entre a adaptatividade da amostra viral e do tamanho da população hospedeira. As demais

espécies são acidentalmente envolvidas e tornam-se hospedeiros finais da infecção, pois o ciclo é terminado no momento em que o hospedeiro morre.

O primeiro ciclo, urbano, é responsável por milhares de óbitos humanos. Notadamente em países asiáticos como a Índia, China e Tailândia, mas ocorre também na América Latina e África e tem como transmissores principais o cão e o gato (BATISTA et al., 2007).

O segundo é o ciclo silvestre, em que o vírus pode utilizar como reservatórios naturais diferentes espécies, as quais podem variar em função da fauna da região geográfica (KAPLAN et al. 1986; WOLDHIWET, 2002; BATISTA et al., 2007). Na Europa, o ciclo silvestre é responsável por mais de 75% de todos os casos (PASTORET et al, 1995), tendo como principal hospedeiro a raposa vermelha (*Vulpes vulpes*) e na América do Norte, além das raposas vermelhas, os gambás (*Mephitis mephitis*) e guaxinis (*Procyon sp.*) são hospedeiros naturais do vírus (BATISTA et al., 2007).

No ciclo aéreo ou silvestre aéreo, o morcego é o principal transmissor da infecção a bovinos ou a outros herbívoros no ciclo rural (BATISTA et al., 2007). Na América do Sul, o mais importante hospedeiro do vírus rábico na natureza é o morcego hematófago (“vampiro”) (BAER, 1991, BATISTA et al., 2007). Os morcegos hematófagos, especialmente o *Desmodus rotundus*, são os reservatórios do vírus da raiva nos países da América Latina, e endêmicos da região do norte do Chile e Argentina até o norte do México e parte do Chile (KOOPMAN, 1988). A raiva transmitida pelo morcego infectado é responsável pela infecção direta de animais domésticos, eventualmente, de seres humanos (TADDEI, 1991) e por grande impacto na pecuária brasileira. Messenger et al. (2002) verificaram a possibilidade de transmissão do vírus rábico, por meio de aerossóis, de morcegos *Tadarida brasiliensis* em cavernas dos Estados Unidos, e identificaram que essa transmissão só ocorre mediante a presença de amplas colônias de morcegos, cobertas com extrema umidade, alta temperatura e pouca ventilação.

Os morcegos hematófagos pertencem à ordem Chiroptera, família Phyllostomoidea, subfamília Desmodontidae, e podem pertencer à espécie *D. rotundus*, *Diphylla ecaudata* ou *Diaemus youngi* (BRASS, 1994). Tanto o morcego *Diphylla ecaudata* quanto *Diaemus youngi* são raros e se alimentam preferencialmente em aves (UIEDA, 2002). O morcego vampiro, *Desmodus*

rotundus, se alimenta em mamíferos (MAYEN, 2003), sendo, portanto, a espécie de importância epidemiológica (BELOTTO, 2001).

No Brasil há cerca de 140 espécies de quirópteros, sendo que o vírus da raiva já foi isolado em 27 espécies (19%) (UIEDA, 1996), ou seja, isolado também em morcegos não hematófagos, que podem, portanto, atuar como um intermediário entre os ciclos urbano e silvestre, constituindo um fator de risco tanto em Saúde Pública como em Saúde Animal (GERMANO et al., 1992; UIEDA et al., 1995). No Chile, o morcego não-hematófago *Tadarida brasiliensis* é reservatório da raiva silvestre e tem sido responsável por casos esporádicos de raiva no homem e animais domésticos (FAVIC, 1996).

A epidemiologia da raiva bovina envolve fatores naturais como o habitat favorável aos morcegos e à manutenção da 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., 2001). Alterações do cenário vegetal original, como o desmatamento e a urbanização, alteraram o habitat natural do quiróptero e proporcionaram condições propícias para a sua proliferação (DELPIETRO et al., 2000).

Segundo Delpietro et al. (2000), o elevado nível populacional alcançado pelo morcego vampiro deve-se 1) a fatores tais como o desenvolvimento da pecuária, que proporciona uma fonte de alimentos rica e inesgotável, 2) a construções humanas abandonadas, pontes, galpões, minas, etc, que os permitem encontrar um refúgio artificial diurno, 3) constante e progressiva deterioração dos ecossistemas naturais com conseqüente diminuição e/ou desaparecimento de numerosos predadores que antes controlavam a população de quirópteros. Devem-se somar estes fatos à notável capacidade adaptativa dos morcegos hematófagos, que atualmente podem viver como sinantrópicos na maioria dos ecossistemas pecuários tropicais e subtropicais da América.

Na “teoria dos focos naturais da doença”, Pavlovsky (1988) estabelecia o conceito de que o espaço era o cenário no qual circulava o agente infeccioso. Este espaço era considerado estático e imutável, um espectador não participante (SABROZA² et al., 1996 apud Silva, 1997, p. 585-593). Diferentemente, Dollfus

² SABROZA, P. C.; KAWA, H.; CAMPOS, W. S. Q. Doenças transmissíveis, ainda um desafio. In: Os Muitos Brasis. Saúde e População na Década de 80, pp.177-244, São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco, 1995.

(DOLLFUS³, 1972 apud Silva, 1997, p. 585-593) propõe o conceito de espaço geográfico, como um sistema dinâmico, resultante da interação do meio físico e da organização econômica e social humana (SILVA, 1997). George (GEORGE⁴, 1972 apud Silva, 1997, p. 585-593), por sua vez, defende a interdisciplinaridade visto que epidemiologia e geografia “são disciplinas científicas cujo objeto é o centro de relações por demais ampla e complexa para ser adequadamente compreendida através de uma visão metodológica estreita” (SILVA, 1997). Estes conceitos, segundo Silva (1997) incorpora os determinantes naturais e sociais numa visão de totalidade, que muitas vezes falta à análise epidemiológica.

Desta forma, levando-se em consideração aspectos relacionados à biologia do morcego, às características geográficas distintas e à ação do homem na natureza, estudos visando analisar os fatores de risco para a circulação viral em diferentes regiões do Brasil têm sido conduzidos, como Maddarena (1998) e Gomes et AL. (2005), no Estado de São Paulo, Silva et al. (2001) no Estado de Minas Gerais e Rocha et al. (2003) no município de Araguari, MG.

A análise em um sistema de informação geográfica (SIG) possibilita integrar informações referentes aos fatores de risco para o desenvolvimento de doenças permitindo o mapeamento de zonas de risco, o que pode contribuir na prevenção e controle, uma vez que permite delinear intervenções com o objetivo de reduzir as populações de vetores, controlar as populações de reservatório e implementar ações de vigilância (CORREIA et al., 2004).

O estudo do histórico de cada foco da raiva bovina pode revelar por que a epizootia seguiu determinado curso. Frequentemente está associado a uma combinação de fatores ecológicos, topográficos e geológicos que providenciam as bases necessárias, porém mais importante, essa determinação permite prever o curso futuro com certa acurácia (GREENHALL, 1988).

Neste sentido, o presente estudo buscou identificar, com a integração de ferramentas de sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto, a relação entre a alteração da biomassa, a ocorrência de focos de raiva em herbívoros e a evolução da população de herbívoros na Mesorregião do Vale do Paraíba Paulista e Microrregiões de Mogi das Cruzes e Guarulhos no período de 1996 a 2006.

³ DOLLFUS, O. O Espaço Geográfico. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1972.

⁴ GEORGE, P. Os Métodos da Geografia. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1972.

❧ OBJETIVOS ❧

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram divididos em gerais e específicos, como segue.

2.1 GERAIS

- Verificar se a ocorrência de alterações ambientais influenciou o surgimento de focos de raiva de herbívoros durante a epidemia ocorrida no final da década de 90 na região do Vale do Paraíba Paulista.

2.2 ESPECÍFICOS

Testar as seguintes hipóteses:

- Houve diferença significativa na ocorrência de focos de raiva de um ano em relação ao ano seguinte;
- Há correlação entre alteração ambiental e ocorrência de foco de raiva em herbívoros;
- Existe correlação entre alteração ambiental e tamanho de rebanho de herbívoros;

MATERIAIS

∞ E ∞

MÉTODOS

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos adotados no trabalho são descritos a seguir.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Com uma área de 18.671km² e aproximadamente 7,46% do território paulista, a área de estudo compreende os municípios continentais da região do Vale do Paraíba Paulista e do Alto Tietê (Figura 1), segundo a divisão fisiográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme quadro 1. A área é formada por 49 municípios, está localizada na região Sudeste do Estado de São Paulo, possui topografia complexa e conta com uma infra-estrutura de transportes privilegiada. Esta região foi escolhida por ter sido acometida por uma epidemia de raiva em herbívoros domésticos entre os anos de 1996 e 2001.

Situados nas bacias hidrográficas do Rio Paraíba do Sul e Rio Tietê, o clima pode ser considerado subtropical quente, com verões chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual situa-se acima de 21°C, sendo a média anual de umidade relativa do ar superior a 70%.

De acordo com a classificação fisionômica-ecológica das formações neotropicais, a região apresenta formações floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, floresta estacional semidecidual com as formações distintas alto montana, terras altas, montana e savana. As principais atividades econômicas são as produções de carne bovina, de leites B e C e de hortifrutigranjeiros.

Os critérios de exclusão de municípios da análise foram indisponibilidade de imagem e ocorrência de nuvem, sendo que o município foi excluído somente do período afetado.

	Município	Divisão Fisiográfica IBGE
1	Aparecida	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
2	Arapeí	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
3	Areias	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
4	Arujá	Microrregião de Guarulhos
5	Bananal	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
6	Biritiba-Mirim	Microrregião de Mogi das Cruzes
7	Caçapava	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
8	Cachoeira Paulista	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
9	Campos do Jordão	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
10	Canas	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
11	Caraguatatuba	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
12	Cruzeiro	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
13	Cunha	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
14	Ferraz de Vasconcelos	Microrregião de Mogi das Cruzes
15	Guararema	Microrregião de Mogi das Cruzes
16	Guaratininguetá	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
17	Guarulhos	Microrregião de Guarulhos
18	Igaratá	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
19	Itaquaquetuba	Microrregião de Mogi das Cruzes
20	Jacareí	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
21	Jambeiro	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
22	Lagoinha	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
23	Lavrinhas	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
24	Lorena	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
25	Mogi das Cruzes	Microrregião de Mogi das Cruzes
26	Monteiro Lobato	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
27	Natividade da Serra	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
28	Paraibuna	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
29	Pindamonhangaba	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
30	Piquete	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
31	Poá	Microrregião de Mogi das Cruzes
32	Potim	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
33	Queluz	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
34	Redenção da Serra	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
35	Roseira	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
36	Salesópolis	Microrregião de Mogi das Cruzes
37	Santa Branca	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
38	Santa Isabel	Microrregião de Guarulhos
39	Santo Antônio do Pinhal	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
40	São Bento do Sapucaí	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
41	São José do Barreiro	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
42	São José dos Campos	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
43	São Luís do Paraitinga	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
44	São Sebastião	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
45	Silveiras	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
46	Suzano	Microrregião de Mogi das Cruzes
47	Taubaté	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
48	Tremembé	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista
49	Ubatuba	Mesorregião Vale do Paraíba Paulista

Quadro 1 - Municípios da área de estudo e suas classificações conforme as Divisões Fisiográficas do IBGE

Figura 1 - Mapa da área de estudo

3.2 OBTENÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

Sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002).

Em órbita desde 1 de Março de 1984, a 705 km de altitude, o Landsat 5, satélite artificial desenvolvido pela NASA, carrega o sensor TM (*Thematic Mapper*), que opera com 7 faixas ou bandas espectrais (Quadro 2), duas das quais foram utilizadas neste trabalho.

Banda	Intervalo espectral (μm)	Principais características
1	0,45 - 0,52	Grande penetração em corpos de água, com elevada transparência. Absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial.
2	0,52 - 0,60	Grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, permitindo sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	0,63 - 0,69	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação. Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex: campo, cerrado, floresta). É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas
4	0,76 - 0,90	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Sensibilidade à rugosidade da copa das florestas, à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto, e mapear áreas ocupadas com vegetação que foi queimada. Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	1,55 - 1,75	Sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	10,4 - 12,5	Sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	2,08 - 2,35	Sensibilidade à morfologia do terreno. Serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Quadro 2 - Principais características e aplicações do satélite LANDSAT 5, banda TM. (Fonte: website INPE)

O satélite Landsat 5 apresenta órbita heliossincrônica, resolução temporal de 16 dias, resolução espacial de 30m. Cada imagem produzida pelo satélite representa uma área de 185 x 185 km (Figura 2).

Figura 2 - Mapa da grade Landsat-5 TM sobre o Brasil (Fonte: Divisão de Geração de Imagens – INPE)

Foram utilizadas imagens geradas pelo satélite Landsat 5 (sensor TM+), órbitas 218 e 219, ponto 76, para o período de 1996 a 2006.

As imagens foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), seja gratuitamente, na página da Internet, seja por meio de doação ou aquisição dos arquivos digitais. Foram utilizadas as imagens de datas que apresentavam menor interferência por presença de nuvens na área de estudo

(Quadro 3). Para o ano de 1998 não foi possível a obtenção de imagem órbita/ponto 218/076, sendo considerados para o período de estudos de alteração de NDVI de 1998 e 1999 somente os municípios abrangidos pela órbita/ponto 219/076, totalizando 17 municípios.

As bases digitais referentes à divisão política do Estado de São Paulo, massas d'água, malha rodoferroviária foram cedidas pelo Instituto Florestal. As estimativas de rebanho bovino e área de cada município da área de estudo foram obtidas gratuitamente na página da Internet do IBGE.

As bases digitais de massas d'água e malha rodoferroviária foram utilizadas para a realização do processo de registro (geo-referenciamento) e correção geométrica das imagens, ou seja, uma transformação para que a imagem assuma propriedades de escala e projeção dos mapas digitais de hidrografia e rodovias.

As imagens foram tratadas no programa de distribuição gratuita SPRING versão 4.3.2, com objetivo de elaborar um mapa em NDVI para a construção da série histórica de modificações ambientais.

3.3 CÁLCULO DE NDVI E ALTERAÇÃO DE BIOMASSA

No programa Spring 4.3.3 foi realizado o registro para a correção geométrica das imagens. Para a união das órbitas, foi realizado o mosaico das bandas 3 e 4, órbita/ponto 218/076 e 219/076, ano a ano, seguido do recorte da área de estudo.

Ano	Órbita 218/ rota 76	Órbita 219/ rota 76
1995	9/9/1995	9/9/1995
1996	26/8/1996	2/9/1996
1997	18/7/1997	2/8/1997
1998	Não disponível	24/9/1998
1999	4/9/1999	26/8/1999
2000	21/8/2000	15/8/2000
2001	9/9/2001	15/8/2001
2002	31/5/2002	7/6/2002
2003	14/8/2003	5/8/2003
2004	15/7/2004	8/9/2004
2005	15/5/2005	20/4/2005
2006	6/8/2006	14/9/2006

Quadro 3 - Data de passagem do satélite Landsat5-TM em cada ano de estudo

A partir do mosaico, foi possível a obtenção do “Índice de vegetação com diferença normalizada” (NDVI) (TUCKER, 1979). Este índice é baseado na combinação das reflectâncias nas faixas do vermelho e infravermelho próximo. A vegetação apresenta baixa reflectância na faixa do vermelho, porém alta no infravermelho próximo. A combinação dessas faixas fornece uma imagem em tons de cinza, com valores variando entre -1 e +1. No entanto, é possível aplicar uma operação de reescalonamento na imagem, segundo a equação:

$$NDVI = 127 * \left(\frac{B_4 - B_3}{B_4 + B_3} \right) + 128$$

onde:

B₄ representa a reflectância no infravermelho próximo;

B₃ representa a reflectância no vermelho.

A imagem resultante da equação 1 oferece valores de alcance de 1 a 255, sendo os valores mais altos associados a maior vigor e densidade da cobertura vegetal. Desta forma, valores baixos indicam diminuição de vigor ou densidade de vegetação.

3.4 CÁLCULO DA ALTERAÇÃO DE BIOMASSA

No programa Spring 4.3.3, os valores negativos resultantes da operação de subtração de NDVI são sempre substituídos por zero, o que resulta em valores de pixel sempre maiores ou iguais a zero. Desta forma, o cálculo de diferença de NDVI para obtenção da alteração da vegetação foi efetuado em duas fases (Diagrama 1):

Figura 3 - Cálculo da alteração da biomassa

- **fase 1** (ganho e não alteração de NDVI): Subtração da imagem NDVI a imagem NDVI ano anterior. Os valores positivos representam os pixels cujos valores de NDVI aumentaram no intervalo entre obtenção da imagem em um dado ano e da imagem da mesma área no ano seguinte. O valor zero representa os pixels cujos

valores diminuíram no mesmo intervalo de tempo ou que permaneceram com o mesmo valor (não alteração).

- **fase 2** (perda e não alteração de NDVI): Subtração da imagem NDVI a imagem NDVI ano posterior. Os valores positivos representam os pixels cujos valores de NDVI diminuíram no intervalo entre obtenção da imagem em um ano e da imagem da mesma área no ano seguinte. O valor zero representa os pixels cujos valores aumentaram no mesmo intervalo de tempo ou que permaneceram com o mesmo valor (não alteração).

A seguir, foi realizado o recorte das massas d'água e dos municípios com o auxílio da base digital das represas do Estado de São Paulo e malha municipal digital IBGE 2002, respectivamente.

No programa ArcGIS v.9.2, as imagens resultantes das fases 1 e 2 recortadas por município em cada período geraram tabelas de valores de pixel e as respectivas frequências de valores de pixel.

No programa Microsoft Excel 2003, as tabelas das fases 1 e 2 foram corrigidas subtraindo-se do valor de pixel igual a zero as frequências de pixel referentes à área localizada entre a borda do município e seu menor retângulo envolvente.

Para obtenção da frequência real de pixel de valor zero (não alteração), subtraiu-se das contagens de pixel igual a zero na fase 1 a frequência acumulada de valores maiores do que zero da fase 2.

Foram geradas 2 tabelas, em que considerou-se positivos os valores maiores do que zero na fase 1, zero a não alteração, e transformados em negativos os valores maiores do que zero na fase 2.

Na tabela resultante de cada município para cada período foram obtidas as médias de ganho ou fase 1 (aumento e não alteração de biomassa), perda ou fase 2 (diminuição e não alteração de biomassa) e geral (módulo da fase 1 somado à fase 2).

A tabela final foi exportada para o SPSS v.9.0, onde foram realizadas a análise estatística das imagens e a comparação por ano.

3.5 OCORRÊNCIA DE RAIVA EM HERBÍVOROS

Os dados referentes aos focos de raiva de herbívoros (RH) foram consolidados pelo Instituto Pasteur, após realização de testes diagnósticos de Imunofluorescência Direta (DEAN; ABELSETH; ATANASIU, 1996) e isolamento viral em camundongos (KOPROWSKI, 1996), segundo técnicas preconizadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) por oito laboratórios de diagnóstico do Estado de São Paulo, sendo que as fontes de dados de ocorrência da raiva foram o Instituto Pasteur (Secretaria de Saúde de São Paulo), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Coordenadoria de Defesa Agropecuária da Secretaria da Agricultura de São Paulo (CDA).

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos junto ao Instituto Pasteur de São Paulo, tendo sido organizados de forma agregada por município por ano (Quadro 4) e considerados os herbívoros de interesse econômico (Quadro 5) criados no Estado de São Paulo: bovinos, caprinos, ovinos, eqüinos, asininos e muares.

Os dados de pesquisa pecuária municipal e censo agropecuário, disponíveis para gratuitamente na página de Internet do IBGE, forneceram dados de

quantificação de rebanho de herbívoros de interesse econômico por município, por ano (Quadro 5), e quantificação da área de cada município, neste trabalho utilizados no cálculo de foco de raiva corrigido (RHcor) por densidade de rebanho de herbívoros.

Município	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Aparecida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Arapeí	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
Areias	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
Arujá	0	0	0	7	21	0	0	0	0	0	0
Bananal	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6	2
Biritiba Mirim	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Caçapava	0	1	1	0	4	0	0	0	1	1	1
Cachoeira Paulista	1	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Campos do Jordão	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0
Canas	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Caraguatatuba	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	3
Cruzeiro	1	1	6	3	2	0	0	0	0	1	1
Cunha	0	0	0	1	0	0	2	5	1	0	0
Ferraz de Vasconcelos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Guararema	0	11	3	2	0	0	0	0	0	0	0
Guaratinguetá	0	0	1	2	6	8	1	0	0	0	0
Guarulhos	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0
Igaratá	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
Itaquaquecetuba	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Jacareí	3	2	25	2	0	8	1	0	0	0	0
Jambeiro	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lagoinha	0	0	0	0	0	3	4	1	0	0	0
Lavrinhas	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lorena	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Mogi das Cruzes	0	6	4	7	3	0	0	0	0	0	0
Monteiro Lobato	0	0	11	12	7	0	0	0	0	0	0
Natividade da Serra	1	1	2	0	2	0	0	0	0	2	3
Paraibuna	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Pindamonhangaba	2	0	4	11	12	0	0	0	3	5	0
Piquete	0	0	2	0	1	7	0	0	0	0	0
Poá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Queluz	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	1
Redenção da Serra	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	4
Roseira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Salesópolis	5	57	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Branca	4	17	5	1	0	0	0	0	0	0	0
Santa Isabel	0	0	1	13	8	4	4	0	0	0	0
Santo Antônio do Pinhal	0	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0
São Bento do Sapucaí	1	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0
São José do Barreiro	1	0	0	1	4	22	0	1	0	0	1
São José dos Campos	2	3	17	32	1	1	0	0	0	0	0
São Luiz do Paraitinga	1	2	0	0	0	0	3	4	6	2	2
São Sebastião	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Silveiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suzano	0	1	10	0	1	1	0	0	0	0	0
Taubaté	6	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0
Tremembé	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ubatuba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quadro 4 - Focos de raiva em herbívoros agregados por município por ano

(Fonte de dados: São Paulo (Estado) Instituto Pasteur)

Município	Area (km2)	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Aparecida	120,939	4625	4260	4510	2335	2720	2500	2394	2280	2171	2080	2030
Arapeí	155,707	4859	5019	5794	6874	7059	4581	4307	4358	4547	4803	5644
Areias	306,566	11084	12991	13515	14335	15865	12414	12317	13342	12561	12073	15866
Arujá	97,448	151	147	137	145	147	147	152	157	162	167	172
Bananal	616,320	20906	18125	18055	14178	13638	17595	18786	18857	15182	15314	15076
Biritiba-Mirim	316,717	1222	1572	1660	1430	1360	1370	1610	1760	1760	1540	1227
Caçapava	369,907	24480	25152	24781	24990	23108	22774	24092	24650	25765	26090	26930
Cachoeira Paulista	287,837	18028	18145	18215	14795	13865	14352	22762	21775	23183	24476	23605
Campos do Jordão	289,512	12615	2167	2960	2940	6035	10553	10695	10805	10540	10682	11096
Canas	53,494	0	1030	1110	1673	2678	2732	2078	1975	1871	1825	1805
Caraguatatuba	483,950	11213	8382	9576	11429	7597	10475	13135	11785	13420	14386	11888
Cruzeiro	304,572	14906	14370	14385	13375	12985	12140	14818	15829	15188	16960	16929
Cunha	1407,172	46100	46520	47500	32760	34950	38120	43370	45520	48480	47340	47360
Ferraz de Vasconcelos	30,071	215	235	300	215	250	227	241	162	147	158	159
Guararema	270,496	9210	12510	12710	12710	14630	14800	14800	14000	14000	14000	13165
Guaratinguetá	751,443	32440	32450	33000	32050	32745	35480	37535	38650	36630	35650	35465
Guarulhos	318,014	458	498	480	430	380	240	310	335	277	0	608
Igarata	293,322	6167	6420	19314	19314	11190	11600	14550	14550	14790	14098	13374
Itaquaquecetuba	81,777	180	189	195	205	210	205	195	200	205	195	200
Jacareí	460,073	19553	19553	19483	19823	16430	16236	16236	16134	17134	19364	24878
Jambeiro	183,758	8407	8054	7902	8197	8741	8998	9023	8855	8455	8425	8630
Lagoinha	255,924	17941	14752	14917	15639	15771	15855	14118	13343	13771	16225	16466
Lavrinhas	166,860	8704	8155	8205	6995	6565	7561	7674	6283	8509	8552	8658
Lorena	413,776	22955	23245	23245	22040	20015	21040	22052	21480	20920	20868	20870
Mogi das Cruzes	714,156	2860	4320	4620	6270	7050	6650	6700	6450	6450	6450	6252
Monteiro Lobato	332,740	6748	6956	7040	6880	6960	7409	7185	7355	6850	6300	6500
Natividade da Serra	832,606	21200	18042	18881	19312	19408	19347	24626	28147	29574	28343	28995
Paraibuna	809,794	22215	21428	20517	21065	20049	21325	22105	23380	23800	24200	24720
Pindamonhangaba	730,172	42537	40270	42730	44805	50030	45840	51110	55216	57580	65000	62325
Piquete	175,881	8570	8740	8740	4625	4775	4598	4523	4445	4460	4225	4225
Poá	17,179	125	150	125	125	120	109	122	52	32	31	65
Potim	44,651	1315	1650	1450	1280	1295	5084	4089	3580	3880	3970	3920
Queluz	249,408	7914	7990	8110	8380	7850	7448	7851	8838	10210	10595	10736
Redenção da Serra	309,111	12905	12906	12602	12377	11305	9895	13673	13703	14203	14994	13987
Roseira	130,190	7560	6440	7440	5385	5260	5149	5260	5285	5406	5305	5215
Salesópolis	425,842	5440	4120	3970	4220	3950	3750	3950	4200	4200	4700	4480
Santa Branca	275,004	12704	11860	11860	11110	11760	11820	11820	12056	11268	14518	14518
Santa Isabel	361,494	7399	7673	7316	7230	7653	11400	11533	11656	11409	11545	11747
Santo Antonio do Pinhal	132,886	5470	5464	5240	5011	5080	4973	5066	5965	6085	6882	6784
São Bento do Sapucaí	252,200	11793	10767	10840	10917	12640	15105	13405	13858	13380	14233	14260
São José do Barreiro	570,629	13354	12958	12860	12254	11705	13024	15157	14928	16206	16228	15507
São José dos Campos	1099,613	34298	34374	33696	32931	34037	33049	34463	34305	35820	37850	39885
Sao Luis do Paraitinga	617,148	21636	16769	15889	16520	15500	15814	30640	35139	35674	38903	37469
São Sebastião	403,336	1200	720	750	1200	1100	1120	580	505	475	507	394
Silveiras	414,698	11507	13375	13905	13355	11760	12379	14605	15214	15450	15800	17155
Suzano	205,865	740	760	700	760	730	680	710	655	599	660	635
Taubaté	625,916	33565	33036	32691	33015	34198	37111	36918	38731	40254	46358	47304
Tremembé	192,416	9663	8179	8500	8539	7765	7503	7337	8663	8132	10197	10376
Ubatuba	712,116	388	320	223	250	150	157	508	335	483	560	462

Quadro 5 - Efetivo de rebanho de herbívoros (Fonte: IBGE – pesquisa
pecuária municipal)

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada no software SPSS v.9.0.

As alterações ambientais foram denominadas:

- **ganho**: nas análises onde foram considerados os valores de aumento e não alteração de biomassa ou NDVI (valores zero);
- **perda**: nas análises onde foram considerados os valores de diminuição e não alteração de biomassa ou NDVI (valores zero);
- **geral**: nas análises onde foram considerados os valores de aumento, módulo da diminuição e não alteração de biomassa ou NDVI (valores zero).

Para a definição dos testes a serem utilizados, foi realizado inicialmente o teste de Kolmogorov-Smirnov para análise de aderência da distribuição dos dados à distribuição normal. Em toda análise foram adotados testes bicaudais com nível descritivo (valor de p) de 0,05. Este teste foi aplicado para analisar a distribuição dos valores de média de todas as alterações de ganho, perda e geral, para a ocorrência de focos de raiva e de valores de focos de raiva corrigido por população de herbívoros por município, para cada período de estudo.

❧ RESULTADOS ❧

4 RESULTADOS

Na análise de aderência da distribuição dos dados de alteração de NDVI à distribuição Normal por teste de Kolmogorov-Smirnov foi considerado um nível descritivo (valor de p) de 0,05. Os resultados das análises das variáveis de alteração de NDVI de perda, ganho, e geral, focos de raiva, focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros e rebanho de herbívoros foram consolidados nas tabelas 1 a 6.

Tabela 1 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados de perda por período

	N	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov- Smirnov Z	Valor de p
Perda1996	36	-14,712	3,096	0,525	0,946
Perda1997	46	-14,052	2,482	0,489	0,971
Perda1998	17	-13,442	2,229	0,813	0,523
Perda1999	17	-18,648	1,822	0,574	0,897
Perda2000	46	-11,058	2,903	0,845	0,473
Perda2001	41	-14,383	3,290	1,052	0,219
Perda2002	41	-28,576	7,823	0,807	0,532
Perda2003	45	-10,661	2,667	0,628	0,826
Perda2004	45	-13,773	2,967	0,686	0,734
Perda2005	47	-11,668	2,202	0,713	0,690
Perda2006	48	-21,167	3,135	1,050	0,220

Tabela 2 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados de ganho por período

	N	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov- Smirnov Z	Valor de p
Ganho1996	36	11,307	2,292	0,852	0,463
Ganho1997	46	14,575	2,087	0,647	0,796
Ganho1998	17	16,171	1,328	0,649	0,793
Ganho1999	17	14,097	3,105	1,032	0,237
Ganho2000	46	17,840	7,775	1,275	0,077
Ganho2001	41	13,279	2,617	0,700	0,711
Ganho2002	41	11,434	2,576	0,694	0,721
Ganho2003	45	27,456	9,862	0,905	0,387
Ganho2004	45	17,496	1,959	0,680	0,744
Ganho2005	47	19,825	2,216	0,718	0,680
Ganho2006	48	12,483	2,662	0,754	0,621

Tabela 3 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados alteração geral por período

	N	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov- Smirnov Z	Valor de p
Geral1996	36	26,019	4,492	0,790	0,561
Geral1997	46	28,627	4,228	0,689	0,729
Geral1998	17	29,613	2,790	0,736	0,651
Geral1999	17	32,745	3,837	0,941	0,338
Geral2000	46	28,898	10,111	1,148	0,144
Geral2001	41	27,662	4,435	0,696	0,717
Geral2002	41	40,010	8,130	0,705	0,703
Geral2003	45	38,117	9,711	0,465	0,982
Geral2004	45	31,269	3,687	0,358	1,000
Geral2005	47	31,494	3,120	0,570	0,901
Geral2006	48	33,650	4,223	0,418	0,995

Tabela 4 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos dados de focos de raiva por período

	N	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov-Smirnov Z	Valor de p
RH1996	49	0,755	1,422	2,630	0,000
RH1997	49	2,735	8,539	2,621	0,000
RH1998	49	2,612	4,851	2,066	0,000
RH1999	49	2,102	5,355	2,553	0,000
RH2000	49	1,939	3,848	2,150	0,000
RH2001	49	1,612	4,076	2,775	0,000
RH2002	49	0,347	0,948	3,357	0,000
RH2003	49	0,245	0,925	3,517	0,000
RH2004	49	0,327	1,049	3,356	0,000
RH2005	49	0,367	1,167	3,365	0,000
RH2006	49	0,449	0,914	2,961	0,000

Tabela 5 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos valores de focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros por período

	N	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov-Smirnov Z	Valor de p
RH1996cor	48	0,029	0,071	2,354	0,000
RH1997cor	49	0,233	0,874	2,762	0,000
RH1998cor	49	0,179	0,465	2,449	0,000
RH1999cor	49	0,188	0,701	2,978	0,000
RH2000cor	49	0,370	1,992	3,204	0,000
RH2001cor	49	0,401	2,458	3,326	0,000
RH2002cor	49	0,008	0,024	3,349	0,000
RH2003cor	49	0,006	0,025	3,504	0,000
RH2004cor	49	0,009	0,018	3,408	0,000
RH2005cor	49	0,013	0,036	3,192	0,000
RH2006cor	49	0,449	0,028	2,903	0,000

Tabela 6 - Teste de Kolmogorov-Smirnov dos valores de rebanho de herbívoros por período

	N	Média	Desvio Padrão	Kolmogorov- Smirnov Z	Valor de p
rebanho1996	49	12235,200	11310,360	1,081	0,193
rebanho1997	49	11698,120	11109,852	1,092	0,184
rebanho1998	49	12094,780	11255,114	1,006	0,263
rebanho1999	49	11565,160	10529,082	0,970	0,303
rebanho2000	49	11450,290	10864,356	1,040	0,230
rebanho2001	49	11892,530	10914,616	0,989	0,282
rebanho2002	49	13085,430	12212,798	1,171	0,129
rebanho2003	49	13464,200	12941,606	1,214	0,105
rebanho2004	49	13705,060	13355,644	1,279	0,076
rebanho2005	49	14359,690	14249,217	1,279	0,076
rebanho2006	49	14490,140	14198,033	1,265	0,082

Tendo sido encontrados valores de $p < 0,05$ nas análises dos dados de focos de raiva e focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros, foram adotados os testes não-paramétricos nas análises seguintes.

A comparação de médias de amostras pareadas foi realizada pelo teste de Wilcoxon, com valor descritivo de 0,05. Foram comparados os períodos em intervalo de um ano e entre o primeiro e último período nos dados de perda.

Os resultados do teste de Wilcoxon para as variáveis de alteração de NDVI de perda, ganho e geral, ocorrência de focos de raiva, valor de foco de raiva corrigido por densidade de herbívoros, e rebanho de herbívoros estão ilustrados nas tabelas 7 a 12.

Tabela 9 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de perda, ganho e não alteração de biomassa entre os períodos de estudo

	Valor de p	z	*	N		Média de Ranking		Soma de Ranking		Empate	Total
				Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo		
Geral1997 - Geral1996	,000	-3,964	a	7	28	10	19,8929	73	557	0	35
Geral1998 - Geral1997	,281	-1,079	a	6	9	7	8,77778	41	79	0	15
Geral1999 - Geral1998	,002	-3,053	a	3	14	4	10,0714	12	141	0	17
Geral2000 - Geral1999	,000	-3,621	b	17	0	9	0	153	0	0	17
Geral2001 - Geral2000	,104	-1,626	b	25	16	22	19,0625	556	305	0	41
Geral2002 - Geral2001	,000	-5,203	a	4	37	7	22,4865	29	832	0	41
Geral2003 - Geral2002	,657	-,444	b	23	17	19	22,1765	443	377	0	40
Geral2004 - Geral2003	,000	-4,341	b	33	11	26	11,1818	867	123	0	44
Geral2005 - Geral2004	,935	-,082	b	25	19	20	25,6842	502	488	0	44
Geral2006 - Geral2005	,000	-3,778	a	11	36	19	25,5833	207	921	0	47

* a. Baseado em ranking negativo

* b. Baseado em ranking positivo

Tabela 10 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de médias de focos de raiva entre os períodos de estudo

	Valor de p	z	*	N		Média de Ranking		Soma de Ranking		Empate	Total
				Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo		
rebanho1997-rebanho1996	,215	-1,241	a	23	25	30,83	18,68	709	467	1	49
rebanho1998-rebanho1997	,134	-1,497	b	19	27	21,24	25,09	404	677,5	3	49
rebanho1999-rebanho1998	,454	-,748	a	23	23	26,48	20,52	609	472	3	49
rebanho2000-rebanho1999	,921	-,099	a	24	25	25,94	24,1	623	602,5	0	49
rebanho2001-rebanho2000	,173	-1,364	b	22	26	20,68	27,73	455	721	1	49
rebanho2002-rebanho2001	,002	-3,097	b	13	33	19,77	24,97	257	824	3	49
rebanho2003-rebanho2002	,140	-1,477	b	20	28	22,20	26,14	444	732	1	49
rebanho2004-rebanho2003	,125	-1,535	b	19	26	20,08	25,13	382	653,5	4	49
rebanho2005-rebanho2004	,008	-2,656	b	16	31	19,56	26,29	313	815	2	49
rebanho2006-rebanho2005	,755	-,312	b	22	25	24,30	23,74	535	593,5	2	49

* a. Baseado em ranking positivo

* b. Baseado em ranking negativo

Tabela 11 - Teste de Wilcoxon para verificar a diferença de médias de valores de focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros entre os períodos de estudo

	Valor de p	z	*	N		Média de Ranking		Soma de Ranking		Empate	Total
				Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo		
RH1997cor - RH1996cor	,005	-2,832	a	6	20	10,67	14,35	64	287	22	48
RH1998cor - RH1997cor	,797	-,257	a	14	16	15,71	15,31	220	245	19	49
RH1999cor - RH1998cor	,321	-,992	b	20	13	16,80	17,31	336	225	16	49
RH2000cor - RH1999cor	,558	-,586	a	15	15	13,60	17,4	204	261	19	49
RH2001cor - RH2000cor	,442	-,769	b	15	12	14,73	13,08	221	157	22	49
RH2002cor - RH2001cor	,025	-2,249	b	13	4	9,54	7,25	124	29	32	49
RH2003cor - RH2002cor	,441	-,770	b	6	3	4,83	5,33	29	16	40	49
RH2004cor - RH2003cor	,721	-,357	a	4	6	6,00	5,17	24	31	39	49
RH2005cor - RH2004cor	,959	-,051	a	5	5	5,40	5,6	27	28	39	49
RH2006cor - RH2005cor	,109	-1,601	a	3	11	9,00	7,09	27	78	35	49
RH2006cor - RH1996cor	,287	-1,065	b	14	9	12,36	11,44	173	103	25	48

* a. Baseado em ranking negativo
* b. Baseado em ranking positivo

Tabela 12 - Teste de Wilcoxon: comparação de médias de rebanho de herbívoros por período de estudo.

	Valor de p	z	*	N		Média de Ranking		Soma de Ranking		Empate	Total
				Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo	Ranking Negativo	Ranking Positivo		
rebanho1997-rebanho1996	,215	-1,241	a	23	25	30,83	18,68	709	467	1	49
rebanho1998-rebanho1997	,134	-1,497	b	19	27	21,24	25,09	404	677,5	3	49
rebanho1999-rebanho1998	,454	-,748	a	23	23	26,48	20,52	609	472	3	49
rebanho2000-rebanho1999	,921	-,099	a	24	25	25,94	24,1	623	602,5	0	49
rebanho2001-rebanho2000	,173	-1,364	b	22	26	20,68	27,73	455	721	1	49
rebanho2002-rebanho2001	,002	-3,097	b	13	33	19,77	24,97	257	824	3	49
rebanho2003-rebanho2002	,140	-1,477	b	20	28	22,20	26,14	444	732	1	49
rebanho2004-rebanho2003	,125	-1,535	b	19	26	20,08	25,13	382	653,5	4	49
rebanho2005-rebanho2004	,008	-2,656	b	16	31	19,56	26,29	313	815	2	49
rebanho2006-rebanho2005	,755	-,312	b	22	25	24,30	23,74	535	593,5	2	49

* a. Baseado em ranking positivo
* b. Baseado em ranking negativo

O estudo de correlação foi realizado com o teste de correlação de Spearman considerando valor descritivo de 0,05.

Os resultados das análises de correlação de ocorrência de focos de raiva em herbívoros com as variáveis de alteração de NDVI de perda (Tabela 13), ganho (Tabela 14) e geral (Tabela 15); análise de correlação entre valores de focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros e valores de alteração de NDVI de perda (Tabela 16), ganho (Tabela 17) e geral (Tabela 18), e análise de correlação entre tamanho de rebanho de herbívoros e alteração de NDVI de perda (Tabela 19), ganho (Tabela 20) e geral (Tabela 21) e ocorrência de raiva em herbívoros (Tabela 22) estão mostrados a seguir.

Tabela 13 - Teste de correlação de Spearman entre perda e focos de raiva por período de estudo

	N	Valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Perda_1996xRH1996	36	0,107	-0,273
Perda_1997xRH1997	46	0,439	-0,117
Perda_1998xRH1998	17	0,962	0,012
Perda_1999xRH1999	17	0,720	0,094
Perda_2000xRH2000	46	0,952	-0,009
Perda_2001xRH2001	41	0,821	0,036
Perda_2002xRH2002	41	0,003	-0,454
Perda_2003xRH2003	45	0,005	0,410
Perda_2004xRH2004	45	0,067	-0,275
Perda_2005xRH2005	47	0,379	-0,131
Perda_2006xRH2006	48	0,934	0,012

Tabela 14 - Teste de correlação de Spearman entre ganho e focos de raiva por período de estudo

	N	Valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Ganho_1996xRH1996	36	0,377	0,152
Ganho_1997xRH1997	46	0,361	0,138
Ganho_1998xRH1998	17	0,028	0,532
Ganho_1999xRH1999	17	0,808	-0,064
Ganho_2000xRH2000	46	0,515	-0,099
Ganho_2001xRH2001	41	0,067	-0,289
Ganho_2002xRH2002	41	0,494	-0,110
Ganho_2003xRH2003	45	0,015	0,362
Ganho_2004xRH2004	45	0,051	0,293
Ganho_2005xRH2005	47	0,559	0,087
Ganho_2006xRH2006	48	0,243	0,172

Tabela 15 - Teste de correlação de Spearman entre geral e focos de raiva por período de estudo

	N	Valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Geral1996 x RH1996	36	0,232	0,204
Geral1997 x RH1997	46	0,368	0,136
Geral1998 x RH1998	17	0,351	0,241
Geral1999 x RH1999	17	0,568	-0,149
Geral2000 x RH2000	46	0,662	-0,066
Geral2001 x RH2001	41	0,151	-0,229
Geral2002 x RH2002	41	0,007	0,415
Geral2003 x RH2003	45	0,040	0,307
Geral2004 x RH2004	45	0,013	0,366
Geral2005 x RH2005	47	0,331	0,145
Geral2006 x RH2006	48	0,417	0,120

Tabela 16 - Teste de correlação de Spearman entre perda e focos de raiva corrigidos por período de estudo

	N	Valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Perda1996xRH1996cor	35	0,066	-0,314
Perda1997xRH1997cor	46	0,266	-0,168
Perda1998xRH1998cor	17	0,394	-0,221
Perda1999xRH1999cor	17	0,769	-0,077
Perda2000xTH2000cor	46	0,562	0,088
Perda2001xRH2001cor	41	0,880	0,024
Perda2002xRH2002cor	41	0,003	-0,454
Perda2003xRH2003cor	45	0,005	0,410
Perda2004xRH2004cor	45	0,071	-0,272
Perda2005xRH2005cor	47	0,368	-0,134
Perda2006xRH2006cor	48	0,859	0,026

Tabela 17 - Teste de correlação de Spearman entre ganho e focos de raiva corrigidos por período de estudo

	N	Valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Ganho1996xRH1996cor	35	0,276	0,189
Ganho1997xRH1997cor	46	0,324	0,149
Ganho1998xRH1998cor	17	0,019	0,561
Ganho1999xRH1999cor	17	0,747	-0,084
Ganho2000xTH2000cor	46	0,186	-0,198
Ganho2001xRH2001cor	41	0,063	-0,293
Ganho2002xRH2002cor	41	0,450	-0,121
Ganho2003xRH2003cor	45	0,014	0,365
Ganho2004xRH2004cor	45	0,050	0,294
Ganho2005xRH2005cor	47	0,553	0,089
Ganho2006xRH2006cor	48	0,300	0,153

Tabela 18 - Teste de correlação de Spearman entre geral e focos de raiva corrigidos por período de estudo

	N	Valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Geral1996 x RHcor1996	35	0,144	0,252
Geral1997 x RHcor1997	43	0,256	0,177
Geral1998 x RHcor1998	15	0,056	0,503
Geral1999 x RHcor1999	15	0,656	0,125
Geral2000 x RHcor2000	43	0,076	-0,274
Geral2001 x RHcor2001	38	0,082	-0,286
Geral2002 x RHcor2002	38	0,011	0,407
Geral2003 x RHcor2003	42	0,049	0,306
Geral2004 x RHcor2004	42	0,021	0,356
Geral2005 x RHcor2005	44	0,345	0,146
Geral2006 x RHcor2006	45	0,644	0,071

Tabela 19 - Teste de correlação de Spearman entre alteração de NDVI (perda) e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo

	N	valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Perda1996 x Rebanho1996	36	0,741	-0,057
Perda1997 x Rebanho1997	46	0,228	0,181
Perda1998 x Rebanho1998	17	0,510	-0,172
Perda1999 x Rebanho1999	17	0,084	0,431
Perda2000 x Rebanho2000	46	0,035	-0,312
Perda2001 x Rebanho2001	41	0,841	0,032
Perda2002 x Rebanho2002	41	0,001	-0,482
Perda2003 x Rebanho2003	45	0,352	0,142
Perda2004 x Rebanho2004	45	0,008	-0,388
Perda2005 x Rebanho2005	47	0,496	-0,102
Perda2006 x Rebanho2006	48	0,024	-0,326

Tabela 20 - Teste de correlação de Spearman entre alteração de NDVI (ganho) e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo

	N	valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Ganho1996 x Rebanho1996	36	0,410	0,142
Ganho1997 x Rebanho1997	46	0,238	0,178
Ganho1998 x Rebanho1998	17	0,328	0,252
Ganho1999 x Rebanho1999	17	0,269	0,284
Ganho2000 x Rebanho2000	46	0,007	0,392
Ganho2001 x Rebanho2001	41	0,114	0,250
Ganho2002 x Rebanho2002	41	0,883	-0,024
Ganho2003 x Rebanho2003	45	0,112	0,240
Ganho2004 x Rebanho2004	45	0,006	0,403
Ganho2005 x Rebanho2005	47	0,300	0,154
Ganho2006 x Rebanho2006	48	0,122	0,227

Tabela 21 - Teste de correlação de Spearman entre alteração de NDVI (geral) e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo

	N	Valor de p	Coeficiente de correlação (r)
Geral1996 x rebanho1996	36	0,670	0,074
Geral1997 x rebanho1997	46	0,875	-0,024
Geral1998 x rebanho1998	17	0,486	0,181
Geral1999 x rebanho1999	17	0,191	-0,333
Geral2000 x rebanho2000	46	0,006	0,400
Geral2001 x rebanho2001	41	0,504	0,107
Geral2002 x rebanho2002	41	0,002	0,462
Geral2003 x rebanho2003	45	0,069	0,273
Geral2004 x rebanho2004	45	0,001	0,465
Geral2005 x rebanho2005	47	0,160	0,208
Geral2006 x rebanho2006	48	0,000	0,491

Tabela 22 - Teste de correlação de Spearman entre ocorrência de foco de raiva em herbívoro e tamanho de rebanho de herbívoros por período de estudo

	N	valor de p	Coeficiente de correlação (r)
RH1996 x Rebanho1996	49	0,002	0,432
RH1997 x Rebanho1997	49	0,332	0,141
RH1998 x Rebanho1998	49	0,583	0,080
RH1999 x Rebanho1999	49	0,124	0,223
RH2000 x Rebanho2000	49	0,290	0,154
RH2001 x Rebanho2001	49	0,287	0,155
RH2002 x Rebanho2002	49	0,039	0,296
RH2003 x Rebanho2003	49	0,117	0,227
RH2004 x Rebanho2004	49	0,000	0,504
RH2005 x Rebanho2005	49	0,007	0,383
RH2006 x Rebanho2006	49	0,093	0,243

Os mapas resultantes do cálculo de alteração de NDVI foram consolidados com a notificação de ocorrência de raiva em herbívoros em cada período. Nas figuras 4 a 14 estão os mapas que representam alteração de perda (diminuição) ou não alteração de NDVI. As figuras 15 a 25 representam alteração de ganho (aumento) ou não alteração de NDVI.

Figura 4 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1996

Figura 5 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1997

Figura 6 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1998

Figura 7 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1999

Figura 8 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2000

Figura 9 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2001

Figura 10 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2002

Figura 11 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2003

Figura 12 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2004

Figura 13 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2005

Figura 14 - Mapa de diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2006

Figura 15 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1996

Figura 16 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1997

Figura 17 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1998

Figura 18 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 1999

Figura 19 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2000

Figura 20 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2001

Figura 21 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2002

Figura 22 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2003

Figura 23 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2004

Figura 24 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2005

Figura 25 - Mapa de aumento de NDVI e ocorrência de focos de raiva em 2006

❧ DISCUSSÃO ❧

6 DISCUSSÃO

A comparação de amostras pareadas pelo teste de Wilcoxon forneceu não só o sentido, como também a magnitude das diferenças. A análise das alterações de NDVI resultou em diferença estatística tanto em ganho, quanto perda e geral. Na análise de perda, resultou valor de $p < 0,05$ no período entre 1997 e 1998, e valores de $p < 0,01$ para as demais alterações e períodos, exceção ocorrida no período entre 1996 e 1997 (valor de $p = 0,164$). As diferenças encontradas variaram igualmente entre rankings positivos e negativos, ou seja, aumento ou diminuição no valor de alteração de NDVI, sugerindo, respectivamente, menor ou maior diminuição de NDVI de um ano para o seguinte, sem demonstrar tendências em longos períodos. Tendências de curta duração de diminuição de NDVI foram observadas de 2000 a 2002. A comparação entre final do período do estudo (2006) e início (1996) apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) e maior número de rankings negativos, assim como maior somatória de rankings negativos e, portanto maior perda no período.

A análise de comparação de média de ganho (aumento) de NDVI apresentou valores significativos ($p < 0,05$) para todo período. De 1996 a 1998 há tendência de aumento de NDVI, sugerido a partir do maior número de ranking positivo do que negativo, assim como de somatória de rankings positivos do que negativo, ou seja, maior número de municípios apresentou aumento de NDVI e este aumento foi mais intenso do que a diminuição dos outros municípios. No entanto, de 1998 para 2002 foram observados maior número de rankings negativos e somatória de rankings negativos, sugerindo uma tendência de diminuição de NDVI.

Ao somar o módulo da perda (anteriormente analisados por seus valores negativos) com o ganho, foi possível considerar alteração geral de cobertura vegetal ou de vigor de biomassa. Esta análise resultou valores de $p < 0,01$, exceto de 1997 a 1998, 2000 a 2001, 2002 a 2003 e 2004 a 2005, este último com valor de $p = 0,935$. Na análise de rankings de 1996 a 1999 a seqüência de número e de somatória de rankings positivos maior do que negativos sugere que a alteração de NDVI, tanto para perda como para ganho, pode ter ocorrido no período. Por outro lado, de 1999 a 2001 e de 2002 a 2005, seqüência de número e somatória de rankings negativos sugerem diminuição tanto de perda quanto de ganho de biomassa.

O teste de Wilcoxon aplicado aos focos de raiva dos herbívoros de interesse econômico resultou diferença significativa nos períodos entre 1996 e 1997 ($p = 0,016$) e entre 2001 e 2002 ($p = 0,044$). A análise dos rankings demonstra seqüência de número e somatória de rankings positivos, ou seja, valores crescentes de municípios com ocorrência da raiva nos herbívoros e maior número de focos de raiva nesses municípios (somatória de rankings positivos) nos períodos de 1996 a 1998, de 1999 a 2000 e de 2003 a 2006. Foram encontrados rankings negativos de 1998 a 1999 e na seqüência de 2001 a 2003, com maior diferença entre quantidade de positivos e negativos observada no período de 2001 a 2002. Esta análise permite visualizar e explicar a crescente ocorrência da raiva no período da epidemia na década de 90 na região do Vale do Paraíba Paulista, assim como a instauração da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA), órgão vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo em 1999, e a obrigatoriedade da vacinação anti-rábica a partir de novembro de 2001. A diminuição na ocorrência de focos de raiva de 2001 a 2002 pode estar associado à mais intensa atuação da CDA neste período.

No teste de Wilcoxon para os valores de focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros foram encontrados valores de p significativos de 1996 a 1997 ($p=0,005$) com número e somatória de rankings positivos maiores do que negativos, ou seja, aumento significativo da ocorrência dos focos de raiva. Entre 2001 e 2002 ($p=0,025$), o maior número e somatória de rankings negativos corroboram os esforços de vacinação a partir de 2001, quando esta se tornou obrigatória, revelando diminuição da ocorrência de focos de raiva em herbívoros.

O resultado do teste de Wilcoxon nos dados de ocorrência de raiva ($p=0,044$) e de raiva corrigida ($p=0,025$) foi mais significativo no segundo caso. Demonstra, portanto, a importância da correção do dado pela densidade animal, visto que, por exemplo, um foco de raiva num rebanho de um bovino compromete 100% do rebanho, enquanto que um foco num rebanho de 100 bovinos representa somente 1% de rebanho acometido.

O tamanho do rebanho de herbívoros de interesse econômico foi estatisticamente diferente nos períodos de 2001 a 2002 (valor de $p=0,002$) e de 2004 a 2005 (valor de $p=0,008$). O estudo dos rankings revela um crescimento tanto na quantidade de rankings positivos (municípios que aumentaram o rebanho) como na soma dos rankings positivos (o quanto estes municípios aumentaram o rebanho) nos períodos de 1997 a 1998 e 1999 a 2006. Da mesma forma, houve diminuição dos rankings e de soma de rankings positivos nos demais períodos e atenta, ainda, para os períodos de 1996 a 1997 e de 1999 a 2000, em que houve aumento do número de positivos porém uma somatória de rankings negativos maior do que positivos, ou seja, um maior número de municípios registrou aumento de rebanhos em relação ao ano anterior, porém o número de municípios que diminuiu os rebanhos, o diminuiu em maior quantidade do que os municípios que o aumentaram.

O teste de correlação de Spearman realizado entre diminuição de NDVI e ocorrência de focos de raiva apresentou valor de p significativo em 2002 ($p=0,003$) e 2003 ($p=0,005$), com coeficientes de correlação $r=-0,454$ e $r=0,410$. Neste caso, os valores de perda na análise são todos negativos e a maior perda está nos valores maiores em módulo (intensidade de perda). Assim, em 2002, o coeficiente de correlação negativo indica que quanto maior o módulo do valor de perda, maior também foi a ocorrência de focos de raiva. A correlação positiva de dados negativos, por sua vez, deve ser interpretada como se fosse uma correlação negativa. Esta análise não demonstrou tendências.

A análise da perda com focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros apresentou valor de p significativo em 2002 e 2003, porém uma sequência de coeficientes de correlação negativos de 1996 a 1999, ou seja, aumento de perda de NDVI e aumento de focos de raiva corrigidos. Em 2000 e 2001, a correlação positiva indica menor ocorrência de focos de raiva corrigidos enquanto continua a perda de NDVI, conforme observados no teste de Wilcoxon.

A análise do ganho de NDVI com os focos de raiva e focos de raiva corrigidos por densidade de herbívoros, embora tenha apresentado correlação significativa somente nos anos de 1998 e de 2003, apresenta coeficientes de correlação positivos de 1996 até 1998, seguido de sequência de coeficiente negativos até 2002 e volta a ser positivo após 2003. A mesma correlação foi observada na análise geral, quando soma-se o módulo da perda ao valor de ganho, porém valores de p significativos em relação a focos de raiva em 2002 ($p=0,007$ e $r=0,415$), 2003 ($p=0,040$ e $r=0,307$) e 2004 ($p=0,013$ e $r=0,366$), e em relação aos focos corrigidos, significativos em 2002 ($p=0,011$ e $r=0,407$) e 2004 ($p=0,021$ e $r=0,356$).

No período entre 1996 a 1998, antes da implantação do CDA, a correlação positiva entre foco de raiva (e foco de raiva corrigido) e alteração de NDVI (geral e aumento) e a correlação negativa entre perda e ocorrência de focos corrigidos, pode indicar a alteração ambiental como um fator de risco para a ocorrência de raiva na região do Vale do Paraíba Paulista. Deve-se considerar, ainda, que neste período, anterior à implantação de fato de controle da raiva, podem ter ocorrido mais subnotificações. De 1999 a 2002, fase em que ocorreu a implantação do CDA e a obrigatoriedade da vacinação, ocorreu o controle da população suscetível, assim como diminuição da população do vetor, refletidos na correlação negativa (de alteração geral e ganho) e positiva de perda neste período. A partir de 2003, a sequência de coeficientes de correlação positiva (em alteração geral e ganho) e negativa (em perda) pode indicar que tendo aqueles fatores de risco (população de suscetíveis e população de transmissor) controlados pela vacinação e pela utilização de pasta vampiricida, a alteração da biomassa ou da cobertura vegetal volta a ser um fator de risco para a ocorrência de raiva em herbívoros.

Foi observada correlação negativa entre perda em 2000 ($p=0,035$ e $r=-0,312$), 2002 ($p=0,001$ e $r=-0,482$), 2004 ($p=0,008$ e $r=-0,388$) e 2006 ($p=0,024$ e $r=-0,326$). De 2004 a 2006, a correlação negativa apresentada indicam aumento de perda de biomassa correlacionada com aumento do rebanho.

Ao analisar o ganho, a correlação foi positiva e significativa somente em 2000 ($p=0,007$ e $r=0,392$) e 2004 ($p=0,006$ e $r=0,403$), porém o período de estudo inteiro, exceto 2002, apresenta correlação positiva. Este aumento de rebanho junto com o aumento do NDVI pode estar associado ao tipo de pastagem, visto que nessa região a criação é principalmente extensiva.

A análise da alteração geral com rebanho resultou correlação significativa em 2000 ($p=0,006$ e $r=0,400$), 2002 ($p=0,002$ e $r=0,462$), 2004 ($p=0,001$ e $r=0,465$) e 2006 ($p=0,000$ e $r=0,491$), embora tenha apresentado sequência de correlação positiva de 2000 a 2006.

O tamanho de rebanho apresentou correlação positiva significativa com a ocorrência de raiva em 1996 ($p=0,002$ e $r=0,432$), 2002 ($p=0,039$ e $r=0,296$), 2004 ($p=0,000$ e $r=0,504$) e 2005 ($p=0,007$ e $r=0,383$). O coeficiente de correlação foi positivo em todo período de estudo.

A análise de alteração de cobertura por vigor de biomassa obtido pela metodologia adotada de cálculo e diferença de NDVI permitiu identificar alteração de biomassa ou de vigor de vegetação, sem a discriminação de alteração de cobertura por tipo de vegetação, no entanto, permitiu verificar correlação positiva, mesmo nem sempre significativa, entre ganho de NDVI e tamanho de rebanho, o que corrobora estudo observacional retrospectivo conduzido no Estado de Minas Gerais por Silva et al. (2001) em que concluiu que a raiva bovina apresenta-se mais associada às lavouras permanentes e temporárias, às pastagens naturais e plantadas e ao efetivo bovino e menos associadas às matas naturais e plantadas, às lavouras em descanso e às terras produtivas não utilizadas.

No entanto, de acordo com Pozzetti (2001), em estudo epidemiológico da raiva no Estado de São Paulo, no período de 1996 a 1999, a associação entre a ocorrência de raiva com áreas de vegetação natural e de reflorestamento depende da área ocupada pela propriedade. Tem-se, no presente estudo, a existência de correlação negativa entre alteração de cobertura vegetal de perda de NDVI e ocorrência de focos de raiva em herbívoros em 2002, assim como correlação negativa com o tamanho do rebanho. A correlação negativa do resultado de

subtração de imagens, no entanto, neste caso valores <0 , devem ser avaliadas por seu valor em módulo. Desta forma, sugere que no período de 2002 o maior valor absoluto da diminuição de NDVI está associado a maior ocorrência de focos de raiva, assim como ao aumento do rebanho de herbívoros.

Associada à obrigatoriedade da vacinação, a diminuição de biomassa ou de vigor de vegetação pode ter levado à alteração da dinâmica populacional do morcego vampiro, como em estudo em que Maddarena (1998) observou maior número de casos de raiva bovina em regiões com maior percentual de mata natural, e então favorecido a diminuição da ocorrência de focos de raiva.

Segundo Taddei et al. (1991), a expansão da raiva por morcegos hematófagos pode ocorrer a uma velocidade de 16 a 21 km por mês. Lord (1980) citou que a epizootia da raiva em bovinos é migratória e seus padrões de movimento eram direcionados para áreas onde há alta concentração de abrigos de morcegos hematófagos, principalmente no curso dos principais rios. Rocha et al. (2003), observaram que a epizootia da raiva no município de Araguari, MG, apresentou um deslocamento no entorno dos rios e estradas. No entanto, no modelo determinístico elaborado por Gomes et al. (2005) a partir de uso integrado de técnicas de sensoriamento remoto e análise de mapas com sistemas de informações geo-referenciadas, áreas próximas de rios principais não devem ser consideradas sob risco de ataque de morcegos vampiros, diferentemente do que tem sido proposto por programas de controle da epizootia da raiva no Estado de São Paulo. Estudo futuro poderá avaliar, a partir de 2001, a correlação espacial entre alteração ambiental e ocorrência de focos, visto que os focos de raiva foram geo-referenciados a partir deste ano.

Desta forma, a metodologia aqui proposta permitiu identificar diferenças estatísticas entre vigor de vegetação e correlacioná-las com a ocorrência de raiva e de rebanho de herbívoros em alguns períodos.

Embora este estudo possa ter sofrido influência de condições atmosféricas e qualidade da imagem adquirida, um refinamento da técnica pode ser considerado futuramente, por meio da utilização de técnicas de normalização da imagem baseadas em imagem referência, ou correção por variável atmosférica.

A utilização do sensoriamento remoto no estudo da epidemiologia veterinária deve ser mais amplamente explorada. A disponibilidade das imagens sem custo, assim como a disponibilidade tanto de bons programas de computador como de materiais e cursos que visam a utilização e divulgação desta técnica, a tornam uma ferramenta epidemiológica viável.

∞ CONCLUSÃO ∞

7 CONCLUSÃO

O estudo da alteração de NDVI permitiu notar, embora nem sempre com valor de p significativo, correlação entre a alteração de NDVI e ocorrência de raiva, também com ocorrência de raiva corrigida por densidade animal e efetivo bovino.

A correlação positiva apresentada entre alteração de NDVI e ocorrência de raiva no período marcado pela epidemia e anterior à implantação do CDA e da obrigatoriedade da vacinação contra a raiva pode ter sido controlado por estas ações a partir da consolidação do programa de controle da raiva em herbívoros na região. A alteração ambiental apresentou novamente correlação positiva após 2003, devendo ser considerada um fator de risco para a ocorrência da raiva.

O tamanho do rebanho bovino, correlacionado com a alteração ambiental, sugere o impacto da atividade antrópica na natureza. A inserção da criação bovina, associada à adaptabilidade do morcego hematófago, torna este animal ainda mais suscetível ao ataque do morcego e consequentemente à infecção pelo vírus rábico.

O modelo proposto permitiu a identificação de diferenças significativas de alteração de cobertura vegetal ou vigor de biomassa. Deve ser considerado uma alternativa viável para o estudo de alteração ambiental como fator de risco na epidemiologia das doenças infecciosas. No entanto, estudos posteriores devem considerar a possibilidade de refinamento da técnica, por técnicas de normalização da imagem baseada em imagem referência, por exemplo.

❧ REFERÊNCIAS ❧

REFERÊNCIAS

BATISTA, H. B. C. R.; FRANCO, A. C.; ROEHE, P. M. Raiva: uma breve revisão. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. 125-144, 2007.

BELOTTO, A. J. Raiva transmitida por morcegos nas Américas: impacto na saúde pública e na produção. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL MORCEGOS COMO TRANSMISSORES DA RAIVA, 2001, São Paulo. [**Anais...**], p. 24-25.

BROWN, F.; BISHOP, D. H. L.; CRICK, J.; FRANCKI, R. I. B.; HOLLAND, J. J.; HULL, R.; JOHNSON, K.; MARTELLI, L. G.; MURPHY, F. A.; OBIJESKI, J. F.; PETERS, D.; PRINGLE, C. R.; REICHMANN, M. E.; SCHNEIDER, L. G.; SCHOPE, R. E.; SIMPSON, D. I. H.; SUMMERS, D. F.; WAGNER, R. R. Rhabdoviridae. **Intervirology**, v. 12, n. 1, 1979.

CAMARA, G; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M., GARRIDO J. "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling". **Computers and Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CARINI, A. Sur une grande epizootie de rage. **Annales de l' Institut Pasteur**, V. 11, p. 843-846, 1911.

CARNEIRO, V. As epizootias de raiva na América e o papel dos morcegos hematófagos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 7, p. 273-321, 1936.

DEAN, D. J.; ABELSETH, M. K.; ATANASIU, P. Fluorescent antibody test. In: MESLIN, F-X.; KAPLAN, M. M.; KOPROWISKI, H. **Laboratory techniques in rabies**. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 1996. p. 88-95.

DELPIETRO, H. A. Aspectos económicos y sanitarios del problema de la rabia paralítica y de la agresión del vampiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE RAIVA, 2000, São Paulo. Disponível em:< http://www.pasteur.saude.sp.gov.br/informacoes/anais/seminario_internacional/resumo_5_1.htm>. Acesso em 21 jan. 2010.

FAVIC, M.; YUNG, P. V.; OAVLETIC, B. C.; RAMIREZ, V. E. Rol de los murciélagos insectívoros em la transmisión de la rabia en Chile. **Archivos de Medicina Veterinária**, v. 31, n. 2, p. 157-165, 1999.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. G.; MMIGUEL, O.; LAGOS, C. B. T. O papel dos morcegos hematófagos na cadeia de transmissão da raiva silvestre. **Comunicação Científica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 16, n. 1/2, p. 21-25, 1992.

GIBBONS, R. V. Cryptogenic rabies, bats, and the question of aerosol transmission. **Annals of Emergency Medicine**, v. 39, n. 5, p. 528-536, 2002.

GOMES, M. N.; MONTEIRO, A. M. V.; NOGUEIRA FILHO, V. S.; GONÇALVES, C. A. O uso do sensoriamento remoto e de Sistemas de Informação Geográfica na análise de áreas de risco ao ataque de morcegos hematófagos em bovinos de quatro municípios da região de São João da Boa Vista, Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. [Anais...], p. 2733-2740.

GREENHALL, A. M.; SCHMIDT, U. **Natural history of vampire bats**. Florida: CRC Press, 1988. 246 p.

HAUPT, H.; REHAAG, H. Raiva epizootica nos rebanhos de Santa Catarina (Sul do Brasil), transmitida por morcegos. Boletim da Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária, v. 2, p. 17-47, 1925.

KOOPMANN, K. F. Systematics and distribution. In: GREENHALL, A. M.; SCHMIDT, U. **Natural history of vampire bats**. Florida: CRC Press, 1998. p. 7-18.

KOPROWSKI, H. The mouse inoculation test. In: MESLIN, F. X.; KAPLAN, M. M.; KOPROWSKI, H. Laboratory techniques in rabies. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 1996. p. 80-87.

KOTAIT, I.; GONÇALVES, C. A.; PERES, N. F.; SOUZA, M. C. A. M.; TARGUETA, M. C. **Controle da raiva dos herbívoros**. São Paulo: Instituto Pasteur, 1998, 15 p. (Manual, 1).

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K.; PAVÃO, M. ; KANASHIRO, M. M.; DURIGAN, G.; YWANE, M. S. S. I.; LIMA, M. P. R. Inventário Florestal do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Florestal, 1993.

LORD, R. D. **Control of vampire bats**. In: GREENHALL, A. M.; SCHMIDT, U. **Natural history of vampire bats**. Florida: CRC Press, 1998. p. 215-232.

MADDARENA, E. F. **Raiva bovina no Estado de São Paulo**: modificações no ambiente natural e influência no perfil de saúde animal. 1998. 62p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

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**, s.B, v.50, p. 469-472, 2003.

MESSENGER, S. L.; SMITH, J. S.; RUPPRECHT, C. E. Emerging epidemiology of bat-associated cryptic cases of rabies in humans in the United States. **Emerging Infectious Diseases**, v. 35, p. 738-747, 2002.

BRASIL. **Controle da raiva dos herbívoros**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MA-PS/SDA/DAS. 103 p. Brasília, 2005. (Manual técnico).

MOLLISON, D. **Epidemic models**: their structure and relation to data. Cambridge: the Newton Institute; Cambridge University Press, 1995.

PAVLOVSKY, E. Natural nidity of transmissible disease in relation to landscape epidemiology of zoonanthroponoses. In: BUCK, C., LLOPIS, A., NÁJERA, E., TERRIS, M. **The Challenge of epidemiology**: issues and selected readings. Panamerican Health Organization, 1988. p. 401-405.

POZZETI, P. S. **Estudo Epidemiológico da raiva em animais herbívoros no Estados de São Paulo nos anos de 1996-1999**. 2001. 181 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

PRINGLE, C. R. The order mononegavirales. **Archives of Virology**, v. 117, p. 137-140, 1991.

ROCHA, J. H.; ABDALA, V. L.; RIBEIRO, A. G. A distribuição espacial da raiva desmodina no município de Araguari – MG no período de 2000 a 2002. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA “PERSPECTIVAS PARA O CERRADO NO SÉCULO 21”, 2003, Uberlândia, MG. [Anais...].

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica (para as ciências do comportamento)**. Rio de Janeiro. Editora McGraw-Hill do Brasil, 1975. 330 p.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, n. 4, p. 585-593, 1997.

SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C.; HADDAD, J. P. A.; MODENA, C. M.; TUBALDINI, M. A. S. Uso da terra como determinante da distribuição da raiva bovina em Minas Gerais, Brasil **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 53, n. 3, p. 263-272, 2001.

SMITH, J. S. New aspects of rabies with emphasis on epidemiology, diagnosis, and prevention of the disease in the United States. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 9, n. 2, 1996.

TADDEI, A. V.; GONÇALVES, C. A.; PEDRO, W. A., TADEI, W.J.; KOTAIT, I.; ARIETA, C. **Distribuição do morcego *Desmodus rotundus* no Estado de São Paulo e a raiva dos animais domésticos**. Campinas (SP): Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1991. 107 p.

TAKAOKA, N. Y. Alteração no perfil epidemiológico da raiva no Estado de São Paulo **Internacional de Raiva** Agosto, 2000, São Paulo, SP.

UIEDA, U.; HARMANI, N. M.; SILVA, M. M. Raiva em morcegos insetívoros (*Molossidae*) do Sudeste do Brasil **Rev. Saúde Pública**, v. 29, n. 5, p. 393-397, 1995.

UIEDA, W. Comportamento alimentar do morcego hematófago, *Diaemus youngi*, em aves domésticas. **Rev. Brás. Biol.**, v.53, p.529-538, 1993

UIEDA, W.; HAYASHI, M. M.; GOMES, L. H.,; SILVA, M. M. S. Espécies de quirópteros diagnosticados com raiva no Brasil. **Boletim do Instituto Pasteur**, v. 1, n. 2, p. 17-35, 1996.

WOLDEHIWET, Z. Rabies: recent developments. **Research in Veterinary Science**, v. 73, p. 17-25, 2002.