

**Alexandre José Teixeira Fernandes**

**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**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Epidemiologia.

Área de concentração : Epidemiologia

Orientador: Prof. Pedro Lúcio Lithg Pereira

Co-orientador: Prof. José Newton Coelho Meneses

**BELO HORIZONTE  
UFMG – Escola de Veterinária  
2007**

F363d Fernandes, Alexandre José teixeira, 1976-  
distribuição espaço-temporal de diagnóstico de raiva bovina na área  
de abrangência da Delegacia Regional do Instituto Mineiro de Agropecuária  
em Belo Horizonte,  
1998-2004 / Alexandre José Teixeira Fernandes. – 2007.  
119 p. :il.

Orientador: Pedro Lúcio Lithg Pereira  
Co-orientador: José Newton Coelho Meneses  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola  
de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Bovino – Doenças – Diagnóstico – Teses. 2. Raiva – Epidemiologia -  
Teses. 3. Análise Espacial (Estatística) – Teses. Sistema de informação  
geográfica – Teses. I. Pereira, Pedro Lúcio Lithg. II. Meneses, José Newton  
Coelho. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.  
IV. Título.

055 000 000 005 0





**Dedicado:**

**Francisco José de Araújo Fernandes**

---

*“Já descoberto tínhamos diante,  
Lá no novo Hemisfério, nova estrela,  
Não vista de outra gente, que, ignorante,  
Alguns tempos estive incerta, dela  
Vimos a parte menos rutilante  
E, por falta de estrelas, menos bela,  
Do Pólo fixo, onde inda se não sabe  
Que outra terra comece ou mar acabe.*

...

*Das mãos de teu Estevão vem tomar  
As rédeas um que já será ilustrado  
No Brasil, com vencer e castigar  
O pirata Francês, ao mar usado.*

...

*Mas cá onde mais se alarga, ali tereis  
Parte também, co’o pau vermelho nota;  
De Santa Cruz o nome lhe poreis;  
Descobri-la-á a primeira vossa frota.”*

**(“Os Lusíadas”, Luís de Camões)**

## **AGRADECIMENTOS**

À Escola de Veterinária da UFMG, pela oportunidade de concedida de realizar o mestrado em Epidemiologia.

Aos professores doutores Pedro Pereira, José Newton, Carina Margonari, João Paulo Haddad, Élvio Moreira.

Ao Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências da UFMG, ao Instituto Mineiro de Agropecuária e Instituto Estadual de Florestas.

E a todos que me ajudaram neste trabalho diretamente e indiretamente.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. LITERATURA CONSULTADA</b> .....	<b>15</b>
2.1 Epidemiologia .....	15
2.2. Conceito de “espaço” .....	20
2.3. Historia do conceitual “doença-espaço” .....	21
2.4. Epidemiologia Espacial .....	22
2.4.1. Conceitos metodológicos da análise espacial .....	25
2.4.2. Geoprocessamento e Sistema de informação Geográfico (SIGs).....	28
2.5. Raiva .....	31
2.5.1. História.....	31
2.5.2. Perfil epidemiológico da raiva .....	32
2.5.3. Controle sanitário .....	36
2.6. Morcegos .....	38
2.6.1. Raiva nos morcegos.....	40
2.7. <i>Desmodus rotundus</i> .....	42
2.7.1. Habitat .....	45
2.7.2. Reprodução e comportamento social.....	46
2.7.3. <i>Desmodus rotundus</i> e a raiva .....	51
2.8. Relação Homem-Natureza e Desenvolvimento sustentável .....	54
2.8.1. Agropecuária.....	54
2.8.2. Desafios e perigos à qualidade da saúde do ambiente .....	56
2.8.3. Desenvolvimento sustentado.....	59
2.8.4. Qualidade ambiental e responsabilidade social.....	60
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>60</b>
3.1. Local da pesquisa .....	60
3.2. Informação utilizada .....	61
3.3. <i>Análise da informação</i> .....	62
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>63</b>
4.1. Estudo espacial da ocorrência da raiva .....	63
4.1.1. Análise descritiva .....	63
4.1.2. Análise espacial .....	75
4.1.2.1. Raiva bovina (IMA) nos municípios de Itabirito, Rio Acima, Ouro Preto, Itaúna, Mateus Leme e Itatiaiuçu, de 1998 a 2004.....	76
4.1.2.2. Cobertura do solo, rodovias, ferrovias e drenagem. ....	76
4.1.2.3. Densidade bovina total .....	77
4.2. Comentários finais.....	100
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>106</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>107</b>
<b>7. ANEXOS</b> .....	<b>118</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Região selecionada para estudo, seccionais de Itaúna, Betim, Itabirito, Belo Vale, Esmeraldas e Belo Horizonte, da Delegacia Regional de Belo Horizonte (IMA).....	13
Figura 2. <i>Desmodus rotundus</i> .....	49
Figura 3. <i>Desmodus rotundus</i> . Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).....	49
Figura 4. Casa abandonada. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).....	49
Figura 5. Túnel. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).....	49
Figura 6. Gruta. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).....	49
Figura 7. Bueiro. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).....	49
Figura 8. Distribuição do total de respostas dos proprietários quanto á vacinação dos bovinos na sua propriedades dos bovinos diagnosticados positivos á raiva bovina (IMA) na região em estudo, de 1998 a 2004. ....	67
Figura 9. Distribuição da relação total de respostas dos proprietários acerca de ataque de morcegos nas propriedades dos bovinos diagnosticados positivos á raiva bovina (IMA) na região em estudo, de 1998 a 2004. ....	68
Figura 10. Distribuição das medianas da Densidade Bovina Total dos municípios pertencentes às seccionais em estudo de 1998 a 2004.....	73
Figura 11. Mapa de Risco Relativo da região em estudo entre 1998 e 2004, segundo resultado do Teste 1. SaTScan® v.5.1.3. ....	73
Figura 12. Municípios selecionados para análise espacial e as janelas dos <i>clusters</i> primários dos três testes não paramétricos do SaTScan® v.5.1.3. ....	81
Figura 13. Drenagem e Buffer de 4 km para os rios da região em estudo. ....	88
Figura 14. Buffer de 4 km para rodovias. ....	88
Figura 15. Buffer de 4 km para ferrovias.....	89
Figura 16. Mapa da altimetria (SRTM) da região em estudo e “janelas” dos clusters primários dos 3 testes realizados. ....	93
Figura 17. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença segundo o Teste 2 de 7/10/1998 a 9/11/1998.....	96
Figura 18. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença segundo o Teste 2 de 9/11/1998 a 30/7/1999.....	96
Figura 19. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença segundo o Teste 2 de 30/7/1999 a 10/8/2001.....	97
Figura 20. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença segundo o Teste 2 de 10/8/2001 a 16/9/2002.....	G97
Figura 21. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 3/10/1998 a 23/10/1998.....	98
Figura 22. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 23/10/1998 a 23/3/2001.....	98
Figura 23. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 23/3/2001 a 19/6/2001. ....	99
Figura 24. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 19/6/2001 a 22/1/2002. ....	99
Figura 25. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 22/1/2002 a 16/8/2002. ....	100



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição do total de percentual de casos de raiva bovina diagnosticados (IMA) por seccional Seccional de 1998 a 2004.....	65
Gráfico 2. Variação da população bovina nas seccionais de Esmeraldas, Itabirito, Itaúna, Belo Horizonte, Belo Vale e Betim (Delegacia Regional de Belo Horizonte-IMA), de 1998 a 2004. ....	66
Gráfico 3. Relação do total de respostas dos proprietários quanto á vacinação dos bovinos na sua propriedades dos bovinos diagnosticados positivos á raiva bovina (IMA) na região em estudo, de 1998 a 2004. ....	66
Gráfico 4. Relação total de respostas dos proprietários acerca de ataque de morcegos nas propriedades dos bovinos diagnosticados positivos á raiva bovina (IMA) na região em estudo, de 1998 a 2004. ....	67
Gráfico 5. Evolução dos casos diagnosticados (IMA) de raiva bovina na região em estudo de 1998 a 2004, com a reta de tendência (método liniar). ....	68
Gráfico 6. Limiares epidêmicos dos casos diagnosticados de raiva bovina (IMA) calculada pelo “método dos mínimos quadrados” para a região em estudo, de 1998 a 2004. ....	69
Gráfico 7. Percentual da população bovina vacinada contra a Raiva nas Seccionais de Itabirito e Itaúna assim como o todo da Delegacia Regional de Belo Horizonte (IMA) de 1998 a 2002, fonte IMA. ....	69
Gráfico 8. População bovina vacinada contra a Raiva nas Seccionais de Itabirito e Itaúna assim como o todo da Delegacia Regional de Belo Horizonte (IMA) de 1998 a 2002, fonte IMA. ....	70
Gráfico 9. Flutuação do índice sazonal para os dados dessazonalizados por trimestre segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004. ....	70
Gráfico 10. Componente e tendência cíclica para os dados dessazonalizados por trimestre segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004). 71	71
Gráfico 11. Flutuação do índice sazonal para os dados dessazonalizados por mês segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004. ....	71
Gráfico 12. Componente e tendência cíclica para os dados dessazonalizados por mês segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004. ....	72
Gráfico 13. Número de casos de raiva bovina notificados (IMA) e seu percentual para os municípios em estudo entre 1998 e 2004 (Itatiaiuçu, não apresentou nenhum caso notificado de raiva bovina). ....	81
Gráfico 14. Contribuição da cobertura de solo de Ouro Preto, Rio Acima e Itabirito na “assinatura” do cluster 1º do TESTE 1, para 2000.....	84
Gráfico 15. Relação total das classes do percentual da cobertura de solo para a janela do cluster 1º do TESTE 1, para o ano de 2000. ....	84
Gráfico 16. Contribuição da cobertura de solo de Itaúna, Mateus Leme, Itatiaiuçu na “assinatura” da janela do cluster 1º do TESTE 2, para 2000.....	85
Gráfico 17. Relação total das classes do percentual da cobertura de solo para a janela do cluster 1º do TESTE 2, para o ano de 2000. ....	85
Gráfico 18. Contribuição da cobertura de solo de Ouro Preto e Itabirito na “assinatura” do cluster 1º do TESTE 3, ano 2000. ....	86
Gráfico 19. Relação total das classes do percentual da cobertura de solo para a janela do cluster 1º do TESTE 3, para o ano de 2000. ....	86
Gráfico 20. Relação entre as classes de cobertura de solo das janelas dos clusters primários dos Teste 1, 2, 3 e da janela resultante da interseção entre as janelas dos clusters primários do Teste 1 e 3, 2000.....	87
Gráfico 21. Correlação do LRR das janelas de clusters analisadas com as respectivas classes de cobertura para o ano de 2000. ....	87
Gráfico 22. Correlação entre Prevalência de raiva bovina e Densidade Bovina Total de Itabirito, de 1998 a 2004.....	89

Gráfico 23. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Rio Acima, de 1998 a 2004.....	90
Gráfico 24. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Ouro Preto, 1998 a 2004.....	90
Gráfico 25. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Itaúna, de 1998 a 2004.....	91
Gráfico 26. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Mateus Leme, de 1998 a 2004.....	91

### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Resultado do TESTE 1, SaTScan® v.5.1.3 .....	78
Quadro 2. Resultado do TESTE 2, SaTScan® v.5.1.3.....	79
Quadro 3. Resultado TESTE 3, SaTScan® v.5.1.3.....	79
Quadro 4. Resultado da “assinatura” das variáveis em estudo para os municípios selecionados para análise usando o dados cartográfico do GeoMinas (95) para drenagem, ferrovias e rodovias. Uso de Imagem LandSat ETM <sup>+</sup> para o ano de 2000.....	80
Quadro 5. Numero de pixel de cada classe de cobertura para a porção dos municípios sob as janelas dos agrupamentos e sua relação com o nº de pixel de cada classe em todo município.....	83

## RESUMO

O objetivo do estudo é descrever a evolução espaço-temporal do diagnóstico da raiva bovina na Delegacia Regional de Belo Horizonte do Instituto Mineiro de Agropecuária de 1998 a 2004, e relacioná-la com variáveis espacializáveis, através da metodologia corrente em Epidemiologia Espacial e de ferramentas como Geoprocessamento, SIG's etc. Através de pesquisa bibliográfica dirigida aborda os conceitos da Epidemiologia moderna, das características da raiva bovina e dos fatores a ela relacionados, sejam biológicos, sócio-político e econômicos. O presente estudo inicia-se com um estudo descritivo do fenômeno raiva bovina para depois passar à análise exploratória espacial de três áreas de agrupamento de doença (*cluster*), resultados do SaTScan®, com o objetivo de se conhecer o comportamento, em relação ao fenômeno, das seguintes variáveis: densidade bovina total por município, altitude, drenagem, rodovias, ferrovias e cobertura de solo. A região em estudo apresenta condições ambientais (naturais e artificiais) favoráveis ao principal vetor da doença (*Desmodus rotundus*). A doença apresentou maior risco em áreas rurais que fazem fronteira com áreas naturais, em altitudes variando 500 e 1.500 metros, num raio de influência de rios existente na área de estudo. Existem fatores determinantes da raiva bovina na região em estudo, como fatores ecológicos, fatores sócio-políticos e fatores econômicos. Surtos de raiva bovina na região ocorrem devido a transformações ambientais, como vem ocorrendo nas regiões da Serra da Moeda e no Parque do Itacolomi (Ouro Preto e Mariana).

Palavras-chave: Epidemiologia; Raiva Bovina; Análise Espacial; Sistema de Informação Geográfica

## ABSTRACT

The purpose of this study is to describe the space-time evolution of the diagnosis of bovine rabies in the Belo Horizonte regional department of the Instituto Mineiro de Agropecuária (Agriculture and Livestock Institute) from 1998 to 2004, and correlate it to spacial variables, through current Spacial Epidemiology methodologies and other tools such as Geoprocessing and SIGs. Through a directed bibliographic search it goes over the concepts of modern Epidemiology, the characteristics of bovine rabies and the factors related to it, be them biologic, socio-political or economic. This study will start with a descriptive study of the bovine rabies phenomenom and develops into a spacial exploratory analysis of three disease clusters, SaTScan® results, with the purpose of recognizing the phenomenom's behaviour in relation to the following variables: bovine livestock density by district, altitude, drainage, roads, train ways, and soil cover. The studied region has favorable environmental conditions (both natural and artificial) for the disease's main vector (*Desmodus rotundus*). The disease showed greater risk in rural areas bordering natural areas, at altitudes varying from 500 to 1500 meters, in the influence area of the rivers present in the studied region. There are determining factors for bovine rabies in the studied region, such as ecological factors, socio-political factors and economical factors. Bouts of bovine rabies in the region occur as a result of environmental changes, such as has been occurring in the region of the Moeda Mountain Range and the Itacolomi Park (Ouro Preto and Mariana).

Key words: Epidemiology; Bovine Rabie; Spatial Analysis; Geographic Information System

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Internacional de Epizootias (OIE), a raiva é uma doença de grande influência para a saúde socioeconômica e pública. Afeta a maioria dos animais de sangue quente e é provocada por um vírus cujo material é composto por ácido ribonucléico (RNA), neurotrópico pertencente à família *Rhabdoviridae*, gênero *Lyssavirus*, tendo sete genótipos mantidos em reservatório mamíferos, principalmente cães e morcegos. O genótipo 1 integra as estirpes clássicas do vírus da raiva e é encontrado em praticamente todo mundo.

O vírus RNA, é composto por uma população viral diversa, capaz de adaptar a novas condições e escapar a mecanismos de defesa. O animal infetado transmite o vírus pela saliva, por mordedura. Os testes laboratoriais são de imunofluorescência dos anticorpos da raiva, exame histoquímico para corpos de Negri e inoculação em rato. A profilaxia é feita através de vacinas inativadas e atenuadas (Cliquet e Picard-Meyer, 2004; Fernandes, 2004).

Na América Latina ocorreu uma redução significativa de morte de humanos. Contudo para além da raiva canina, os morcegos constituem um importante reservatório da doença. A transmissão da raiva a humanos e animais de produção tende a aumentar, sendo que em 2003 morreram mais pessoas em consequência da mordida de animais silvestres do que de cães (Araújo, 2002; Pacheco, 2005).

De acordo com estudo da Organização Panamericana de Saúde (OPAS) acerca da situação de raiva humana em 2004, na América Latina as três áreas com maior concentração de casos humanos entre 2001 e 2003 foram entre as populações pobres na vizinhança de grandes cidades como Porto Príncipe no Haiti, São Salvador, em El Salvador e Fortaleza, no Brasil. A partir de 2004 e 2005, o número de casos na América Latina voltou a aumentar, em 2004, dos 30 casos registrados 22 foram transmitidos por morcegos hematófagos, e em 2005 foram 42 casos dos 44 casos totais

(Oliveira, 2006). Por outro lado ocorreu uma redução de 93% nos casos de raiva humana transmitido por cães na América Latina, de 1990 a 2005 foram registrados apenas 11 casos (Scheineider, 2006). Com a diminuição dos casos de raiva canina, a raiva transmitida por animais silvestres, tem sido identificada como principal causa de raiva humana, sendo o morcego hematófago responsável por 67,6% das 145 mortes de doença, entre 2004 e 2005 na América Latina. O maior número de casos ocorreu na região amazônica, onde tem sido relatado um contínuo desflorestamento (Wada, 2006; Castilho, 2006).

Dada a presente situação, a vigilância epidemiológica é fundamental e deve ser priorizada para os grupos sociais mais pobres, pois são estes os grupos que se enquadram no perfil epidemiológico de maior risco, numa perspectiva epidemiológica, econômica e social. Inclusive em 1971 a OPAS sugeriu que deveria ser prioritárias a avaliação da população de morcegos hematófagos, sua movimentação, métodos de controle de população e a epidemiologia da raiva (Alencar, 1977; Panamericana de la Salut, 2005).

Luz (1998) no seu estudo acerca da cronologia da raiva animal em Minas Gerais concluiu que 42% dos municípios mineiros apresentavam pelo menos um resultado positivo e que até 1988 ocorria uma tendência do aumento do fenômeno raiva devido à falta de decisões políticas, chamando a atenção para a necessidade do aumento da investigação da raiva nas restantes regiões que não apresentavam casos oficiais de doença. Almeida (2005) cita que 40% dos municípios mineiros apresentam o ciclo da raiva aérea, sendo que o Brasil apresenta uma diversidade ecológica ideal para a manutenção do morcego hematófago (*Desmodus rotundus rotundus*) e outras espécies silvestres, permitindo a manutenção do vírus rábico na natureza. O *Desmodus rotundus rotundus* na atualidade é considerado como o principal reservatório de raiva no nosso meio (Ferraz, 2006).

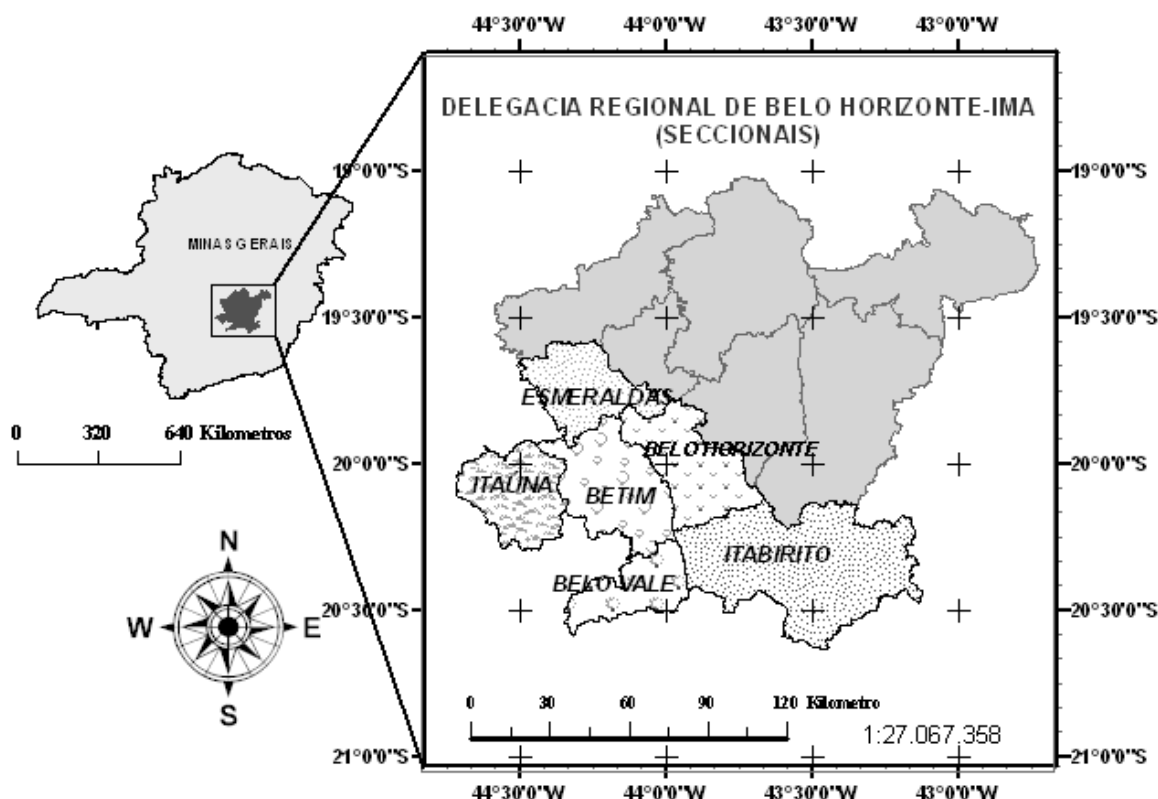


Figura 1. Região selecionada para estudo, seccionais de Itaúna, Betim, Itabirito, Belo Vale, Esmeraldas e Belo Horizonte, da Delegacia Regional de Belo Horizonte (IMA).

O vírus rábico na população de morcegos (principal animal infetado) tem uma distribuição geográfica, por todas as regiões de Minas Gerais afetando espécies com hábitos alimentares distintos. O morcego hematófago é o principal vetor selvagem em toda a América Latina, causando grandes perdas econômicas (ANEXO I) constituindo-se como um risco real de transmissão da raiva para o homem (Maccoll e Aguillar-Setién, 2000; Cliquet e Picard-Meyer, 2004; Pacheco, 2005; Chamone, 2006).

A raiva merece um enfoque amplo e integrador, não só por ser uma zoonose com alta letalidade, mas também devido à multiplicidade e complexidade dos seus componentes ecológicos, históricos, custos econômicos e sociais. Em Minas Gerais a raiva bovina é um problema grave, assim como a falta de conhecimento do número real de casos, supõe-se que o número de

casos notificados é efetivamente inferior ao número real de casos da doença no Estado (Silva, 1993; Luz, 1998).

O Estado apresenta-se com uma vasta superfície, em que o clima, relevo e recursos hídricos propiciam o aparecimento de uma cobertura vegetal rica e diversa, com três grandes biomas: Mata Atlântica, Cerrado e a Caatinga (Drumond et al, 2005). O Estado, em 2000, foi a 3ª força econômica do País, com o PIB de R\$ 108.5 bilhões, sendo que o setor pecuário, apesar de ter apresentado um crescimento expressivo nos últimos anos, apresenta uma baixa participação no PIB do estado, com 8,6%. A atividade pecuária apresenta um padrão espacial bastante disperso nas diversas regiões do estado, mas com um movimento em direção a oeste. A produção pecuária faz com que Minas se destaque ao nível nacional, em 1º lugar na produção de

leite e 2º na produção de carne (Drumond et al, 2005).

A região central de Minas apresenta uma elevada concentração populacional e altíssima concentração econômica. Com 35% da população total do estado detendo 45% do PIB total, sendo que na região central o setor da agropecuária contribui com 10,2% dos 44,8% que a região central contribui para o PIB total do estado (Drumond et al, 2005).

Segundo Silva (1999), existe a necessidade de se avançar no conhecimento dos determinantes na ocorrência, manutenção, evolução do fenômeno “raiva bovina” para o conhecimento do comportamento epidemiológico da doença e quais as medidas de combate à doença que em Minas Gerais devem ser tomadas.

Segundo dados do IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária), ocorreram na Delegacia Regional de Belo Horizonte, no período de 1998 e 2002, 198 casos notificados de raiva em herbívoros, dos quais 134 dos casos aconteceram na área de selecionada<sup>1</sup> para estudo (Figura 1), correspondendo a 67,67% dos casos num espaço (Secionais de Belo Horizonte, Belo Vale, Betim, Esmeraldas, Itabirito) que corresponde a 39.71% da área total da Delegacia Regional de Belo Horizonte - Instituto Mineiro de Agropecuária.

A Epidemiologia Espacial é um dos enfoques da Epidemiologia, no qual se equaciona o estudo de fatores sociais e ambientais para o estudo das causas da doença. Segundo Pavlovsky (1969), a doença tende a relacionar-se com características geográficas específicas e não estáveis. Por isso a tentativa de compreender o processo de organização do espaço fazendo uso de tecnologias de SIG's e o Geoprocessamento, pode permitir

---

<sup>1</sup> A área selecionada para estudo são os municípios que constituem seccionais de Belo Horizonte, Belo Vale, Esmeraldas, Itaúna, Betim e Itabirito da Delegacia Regional de Belo Horizonte do I.M.A.

identificar sistemas causais da doença que ocorrem no espaço.

Aplicações de técnicas e métodos de análise desenvolveram-se nos últimos 30 anos, especialmente em três metodologias: mensuração de risco, enfoque de risco e manejo de risco. As fontes do risco na alocação de áreas prioritárias para ação sanitária, são amplas envolvendo atributos individuais e aspectos sócio-ecológicos (Carvalho, 1997).

A análise espacial ou análise geográfica vem sendo cada vez mais valorizada na gestão de saúde, por apontar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial de doenças, localização de serviços de saúde e dos riscos ambientais (Barcellos e Bastos, 1996; Report on a WHO workshop, 1997; Santos e Carvalho, 2000; Neves, 2001; Barcellos, 2003; Durr, 2003; Monken e Barcellos, 2005).

Sem perder de vista o respeito pelo equilíbrio ecológico numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, o desafio deste trabalho é tentar caracterizar, dentro dos recursos possíveis, os “espaços” da raiva bovina e a sua distribuição na região. Focalizando os “marcadores”, que são variáveis presentes num determinado tempo-espaço quando a doença ocorre. Buscando entender qual a relação as variáveis (drenagem, rodovias, ferrovias, cobertura de solo, densidade bovina total por município e altitude) têm com a raiva bovina (transmitida pelo morcego *Desmodus rotundus*) e como se comportam onde a doença ocorre.

Tomando como princípio que a antecipação ou prevenção à ocorrência da “doença” será mais eficiente e economicamente mais viável para os serviços de saúde, este estudo procura contribuir para conhecimento epidemiológico, na perspectiva da prevenção.

O objetivo não é mapear a doença, mas sim caracterizar a ocorrência da doenças segundo as variáveis selecionadas. Busca-

se aproximar o conhecimento das relações entre as partes que constituem o todo do problema da doença raiva bovina, seguindo o princípio de Gestalt em que “o todo é mais do que a soma das partes” (Fraccaroli, 1982). Um modelo provisório da organização do espaço poderá permitir detectar quais os sistemas causais da raiva bovina no espaço em estudo.

Os objetivos do estudo são portanto:

- Descrever a distribuição espaço-temporal da raiva bovina nos municípios que constituem as seccionais de Betim, Belo Horizonte, Itabirito, Belo Vale e Esmeraldas da delegacia Regional de Belo Horizonte do Instituto Mineiro de Agropecuária, entre 1998 e 2004.
- Localizar as regiões que apresentaram maior risco de raiva bovina durante o período em estudo e caracterizar as variáveis ou marcadores ambientais selecionados como a densidade bovina total por município, altitude, rodovias, ferrovias, drenagem e cobertura de solo.

## 2. LITERATURA CONSULTADA

### 2.1 Epidemiologia

Epidemiologia, eixo científico da Saúde Pública, enquanto ciência da complexidade de dimensões objetivas, para determinar o seu “objeto” tem-se constituído como disciplina limítrofe entre áreas do conhecimento humano (Ayres, 1992). Tentando entender o desequilíbrio, faz a ligação entre o individual e o coletivo, propondo-se a produzir um conhecimento verdadeiro e objetivo, sendo que para tal esta deve posicionar-se frente ao problema da natureza e possibilidade do seu conhecimento. Proporcionando bases para a avaliação de medidas de profilaxia, pistas para diagnóstico de doenças e verificação da consistência de hipóteses de casualidade (Ayres, 1992; Navarro, 1992; Rouquayrol e Goldbaum, 1993; Silva, 1997; Minayo, 2003).

A epidemiologia tenta compreender o tempo físico irreversível, onde a vida é ordem e não equilíbrio. Isto implica o conhecimento que liga as sociedades humanas à natureza, investigar o adoecer das coletividades humanas, entendendo-o segundo pressupostos não deterministas, pelo qual o evento enfocado, possa ser admitido e percebido como participante de uma realidade em constante transformação, numa relação dinâmica de interdependência entre o cultural, o histórico, o social e o biológico. A interface entre os diferentes ramos possibilita o conhecimento objetivo dos determinantes ontogenéticos (Ayres, 1992; Sevalho, 1997).

No Brasil existem muitas relações que ainda restam a ser exploradas, em especial no que se refere às questões de análise empírica, de forma que possam efetivamente resultar em informações que se consolidem em competência coletiva do setor de saúde pública no sentido de apoiar a tomada de decisões (Najar e Marques, 2003).

Informação é uma descrição mais completa do real, associada a um referencial explicativo sistemático. Pode-se dizer que é a representação dos fatos da realidade com base em determinada visão de mundo, mediante regras de simbologia. Em geral observa-se um acúmulo de dados, mas com pouca transformação em informação que subsidie a tomada de decisão dupla da epidemiologia conciliar o papel da disciplina científica produtora de conhecimentos originais sobre o processo saúde-doença, e ao mesmo tempo, de campo profissional participante dos esforços pelo cuidado das saúdes das populações. A epidemiologia permite a possibilidade de ser pensada em vários ângulos e perspectivas (Navarro, 1992; Fialho Júnior, 2004).

A epidemiologia como ciência apresenta ilimitada necessidade de autocompreensão e continua construção do conhecimento. A validade do conhecimento objetivo repousa na inter-subjetividade que funda toda a construção racional (Ayres, 1994). A Epidemiologia tem sido desafiada a desenvolver bases conceituais e

metodológicas capazes de tornar complexo o conhecimento sobre a interação do social com o biológico, fazendo uso da transdisciplinaridade para conhecer os múltiplos fatores implicados no processo saúde-doença, o que exige um esforço conceitual e metodológico para a identificação dos determinantes e quais métodos mais sensíveis para a sua apreensão (Costa e Teixeira, 1999; Minayo, 2003).

O salto transdisciplinar capacita o indivíduo a interpretar o mundo e agir sobre ele a partir de ações conscientes e qualificadas, reconhecendo a interdependência fundamental de todos os fenômenos, sendo que é de parte dos processos cíclicos da natureza, que dependem os diversos estilos civilizatórios dos agrupamentos humanos. A transdisciplinaridade também permite o estudo das relações entre as sociedades e o seu ambiente (Sevalho, 1997; Froehlich, 2000; Polignano, 2003).

A ciência moderna e sua racionalidade mantém inalteradas as estruturas nucleares, o indutivismo e sua base teórica positivista (Ayres, 1992). Tem como base produzir conhecimento que expresse as verdades objetivas do mundo, que em si é a negação do movimento da prática científica concreta, em que o objeto de uma ciência é em si mesmo produto do olhar que se detém sobre o real em busca de verdades ocultas. Nos dias de hoje tem uma das suas bases teórico-metodológicas a evidência da dicotomia entre método e objeto, para legitimar o saber verdadeiro sobre as determinações que articulam o real concreto. Não consegue adequar em termos matemáticos os fatores sociais. A solução é não tomar um sentido totalizador da verdade. A razão humana é uma fonte de conhecimento, mas também existe uma impossibilidade de conhecer a essência do real. O papel da ciência será separar os fatores objetivos e subjetivos que constituem a razão, sendo a refutabilidade o critério de demarcação do conhecimento científico, em que o irrefutado confirma a conjuntura e o refutado obriga as reformulações da ordem entre o conhecido e o desconhecido (Ayres, 1994).

Existe a necessidade de investigar a ciência no campo de intensas e complexas relações intersubjetivas (Ayres, 1994). O quadro atual impõe a necessidade de se avançar quantitativa e qualitativamente na pesquisa e produção científica da saúde coletiva (Freitas, 2003). A ciência é uma atividade humana que evolui um sistema vivo no qual conservadorismo deve ser equilibrado com sadia controvérsia (Sahtouris, 1998).

A história não é um fluxo contínuo de eventos, é uma escolha descontínua feita pelo homem, desses incidentes e processos que são ajustados a uma ordem lógica pela mente humana. A cronologia é, portanto, importante não como uma afirmação de continuidade ou desenvolvimento real, mas como uma indicação de como a mente humana agrupa, codifica e impõe um sentido a um conjunto de unidades constituintes tiradas da seqüência ininterrupta dos acontecimentos (Nunes, 1998). Esta recolhe sistematicamente, classificando e agrupando os fatos passados, em função das suas necessidades atuais. A análise de acontecimentos passados pode servir para compreender melhor a construção do atual modo de pensar epidemiológico (Carvalho e Jacobina, 2001).

Só poderemos nos compreender como seres humanos tentando compreender a nossa co-evolução com o meio em que vivemos (Sahtouris, 1998).

O tempo do conhecimento epidemiológico trabalha com os fatos de modo a artificializá-los, separá-los das pessoas, amputá-los de sua historicidade e submetê-los estatisticamente<sup>2</sup>. Dessa forma controla os eventos, eliminando a sucessão e a ameaça de mudança. Por essa razão será sempre difícil para a epidemiologia perceber as

---

<sup>2</sup> A análise estatística opera um corte de tempo e apresenta uma imagem, em um momento dado, das situações de risco ou dos comportamentos sanitários de uma população, sem apreender a sua historicidade, conseqüentemente, os movimentos diferentes e contraditórios dos grupos sociais não são visualizados na sua complexidade.



relações sociais profundas, a inter-relação humana emaranhadas no tempo social. O tempo<sup>3</sup> pode representar para a epidemiologia um elemento importante no trânsito interdisciplinar, possibilitando um melhor entendimento do adoecer, existindo os tempos médio, longo e curto<sup>4</sup>. Conhecendo o passado de uma forma profunda permite encontrar a lentidão da cultura, resistência a hábitos e valores, movimentos repetidos por vezes inconscientes, característicos da luta do homem contra obstáculos sociais e naturais. A possibilidade de se observar epidemias – eventos emergirem da profundidade da longa duração do tempo e serem explicadas pela combinação estrutura – conjuntura – evento representa uma perspectiva interessante para o conhecimento do adoecer. Tal enfoque também deve significar um contexto complexo do tempo do conhecimento capaz de permitir a formulação de previsões mais adequadas à realidade (Sevalho, 1997).

O conhecimento humano, apesar das resistências e bloqueios, historicamente sempre viveu à custa de trocas, transportes, metáforas de conceitos, noções e idéias entre diversas áreas do saber. Sempre precisou disto para alimentar-se e crescer (Sevalho, 1997). A origem dos saberes é situada no plano das relações de poder. Segundo Nunes (2002), a dimensão arqueológica da análise permite analisar as próprias formas de problematização e a dimensão genealógica analisa sua formação a partir das práticas e modificações.

---

<sup>3</sup> O tempo da epidemiologia se caracteriza como tempo quantitativo: objetivo e exterior. Não é o tempo vivido que envolve dimensões anterioridade – simultaneidade – posterioridade.

<sup>4</sup> O tempo médio é constituído pelas conjunturas, ciclos e interciclos que podem anular-se ou potencializar-se reciprocamente, dando uma impressão de imobilidade; tempo longo vai esclarecer, permitindo a visualização do curso irreversível do tempo histórico possibilitando a explicação do evento; o tempo curto, que junto com os tempos longo e médio compõem a dialética da duração, que é o tempo composto, coletivo, que não tem a duração do indivíduo, mas sim a de décadas, séculos.

Uma das principais atividades dos epidemiologistas será a construção de hipóteses que permitam a explicação causal ou científica de acontecimento específico, procedendo a partir de dois tipos de premissas, de leis universais e algumas proposições singulares ou específicas, as condições iniciais. As condições iniciais são as causas dos efeitos e as predições do efeito, por isso a causalidade é preditível. No processo de enfermidade como realidade social, o modelo explicativo não tem a rigidez dos modelos precedentes, mas existem diferenças, que são a história, totalidade, abstração, estrutura e essência, a estes se devem alienar a determinação. Desta perspectiva considera-se que o biológico se integra no social. O conhecimento da realidade e de suas variações é possível através de variações, através de um caminho que vai desde o singular, as aparências, o particular, os fenômenos e destes ao geral, de onde existem relações de determinação, assim os problemas de saúde da população se apresentam em diferentes dimensões da realidade<sup>5</sup> (Navarro, 1992).

À décadas presenciamos o crescimento de uma linha explicativa, mais ampla, denominada abordagem ecossistêmica de saúde que tenta contextualizar a epidemiologia das enfermidades com as condições sociais que as determinam ou influenciam na sua ocorrência e, também dentro do contexto ambiental. Seu fundamento, embora muito mais complexo, remonta às teorias ecológicas e multicausais das enfermidades.

---

<sup>5</sup> Variações do singular ou das aparências correspondem as características das doenças dos indivíduos e agrupamentos com atributos biológicos e sociais. As relações se estabelecem empiricamente e constituem a primeira síntese; variações do particular ou dos fenômenos correspondem às variações entre os grupos de uma formação social em um dado momento. As relações se estabelecem em estruturas históricas. A explicação do porquê do particular assume uma determinada concreção; variação do geral ou das essências, corresponde a variações ao nível de uma supraestrutura de uma formação social, onde se geram as essências dos processos.

Tradicionalmente, as correntes explicativas dos processos de adoecimento baseiam-se nos três principais pilares da epidemiologia: as ciências biológicas, social e estatística (incluindo-se as ciências matemáticas e a demografia). Entretanto, a ênfase predominante recai principalmente sobre as ciências biológicas e a estatística (Minayo, 2003).

Existe a necessidade de desenvolvimento de uma epidemiologia que dê conta dos múltiplos níveis em que os problemas de saúde se manifestam, desde as vulnerabilidades individuais até os macrodeterminantes sociais e ecológicos (Monken e Barcellos, 2005).

O termo ecológico, além de incluir o ambiente físico, que abriga e torna possível a vida autotrófica e os ambientes biológicos, que abrange todos os seres vivos, inclui também a sociedade envolvente, sede das interações sociais, política, econômica e cultural. Solo, clima e recursos hídricos confluem para a riqueza de recobrimento vegetal e esta será propícia à abundância da vida animal. O homem depende tanto dos animais quanto dos vegetais para a sua sobrevivência. No ambiente biológico estão os microsistemas bioclimáticos propícios à manutenção dos vetores e dos reservatórios de bioagentes patogênicos (Sevalho, 1997).

A saúde e a doença devem ser entendidas como um processo integrante da vida, porque não se vive absolutamente livre de algum tipo de doença (Costa e Teixeira, 1999). A vida é uma ordem que tende para o não equilíbrio, instabilidade que prevalece à custa das trocas de nutrientes ( que mantém o com o mundo exterior, onde os sistemas vivos<sup>6</sup> se auto-organizam, amplificam inovações, caminhando para uma complexidade crescente. A trocas de matéria, energia e informação com o ambiente são máximas nos sistemas dinâmicos. É uma ordem por flutuação que oscila, mas não é frágil (Sevalho, 1997).

---

<sup>6</sup> Na vida ao conjunto sistema vivo - meio ambiente, os sistemas vivos seriam considerados sistemas abertos trocando energia com o meio.

As sociedades humanas lidam com o desenvolvimento de projetos e satisfação de desejos, gerando incessantemente novos vínculos com o ambiente, diminuindo, portanto a capacidade de controle e previsão sobre o conjunto sistema – ambiente (Sevalho, 1997). O que se pode dizer é que esses objetivos não se referem a um estado do sistema<sup>7</sup>, mas a processos, que são sucessões temporais de eventos inter-relacionados, em seqüências causais e de eventos não-observáveis, posto que os processos que não são observáveis são resultado das interferências dos observáveis (Sevalho, 1997; Carvalho, 1997; Augusto e Branco, 2003).

Segundo Freitas (2003), o “realismo ambiental” é uma concepção em que o ambiente é uma entidade real em si, passível de ser pesquisado por uma ciência capaz de fornecer uma compreensão reedificada do mesmo, produzindo resultados observáveis e não ambíguos. Isto possibilita não só mensurações, mas também a possibilidade de se avaliar todas as medidas necessárias para se corrigir os danos tendo por base a mesma ciência que os gerou.

A interpretação mais generalizada considera a enfermidade como o foco central de estudo, reduzindo-se à sua dimensão biológica. Nesta domina uma preocupação descritiva que se caracteriza por uma quantificação e o estabelecimento de associações causais dentro dos determinantes da enfermidade (causas e fatores), sendo que a susceptibilidade individual é determinada pela estrutura genética em interação como o ambiente. As explicações sobre a produção de enfermidade, o estabelecimento das relações causais entre as variáveis independentes e a enfermidade, como variáveis dependentes, se farão recorrendo à construção de modelos causais, lógicos e matemáticos (Navarro, 1992).

---

<sup>7</sup> Um sistema é um conjunto de partes ou subsistemas interconectados, apresentando interdependência entre os componentes e seus atributos.

A eclosão da doença depende da estruturação dos fatores contribuintes. A associação dos fatores é sinérgica (Rouquayrol e Goldbaum, 1993). A identificação de múltiplos fatores de risco, sem dúvida contribui para orientar linhas gerais em política de saúde. No entanto, a sua abordagem tem se limitado apenas a esta identificação, em estudos baseados no isolamento de fatores da realidade complexa, sem uma avaliação de indivíduos ou populações reais, que fazem escolhas e modificam seu comportamento permanentemente, ou seja, inseridos em contextos de múltiplas relações articuladas, sejam biológicas, sociológicas, ou culturais. Além disso, a sua rigidez metodológica muitas vezes se distancia da realidade dos serviços, tornando-se inadequada ou insuficiente para orientar, definir, monitorar ou avaliar ações concretas desenvolvidas pelos sujeitos. A preocupação é, então, captar e qualificar essa dinâmica e não somente descrevê-la sob a forma de teias causais de variáveis (Navarro, 1992; Minayo, 2003; Fialho Júnior, 2004).

Como as enfermidades podem ser estudadas sob diversos ângulos, sem uma unificação teórica, pode haver uma multiplicidade de concepções, pela coexistência de distintos critérios conceituais, sendo que o conhecimento é o resultado sócio-histórico de um coletivo (Navarro, 1992; Froehlich, 2000).

As infecções emergentes podem ser definidas como aquelas que só recentemente surgiram ou que já existiam, mas que rapidamente aumentam a sua incidência ou extensão geográfica. Estas têm sido atribuídas a fatores demográficos, comportamentais, tecnológicos - industriais<sup>8</sup>. Estes fatores responsáveis implicam uma visão epidemiológica que contempla desde elementos da ordem biológica até históricos (Sevalho, 1997). A globalização dos fluxos e das relações econômicas resultantes do capitalismo tornou a realidade mais

---

<sup>8</sup> Relativos ao desenvolvimento agrícola e uso da terra, a deslocamentos populacionais, capacidade de adaptação e mutação bacteriana, além de falência de medidas de saúde pública.

complexa (Costa e Teixeira, 1999; Najjar e Marques, 2003). A desigualdade espacial revela uma desigualdade em geral. O crescimento da desigualdade espacial está relacionado também com uma maior abertura das economias e a adaptação ao processo de globalização. Sugere-se um modelo analítico que tenha como premissa de que a distribuição dos investimentos públicos guarda relação estreita com a estrutura social corporificada no espaço, sendo o planejamento do território um valioso instrumento para a organização do espaço (Costa e Teixeira, 1999; Najjar e Marques, 2003).

O esforço para atingir uma visão global, coloca no investigador a necessidade de observação e reflexão como também investir na busca de inovações que facilitem o conhecimento da realidade (Costa e Teixeira, 1999). A erradicação e o controle das epidemias não dependem apenas de diagnóstico e intervenção biológica, mas de todos os elementos que participam da organização social do espaço. O conceito de risco não explicita articulações entre elementos materiais e imateriais que possam explicar o vínculo entre espaço (exposição) e corpo (evento de doença). O modelo do risco constrói representações das relações entre causas e a probabilidade destas provocarem doenças que produzem uma desconexão radical dos elos entre os homens e suas circunstâncias (Czeresnia e Ribeiro, 2000).

A informação em saúde ambiental pode contribuir para melhorar a gestão e as políticas "sanitárias" em todos os países do mundo, mas é particularmente valiosa para os países onde a questão da degradação ambiental tem ocupado um lugar secundário frente às exigências do desenvolvimento econômico imposto pela globalização e pelas políticas neoliberais (Carvalho, 1997; Augusto e Branco, 2003).

Freitas (2003) considera que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia para a compreensão dos problemas ambientais, que são simultaneamente problemas de saúde deverá estar ao serviço

do sentido social, político e de direito universal, o que inclui a equidade.

Segundo Diggle (2002) existe um grande problema na epidemiologia não resolvido que resolve o conflito entre o que é rigorosamente científico e o que é socialmente realístico. É importante conhecer as áreas que necessitam de uma ação prioritária dos agentes de saúde controlar os fatores presentes no espaço que promovem a doença. Os modelos e métodos geralmente utilizados não permitem a localização espacial da ocorrência da doença, nem prognóstico rápido com indicação das áreas de risco ou de maior urgência ou intervenção da saúde pública (Barcellos, 2003).

Rojas e Barcellos (2003) cita que na década de noventa ocorreu uma intensificação de trabalhos de investigação e pesquisa, que se podem considerar o constituinte da geografia na saúde. Sendo aceita internacionalmente a divisão de Geografia médica ou de saúde<sup>9</sup>, em dois principais campos de investigação:

- ✓ O tradicional, geografia das patologias ou nosogeografia, encarregada de identificação e análise dos padrões de distribuição espacial das enfermidades e seus determinantes.
- ✓ O contemporâneo, geografia dos serviços de saúde, ocupada na distribuição e planejamento das infra-estruturas e recursos humanos do serviço de saúde.

O primeiro campo relaciona-se com enfermidades transmissíveis e ampliou os seus interesses nas doenças crônicas. O segundo campo centrou a atenção na estrutura geográfica do sistema de saúde, segundo a distribuição da população e a acessibilidade física a estas, com o objetivo de aumentar a eficiência do sistema (Rojas e Barcellos, 2003).

---

<sup>9</sup> O Ministério de Saúde de Cuba desde a década de noventa tem vindo a incorporar geógrafos no sector da saúde.

A organização Pan-americana de Saúde propõe analisar e vigiar, privilegiando projetos que visam conhecer a situação de saúde, segundo as condições de vida incluindo na sua formulação teórico-metodológica, privilegiar os espaços geográficos, partindo do conceito que revela a necessidade de reconhecer os problemas e necessidades na saúde de grupos do espaço, com a participação da população. Daí a utilidade dos mapas (“micromapas”) para atingir esses objetivos (Rojas e Barcellos, 2003).

O estudo dos modelos espaciais pode revelar dimensões bastante interessantes, especialmente quando a investigação se pauta pela intersecção com a epidemiologia (Najar e Marques, 2003).

Segundo Polignano (2003), a saúde não é uma questão basicamente médica, é sim qualidade de vida. Pesquisa realizada pelo governo do Canadá na década de 1980 demonstra que o meio ambiente tinha uma relação mediata ou imediata com 60 % dos agravos à saúde, sendo que a assistência médica tinha um impacto de somente 5 %. O ambiente degradado e doente produz doenças.

## 2.2. Conceito de “espaço”

Uma grande variedade de hábitos, leis e instituições que o mundo exhibe é largamente influenciada pelas condições físicas do ambiente em que vivem os respectivos contingentes sociais (Leopoldi, 2002). O espaço, que incorpora determinantes naturais e sociais, como uma totalidade é uma instância da sociedade, produto de uma série de decisões que orientam a sua organização, segundo os critérios hegemônicos em uma dada formação econômica e social, seja pela movimentação de capital, seja pela ação organizadora e planejada da sociedade pelo Estado, um processo cheio de história. Por isso o estudo do espaço presta-se a enfoques interdisciplinares, envolvendo sociologia, a história, a economia e o urbanismo, que exigem da geografia um permanente intercâmbio cultural com as ciências do homem e da vida. O perpétuo

processo de organização das formas que apresenta o seu conteúdo cultural impõe aos estudiosos desse campo recorram ao conhecimento histórico e cronológico (Silva, 1997; Sevalho, 1997; Costa e Teixeira, 1999; Czeresnia e Ribeiro, 2000; Najar e Marques, 2003; Barcellos, 2003; Freitas, 2003).

O determinante maior do processo de organização do espaço é a necessidade econômica que vai reorganizar o espaço conforme as necessidades das atividades que devem se desenrolar. Seja qual for esta atividade, determinará sobre o espaço um maior ou menor grau desorganização espacial (Pereira, 1986).

Para se discutir o território utilizado, deve-se analisar a “constituição do território”, que consiste numa proposta para uma geografia eminentemente empiricista. Esta nova situação histórica é chamada de “produção da universalidade empírica”.

Os objetos (fixos) e as ações (fluxos) no espaço produzem elementos espaciais básicos para a vida cotidiana. Os percursos podem ser objetos geográficos que propiciam as ações e os seus diversos fluxos de matéria e pessoas (ex. estrada, linhas de transportes públicos, canais de navegação, ferrovias), por barreiras físicas ou margens, que são interrupções lineares de continuidades, ou fronteiras físicas dos objetos não utilizadas como percursos, mas que canalizam as ações num sentido ou outro (Monken e Barcellos, 2005).

### **2.3. Historia do conceitual “doença-espaço”**

A utilização do espaço como categoria de análise para a compreensão da ocorrência e distribuição das doenças nas coletividades é anterior ao surgimento da epidemiologia como disciplina científica. Atribui-se a Hipócrates (480 a.C.) os primeiros registros sobre a relação entre doença e local/ambiente, onde ela ocorre (Carvalho, 1997; Costa e Teixeira, 1999; Barcellos, 2003; Freitas, 2003).

A partir do século XVI ocorreu um predomínio da concepção determinista da geografia sobre a relação homem/natureza, de modo que as características geográficas, principalmente o clima, eram colocadas como responsáveis pela ocorrência da doença (Costa e Teixeira, 1999).

O médico escocês James Lind em 1768 procura explicações para a distribuição de doenças, chegando inclusive a atribuir riscos a determinadas áreas geográficas específicas. Destaca-se, entre outros, o estudo de John Snow sobre as origens da cólera, que utilizou técnicas de mapeamento para relacionar os casos de cólera e pontos de coleta de água (Carvalho, 1997).

Pavlovsky, parasitologista russo, na década de 1930 desenvolveu a teoria dos focos naturais das doenças transmissíveis, também conhecida como “teoria da nidalidade natural das doenças transmissíveis” (Silva, 1997).

Autores principalmente latino-americanos desde a década de 70, apontam a necessidade de uma nova epidemiologia cuja visão dialética se posiciona contra a fatalidade do “natural” e do “tropical”, dando ênfase ao estudo da estrutura sócio-econômica para obter explicação no processo saúde-doença de uma maneira histórica, mais ampla, sendo a epidemiologia uma dos instrumentos de transformação social (Costa e Teixeira, 1999).

A qualidade e dinâmica do ambiente socioeconômico, modos de produção e relações de produção, tipo de desenvolvimento econômico, velocidade de industrialização, desigualdades econômicas, concentração de riquezas, participação comunitária, responsabilidade individual e coletiva são componentes essenciais e determinantes no processo saúde-doença (Rouquayrol e Goldbaum, 1993). A constatação que a morte e a doença refletem a desigualdade social limita o alcance das explicações especificamente biológicas (Navarro, 1992).

Vários autores partem da premissa que o meio natural já foi alterado pela ação humana, seja em período recente, ou mesmo pré-histórico. O espaço pode ser didaticamente dividido em três grandes categorias: O espaço natural, o espaço percorrido (alteração apenas ligeira pela ação humana) e o espaço organizado (alterado profundamente). Ao mesmo tempo, emprestam um papel relevante às condições naturais. Uma vez que o meio já não era “natural”, caberia recorrer a alguma forma de compreensão do comportamento humano. Executa-se aqui um salto teórico da ecologia para a sociologia ou para a geografia humana (Silva, 1997).

Sinnecker (1971) propôs o conceito de território nosogênico, articulando aspectos ecológicos e sociais. As condições naturais de uma região integram esses aspectos, condicionando a saúde dos homens e dos animais. As doenças têm diferentes distribuições nos distintos territórios, e a atividade das populações transforma as condições de desenvolvimento das doenças (Czeresnia e Ribeiro, 2000). A análise do processo de organização do espaço como esteio das relações entre os fatores que o constituem, como recurso metodológico, permite uma coerência a um aparente caos, que pode ser transposto para a epidemiologia, onde a única mudança será o objeto da interação homem-meio para o processo saúde-doença (Silva, 1997).

Em 1992, na Conferência Ministerial de Amsterdã sobre a Malária, foi abandonado o objetivo de erradicação mundial da doença e estabelecido o que passou a ser conhecido como controle integrado da doença, onde as medidas preventivas deveriam ser adequadas às diferentes situações epidemiológicas. A nova estratégia entende a malária como resultante de múltiplos fatores determinantes, não apenas os de natureza biológica, como os ecológicos, econômicos, sociais e culturais. O seu controle passa a contemplar outras medidas<sup>10</sup> além das

---

<sup>10</sup> A participação ativa da população, por meio da informação sobre a doença, seus mecanismos de transmissão e de controle, a importância do

relacionadas diretamente ao combate ao vetor e ao parasito. Porém, é a integração das ações de luta contra a malária no sistema permanente de saúde local, fortificado e atuante, a principal estratégia para garantir a sustentabilidade dos resultados a serem alcançados.

Na Amazônia os altos valores dos índices da doença estão associados aos locais onde a capacidade de transmissão<sup>11</sup> é geralmente elevada, como garimpos desorganizados e assentamentos recentes de projetos de colonização. De modo inverso, baixos valores desses índices indicam baixos graus de associação entre as comunidades humanas e as populações de mosquitos, bem como baixa capacidade de transmissão da parasitose (Silveira e Rezende, 2001).

#### **2.4. Epidemiologia Espacial**

A epidemiologia espacial é uma subdisciplina da epidemiologia por ter um ponto de vista diferente assim como terminologia e métodos (Durr, 2004).

Na epidemiologia espacial, é o mapeamento da doença que mais define o seu ponto de vista. Requer um longo período recolhendo dados, um bom entendimento de conceitos geográficos e ecológicos e a capacidade de usar instrumentos estatísticos, sendo a colaboração multidisciplinar e multi-institucional necessária para que a epidemiologia espacial possa atingir os seus objetivos (Durr, 2004).

Para a epidemiologia espacial o conceito de agrupamento (cluster) relaciona-se a um grupo de casos, que quando mapeados encontram-se próximos, sendo que a sua

---

diagnóstico e tratamento precoces, e a articulação intersetorial com os demais agentes públicos e privados envolvidos na determinação das condições favoráveis de transmissão, passam a ter importância crucial.

<sup>11</sup> Estão associados ainda à transmissão estabelecida nas comunidades colocadas, caoticamente, em íntimo e duradouro contato com a mata virgem, onde vive e prolifera o vetor da doença em sua forma nativa.

investigação envolverá métodos especiais (Durr, 2004).

Espaço é um conceito básico na Epidemiologia. O estudo da distribuição geográfica da enfermidade é importante para a “formulação de hipóteses etiológicas, além de ser útil para propósitos administrativos”. O “espaço” é constituído e distingue-se dos corpos no momento da vivência concreta dos fenômenos, através de uma interface que se configura no decorrer da própria experiência (Costa e Teixeira, 1999; Elliot et al, 2000; Czeresnia e Ribeiro, 2000).

A análise do processo de organização do espaço, por ser este um processo contínuo, permite uma visão dinâmica do processo saúde-doença (Navarro, 1992; Silva, 1997; Costa e Teixeira, 1999, Rojas e Barcellos, 2003).

Na Epidemiologia, o espaço foi inicialmente compreendido como resultado de uma interação entre organismo e natureza bruta, compreendida independente da ação e percepção humanas. Os estudos epidemiológicos tradicionais abordam a categoria “lugar”, que diferenciado das características “tempo” e “pessoas”, constitui um dos seus principais elementos de análise, assim espaço é compreendido, separado do tempo e das pessoas, como o lugar geográfico que predispõe a ocorrência de doenças (Navarro, 1992; Silva, 1997; Costa e Teixeira, 1999; Czeresnia e Ribeiro, 2000; Rojas e Barcellos, 2003).

Foi através do estudo das doenças transmitidas por vetores que a abordagem espacial pôde ser mais objetiva, explicitando elos capazes de integrar maior número de elementos e alcançando assim maior materialidade na compreensão da relação entre espaço e ocorrência de doenças. Desembaraçar o complexo de associações multifatoriais da doença e risco pode ser difícil. Os fatores de risco que podem estar associados a um período de curta latência são mais facilmente identificados (Pavlovsky, 1969; Czeresnia e Ribeiro, 2000).

O modelo do foco natural e da sua transformação pela ação humana com conseqüente alteração da epidemiologia de uma doença, é fundamental para a análise do espaço enquanto categoria da epidemiologia, quando se busca a compreensão da epidemiologia de doenças muito ligadas ao meio, em especial as zoonoses que têm habitats naturais em ecossistemas bem definidos nos quais patógenos, vetores e hospedeiros naturais formam associações, ou biocenoses onde o patógeno circula. A doença passa a ter como que uma personalidade própria e se incorpora no contexto ecológico, sendo vista como parte integrante do ecossistema. A identificação destas relações causais ou fundamentais é a chave do processo de investigação (Pavlovsky, 1969; Navarro, 1992; Silva, 1997; Ramos, 2002).

O foco natural da doença está relacionado com determinadas características geográficas, confinado a limites específicos e isolados, que não são estáveis, principalmente na fronteira de ambientes geográficos diferentes (Pavlovsky, 1969).

O vetor e reservatório não respeitam as linhas arbitrárias da divisão de áreas administrativas (Neves, 2001). A circulação continua do agente infeccioso sustem o foco natural. O ser humano só se torna vítima da doença, quando permanece no território que constitui o foco natural de doença numa determinada estação do ano e são atacados por vetores sugadores de sangue, famintos, infectados e transmissores da doença. Muitas vezes estes vetores não demonstram interesse alimentar pelo homem (Pavlovsky, 1969).

Existem dois tipos de difusão espacial de doença. A “difusão contagiosa”, na qual a doença propaga como uma onda “de dentro para fora” de um ou mais centros de infecção. A “difusão hierárquica” é mais provável a fonte ser de centros urbanos com grande número de população e se propaga para centros urbanos menores, não respeitando o espaço geográfico convencional aparentando haver uma interação nas estruturas urbanas, onde ocorre o contato (Gatrell, 2004).

As correlações da biocenose entre o agente produtor de doença, hospedeiros, transmissores, vetores e receptores participam no processo de evolução dos organismos e intracorrelações inter-específicas associadas a um ambiente para muitas doenças, terá ocorrido antes do aparecimento do ser humano. Apesar disso, no atual processo de desenvolvimento, a vida animal do planeta e as biocenoses estão expostas à influência do homem (Pavlovsky, 1969). A modificação do espaço, ou paisagem, determina alterações ecológicas na patobiocenose, alterando a circulação do agente infeccioso (Silva, 1997).

Pavlovsky (1969) cita que diferentes espécies selvagens de uma ou mais biocenoses, relacionadas entre si de alguma forma, apresentam uma susceptibilidade diferente em relação ao agente de doença. A estabilidade do foco natural de doença transmissível é determinada para um biótipo específico e a biocenose<sup>12</sup>.

O número de doenças conhecidas com foco natural vai continuar a aumentar à medida que o avanço nas pesquisas científicas continuar, principalmente nos países tropicais (Pavlovsky, 1969).

Um desdobramento interessante do emprego de métodos de análise espacial é sua incorporação aos estudos ecológicos. Recentes publicações vêm resgatando o papel deste tipo clássico de investigação em epidemiologia (Carvalho, 1997; Barcellos, 2003). A análise espacial de padrões epidemiológicos pode ser um instrumento valioso na avaliação do impacto de processos e estruturas sociais na determinação de eventos de saúde.

A categoria espaço tem valor intrínseco na análise das relações entre saúde e ambiente e no seu controle. Conhecer a estrutura dinâmica espacial permite a

---

<sup>12</sup> A biocenose é constituída por animal doador, vector, receptor animal, agente patogénico no estado infeccioso e a influência externa dos fatores ambientais na circulação do agente patogénico.

caracterização da situação em que ocorrem eventos de saúde, identificando tendências espaço-temporal a partir de trajetórias verificadas espacialmente. Com isto são identificadas vulnerabilidades ou barreiras ambientais que permitem a difusão de doenças no espaço, em que o agravo e a sua etiologia são conhecidos e estuda-se sua relação com fatores ambientais (Pavlovsky, 1969; Barcellos e Bastos, 1996; Elliot et al, 2000; Durr, 2004).

A análise epidemiológica centrada sobre o espaço não deve ser entendida como uma visão ecológica do processo saúde-doença. A interpretação da epidemiologia como ecologia é parcial, não permitindo uma visão abrangente (Pereira, 1986; Silva, 1997).

A disponibilidade de indexar geograficamente dados de saúde e da população, os avanços na computação, dos sistemas de informação geográfica e os dos métodos estatísticos, disponibilizaram uma investigação realista da variação espacial do risco de doença, particularmente ao nível de pequenas áreas (Elliot, 2000).

A transmissão de um agente infeccioso requer um contato direto e indireto entre a fonte de infecção e o animal susceptível, sendo que a proximidade espacial é considerada um fator-chave na determinação de risco individual ou de grupo (Pfeiffer, 2004). Nas áreas onde ocorre contato entre populações de animais selvagens doentes e humanos susceptíveis ou animais de pecuária, a evidência do aumento da infecção é útil como indicador indireto da localização da população selvagem infetada. Testar estas populações é mais fácil que testar as populações selvagens e o resultado pode permitir uma informação na distribuição da doença nas populações selvagens (Mckenzie, 2004).

A interpretação e possíveis ações de saúde não deverão ser tomadas somente devido a análises estatísticas, mas é importante serem informadas o melhor possível. Se os casos forem detectados e geo-referenciados cedo, logo após infecção, mapear sua distribuição pode indicar a fonte da infecção. A análise geográfica de doenças requer o



desenvolvimento de técnicas de análise espacial robustas, que minimizem o impacto de dados ausentes (Morris e Wakefield, 2000).

O conceito de espaço, de onde se origina a noção de território, pode exercer importante papel na organização das práticas de vigilância em saúde, devido à facilidade de análise e visualização a partir de produtos, imagens e mapas, gerados por tecnologias afins. A análise do território serve, antes de tudo, como meio operacional para avaliação objetiva das condições criadas para a produção, circulação, residência, comunicação e sua relação com as condições de vida. Além disso, esse território é um meio percebido, subordinado a uma avaliação subjetiva de acordo com representações sociais específicas (Carvalho, 1997; Barcellos, 1997; Fialho Júnior, 2004; Monken e Barcellos, 2005).

É possível num mapa delimitar as áreas de doenças. Considerar, não só a geografia física, o clima e os demais fenômenos meteorológicos que caracterizam geograficamente a região, mas ainda a geografia humana, social, política e econômica, sendo os fatores humanos que mais intervêm na variação e propagação das doenças (Czeresnia e Ribeiro, 2000; Barcellos, 2003; Freitas, 2003).

A análise de dados espaciais mostra-se uma importante ferramenta na vigilância e controle de vetores, cuja distribuição e abundância depende de ecovariáveis (Staines e Järup, 2000; Fialho Júnior, 2000; Hendrickx, 2004).

Morrison (1998), cita que adicionar o componente geográfico ao atual sistema de controle de dengue, seria útil determinar os "hot-spots" da transmissão da doença, sendo que os SIGs permitem uma análise exploratória espacial, em intervalos regulares de tempo.

#### **2.4.1. Conceitos metodológicos da análise espacial**

É importante distinguir duas hipóteses de exposição: A primeira ocorre numa área que

pode ser constante, mas medida sob erro. A segunda situação ocorre quando a exposição pode não ser constante na área onde diferentes indivíduos recebem diferentes exposições. Na maioria dos estudos, ocorre a combinação das duas situações (Elliot e Wakefield, 2000).

Segundo Carvalho (1997) a descrição e explicação do padrão espacial da doença são feitas através de métodos de visualização, métodos exploratórios para investigar a existência de algum padrão nos dados, métodos que auxiliem na escolha de um modelo estatístico e a estimação dos parâmetros desse modelo. Para tal existem 4 tipos de estudo usando ferramentas distintas que envolvem SIG, pacotes de estatística espacial e imagens de sensoriamento remoto (Elliot e Wakefield, 2000; Carneiro e Santos R, 2003; Durr, 2004):

1. Mapeamento da doença.
2. Estudos de correlação geográfica.
3. O estabelecimento do risco através de ponto ou de linha.
4. Detecção de cluster.

Os padrões de enfermidade permitem a identificação de fontes comuns de contaminação, trajetórias influenciadas por variáveis ambientais, assim como planejamento e avaliação de intervenções e fatores socioeconômicos "especializados" que afetam os perfis de saúde. A aplicação de métodos geoestatísticos na modelagem espacial da doença permite avaliar a influência de fatores geográficos (altitude, tipo de solo, cobertura vegetal), climático (chuva e temperatura), sócio-econômico (nível de instrução, renda, serviço público) e sobre a sua evolução (Barcellos e Bastos, 1996).

Dentro da perspectiva oferecida pela geografia, inverter-se o processo usual de análise em epidemiologia: ao invés de se partir da doença e analisar esta se insere no contexto, parte-se da totalidade, onde a ênfase está nas doenças da população e

não do indivíduo e a pergunta que se deseja responder não é sobre as causas dos casos de doença, mas sobre as causas da incidência da doença (Navarro, 1992; Carvalho, 1992; Silva, 1997; Barcellos, 2003; Durr, 2004). Uma vez feita esta identificação, passa-se para a reconstrução do processo de organização do espaço que resultou no sistema de relações identificado (Navarro, 1992; Silva, 1997). Será melhor começar com o princípio de que o agrupamento irá ocorrer dando ênfase não em detectar, mas sim em descrever a natureza e as causas. (Durr, 2004).

Ao detectar-se o agrupamento podem ser observadas variáveis que não são causa, mas que servem de marcadores para as causas (Wu et al, 2004; Durr, 2004).

Os métodos analíticos devem ser selecionados com base na estrutura dos dados que vão ser analisados e as hipóteses a serem testadas. É recomendada a um primeiro nível uma análise descritiva seguida por uma mais específica, testando hipóteses muitas vezes baseadas em modelos multivariados e modelagem estatística (Report on a WHO workshop, 1997).

Os fatores que irão influenciar na análise espacial de indicadores são (Carvalho, 1997; Barcellos, 2003):

- ✓ Seleção de indicadores de fontes de informação.
- ✓ Escala de análise.
- ✓ Unidades espaciais de referência.
- ✓ Métodos de análise espacial.

O desenho de unidades geográficas parece ser intencionalmente artificial, baseado em critérios políticos, ambientais e culturais e, sobretudo operacionais. Deste modo a concepção de uma região como área homogênea está baseada na delimitação de um território a partir da uniformidade de certas características de onde os critérios e objetivos de trabalho indicam variáveis que

se utilizarão para a regionalização. Outros critérios podem ser usados na seleção das unidades espaciais, o qual influenciará sobre a forma e estrutura que tenham a base de dados e a base cartográfica. Os mais importantes são (Barcellos e Bastos, 1996; Carvalho, 1997; Freitas, 2003):

- Presença e qualidade do registro das unidades nos bancos de dados.
- Reconhecimento da unidade espacial pela população.
- Disponibilidade dos dados sobre a saúde e ambiente na unidade.
- Existência de grupos da população organizados e instâncias administrativas.
- Máxima homogeneidade interna e heterogeneidade externa da unidade.

A delimitação do objeto, dos objetivos e hipóteses do estudo impõe uma homogeneização da unidade de análise, sem a qual não é possível observar diferenças. Apesar de o geoprocessamento permitir a construção de bases cartográficas em diversas escalas, a estrutura e funcionamento dos bancos de dados, fixa um modelo de agregação de dados por unidade espacial. A mudança do nível de agregação poderá resultar diferentes padrões espaciais de doença (Staines e Järup, 2000; Câmara e Carvalho, 2004; Pfeiffer, 2004).

Exposições podem variar muito entre indivíduos, em muitos casos os mecanismos de monitoramento estão indisponíveis ou de qualidade duvidosa. O método de construção de tais mapas é crucial, e a qualidade do mapeamento depende da acurácia e da representatividade dos dados, assim como a inerente validade do método de interpolação usado (Elliot, 2000). É preciso ter extremo cuidado na modelação dos erros nas variáveis, particularmente quando não existem certezas, visto que o estudo é conduzido por pressupostos que são inverificáveis a partir dos dados

disponíveis. Por essa razão métodos não e semi-paramétricos têm se tornado atraentes na modelagem de erros em (Elliot e Wakefield, 2000).

A necessidade de quantificação da dependência espacial presente num conjunto de geodados, levou ao desenvolvimento da chamada estatística espacial (Ramos, 2002). A detecção de aglomerado espacial pode ser feita a partir da análise da distribuição de pontos, onde se avalia se a distância entre os pontos de ocorrência de eventos é ou não aleatória, ou entre áreas, onde se diagnostica se a frequência na ocorrência de eventos em áreas apresenta distribuição condicionada pela posição espacial das regiões estudadas (Carvalho, 1997; Câmara, 2004). Em termos estatísticos, os processos pontuais são definidos como um conjunto de pontos irregularmente distribuídos em um terreno cuja localização foi gerada por um mecanismo estocástico com efeitos de primeira ordem e segunda ordem, se estes dois efeitos estiverem presentes simultaneamente complica a análise estatística de dados (Câmara e Carvalho; Pfeiffer, 2004).

Os principais conceitos estatísticos que definam a estrutura espacial dos dados relacionam-se aos momentos de primeira ordem e segunda ordem. Momento de *primeira ordem* é o valor esperado, a média do processo no espaço. Momento centrado de *segunda ordem* é a co-variância entre as áreas ou entre pontos do espaço (Câmara, G. et al, 2004).

Existem situações em que os problemas requerem uma análise espacial e a interpretação é frequentemente problemática, como a detecção de agrupamento de doença e a análise da correlação espacial. Mais de 20 anos de pesquisa, resultaram no desenvolvimento de procedimentos sofisticados de análise de agrupamentos, um deles SATScan v5.1.3 usa uma janela que se move da qual geralmente resulta na identificação de verdadeiros agrupamentos, contudo apenas têm sentido epidemiológico se for associado com um processo causal. Por isso na

identificação de agrupamentos através de procedimentos estatísticos, deve-se considerar o uso de técnica exploratória de identificação visual através dos mapeamentos dos casos, que são provavelmente reais e merecedores posteriormente de uma maior atenção, através da coleta de mais dados e/ou uma análise mais detalhada (Durr, 2004).

O SaTScan de Kulldorf's, tem boas qualidades para identificação circular e compacto de agrupamentos de diferentes locais, sendo que é recomendado usar 50% como máximo de população em risco (Pfeiffer, 2004). SaTScan usa uma janela circular que se move sistematicamente sobre todos os centróides numa área, possibilitando uma classificação dos agrupamentos (clusters) através da significância ou não (Mckenzie, 2004). O teste significativo do cluster envolve teste de simulação de Monte Carlo, que é afetado por erro do tipo I (Pfeiffer, 2004). O algoritmo Monte - Carlo, permite obter uma correlação estacionária geral da correlação espacial (Diggle, 2004).

O modelo Poisson standarizado é apropriado para detectar aglomerados de doença no espaço, visto que permite verificar se a probabilidade da distribuição destas distâncias está abaixo do esperado apenas por casualidade, caracterizando a aglomeração do fenômeno em estudo (Report on a WHO workshop, 1997; Carvalho, 1997). O processo de Poisson tenta detectar a presença de padrão na distribuição dos pontos, excluindo qualquer possibilidade de agrupamento (cluster) de casos, no sentido que assume que a localização dos casos é independente (Barcellos, 2003; Diggle, 2004). Se o padrão de distribuição pontual de um fenômeno desviar-se significativamente do padrão gerado por uma distribuição de Poisson, é provável que ocorram aglomerados espaciais (clusters), os quais indicam um comportamento significativo na distribuição dos padrões, merecendo ser objeto de maior análise (Barcellos, 2003).

A variação de risco convida à interpretação ambiental. Na detecção de cluster

(agrupamento) existe uma preocupação em classificar as características da distribuição espacial da doença (Diggle, 2000). A detecção de agrupamento sem hipóteses associadas pode ser tentada, mas de interpretação difícil (Elliot, 2000; Pfeiffer, 2004).

É encontrado com frequência um problema quando se testa associações entre frequências de doença e os fatores geográficos de risco. Um estudo numa localização geográfica específica pode não ser aplicado noutra localização em que as condições climáticas e topológicas são diferentes (Mckenzie, 2004).

Todo o dado informativo tem um componente espacial e temporal (Pfeiffer, 2004). Os dados ideais consistem em dados precisos, movimentos, exposições e registro do evento de saúde. Estes dados podem ser associados a uma informação exata espaço-temporal (dados-pontos) ou podem ser agregados em contagens. Obter dados confiáveis, é problemático, muitas vezes representam o elo mais fraco de uma investigação epidemiológica (Elliot, 2000).

Os epidemiologistas devem estar atentos dos detalhes acerca dos dados que se propõem a trabalhar e saber quais os problemas específicos e limitações na recolha de dados (Staines e Jörup, 2000).

É preferível usar para análise áreas pequenas. A menor escala implicará que a população será maior assim como a área de unidade, menor será a resolução e por isso será mais reduzida será a homogeneidade interna e a capacidade de distinguir diferenças entre indicadores. Aumentar a escala e a resolução trás outros problemas, diminui a área e a população, assim como a probabilidade de ocorrência do evento estudado (Barcellos e Bastos, 1996; Carvalho, 1997; Arnold, 2000; Freitas, 2003; Durr, 2004).

A escala cartográfica é a escala de representação, enquanto que a escala geográfica será o recorte do evento estudado (Barcellos, 2003).

Bias significa desvio da verdade. Os confundidores referem a uma variável que não é de primeiro interesse. O bias e as variáveis confundidoras, são os maiores problemas de estudos observacionais (Elliot e Wakefield, 2000).

A análise estatística pode ajudar a reduzir a subjetividade que envolve a simples leitura do mapeamento da doença. Ultimamente a interpretação final do padrão da doença depende da compreensão por parte dos epidemiologistas da doença e seu comportamento na população. É importante questionar a plausibilidade biológica da correlação espacial entre a doença e o fator de risco, devido ao problema de múltiplas associações espaciais (Durr, 2004).

#### **2.4.2. Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfico (SIGs)**

O SIGs é um conjunto de procedimentos computacionais que operando sobre bases de dados geocodificados ou sobre bancos de dados geográficos, permite a análise, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis. Integram numa única base de dados vários tipos de informações espaciais (ex.dados cartográficos, dados de censo, imagens de satélite).

O geoprocessamento é um termo vasto que é aplicado a uma série de tecnologias de manipulação e processamento de dados geográficos através de programas computacionais que se resume ao armazenamento e análise integrada de dados. O SIGs é uma das técnicas de geoprocessamento que envolve sistema computacional que permite entender fatos e fenômeno que ocorrem no espaço geográfico (Barcellos e Bastos, 1996; Morrison, 1998; Aguiar, 2004; Margonari, 2006). Os processos que caracterizam o SIGs são, de acordo com Moura (2000):

1. Coleta de dados.
2. Introdução de dados
3. Correção de dados.

4. Armazenamento e mecanismos de recuperação.
5. Manipulação e análise de dados.
6. Saída e apresentação de dados

Os Fenômenos expressos por ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, denominados por processos pontuais. O mesmo ponto (evento de saúde) pode estar dentro de diferentes tipos de unidades espaciais definidos por polígono. Esta propriedade implica a adoção de um rigor geométrico que deve estar presente na fase de planejamento e construção da base cartográfica (Morrison, 1998; Câmara e Carvalho, 2004; Aguiar, 2004).

Na elaboração da base de dados cartográficos composta pelos seus planos de informação, devem ser conjugados nas aplicações de modelos de análise espacial, pode ser realizada em formato vetorial<sup>13</sup> ou matricial (raster)<sup>14</sup>, mas a tendência é para o predomínio das operações dos modelos em formato matricial, cuja vantagem está na otimização do cruzamento de dados, apesar de ser menos estético, pois representa os dados de uma forma mais realística do que o formato vetorial (Moura, 2006).

O uso de um SIGs está relacionado à seleção de variáveis de análise e o estudo de suas combinações em uma tentativa de representar a realidade de uma forma simplificada, selecionando os aspectos mais relevantes, na busca de respostas sobre correlações e comportamentos de variáveis presentes no ambiente, sendo que o risco de subjetividade pode ser reduzido por

---

<sup>13</sup> O modelo vetorial, a localização e a aparência gráfica de cada objeto são representados por um mais pares de coordenadas, podendo ser representados por pontos, linhas e polígonos.

<sup>14</sup> Nesta representação o espaço é representado como uma matriz, onde cada célula possui um número de linha, um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula são individualmente acessados pelas suas coordenadas. A representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está associada a uma porção do terreno.

processos de ajuste ou calibração, quando são avaliados os parâmetros envolvidos. Uma vez calibrado o modelo deve passar por um processo de verificação, através de sua aplicação de uma situação conhecida, chamado de “validação” (Moura, 2006).

Segundo Ippoliti (2005) a análise digital do terreno é uma alternativa rápida e econômica em relação ao método tradicional para mapeamento nas unidades de solo-paisagem permitindo definir de uma forma automática ou semi-automática as unidades morfológicas da paisagem. Os principais atributos topográficos usados são: a elevação, a declividade, a orientação e a curvatura da superfície terrestre.

As estruturas de dados existentes em SIGs são as topologias e as camadas. A estrutura por topologia refere-se a conexão das características das relações espaciais fundamentais. A topologia fornece a lógica que conecta pontos, linhas e polígonos. As camadas indicam apenas o modo que o SIG estrutura seus dados. Geralmente, um SIG permite a separação das informações de um mapa em categorias lógicas chamadas de layers, temas, níveis de informação ou planos de informação. Os dados de um mapa são separados logicamente em layers para que assim possam ser manipulados e analisados espacialmente, isoladamente ou em combinação com outros layers. Para se obter resultados analíticos significativos, os planos de informação devem estar referenciados geograficamente entre si por um sistema de coordenadas comum (Almeida, 2003; Aguiar, 2004).

Cabe destacar a utilização de satélites de sensoriamento remoto para a criação de base de dados para estudos epidemiológicos, representando talvez um reencontro da epidemiologia com a geografia (Silva, 1997; Ramos, 2002).

Imagens advindas de satélites como o LANDSAT, possibilitaram a obtenção de informações de dados ambientais, geológicos, agrícolas, de ocupação do solo, e monitoramentos diversos. O sistema LANDSAT é composto por uma série de 5 satélites. Recobre a Terra a cada 16 dias. O

sensor a bordo, Thematic Mapper-Tm, é um sistema avançado de varredura multiespectral tem 7 bandas espectrais que medem uma resolução de 30x30 metros (pixel). A luz do sol refletida<sup>15</sup> da Terra, nas suas várias bandas ou faixas de frequência, é captada através de um sistema óptico dotado de um câmara CCD (Charge, Coupled Device) que é o transdutor ou sensor propriamente dito. Nela, a cada varredura, são captados os sinais luminosos, provenientes de pixel, situados no solo e gerados os correspondentes sinais elétricos (Miranda, 1996; French e White, 2004).

Hoje, a coleta de dados está cada vez mais sofisticada em função da maior diversidade do conhecimento humano e de tecnologias e equipamentos mais precisos. A incorporação de uma gama de variáveis, como a extensão, localização, tempo e características sócio-econômicas, aos estudos de saúde, permite a utilização destas variáveis através do processamento de imagens e manipulação de bancos de dados de interesse para a saúde pública.

A disponibilidade de técnicas de processamento de imagens permite a identificação de padrões de uso de solo com certa facilidade e precisão. Algumas variáveis extraídas destas imagens (densidade de construções, vegetação, hidrografia) podem servir à análise espacial de eventos de saúde por estar relacionada a outras de interesse mais direto (Gameiro, 2003; Aguiar, 2004).

As vantagens de usar o SIG para análises geográfica consiste na visualização rápida de um aparente agrupamento para localizar estudos "ad hoc", juntar em um mesmo plano informação baseada em fatores

---

<sup>15</sup> Os diferentes elementos presentes na superfície terrestre, em função da sua composição observem, transmitem ou refletem percentagens diferentes de radiação que recebem. Esse comportamento diferenciado é registrado pelos sensores remotos orbitais e possibilitam a posterior caracterização ou determinação da natureza desses elementos mapeados.

geográficos, ação ambiental em saúde mais eficiente (Report on a WHO workshop, 24-6-1997).

O grande potencial do SIGs como instrumento de controle de doença ficou provado na epidemia de febre aftosa ocorrida no ano de 2001, onde desempenharam um papel importante nas atividades operacionais e na decisão da estratégia nacional. Contudo esta situação foi excepcional, porque não faltaram recursos no combate à doença, devido à sua seriedade da epidemia. Nos tempos não epidêmicos, o SIGs tem um papel dificultado, porque existem uma série de doenças potencialmente endêmicas que precisam ser controladas, sendo insuficientes os recursos laboratoriais e veterinários, para cumprir o objetivo (Durr, 2004).

Mckenzie (2004) considera que o SIGs é um instrumento importante para a vigilância e manejo de doenças silvestres, particularmente em focalizar o alvo de ações de vigilância e controle, assim como registrar a aplicação destas ações numa base espacial.

A maioria dos países tem um sistema de vigilância sanitária com capacidade limitada em trabalhar com dados geo-referenciados (Pfeiffer, 2004). No contexto latino-americano existem limitações ao uso destas ferramentas, especialmente para a aplicação na análise da morbidade e da mortalidade e doenças (Mckenzie, 2004).

As limitações materiais correspondem geralmente à falta de similaridade dos dados entre os diferentes setores administrativos, diferença no formato digital de dados, falta de dados e a definição do custo para obter a elaboração dos bancos de dados (Barcellos; Freitas, 2000). As fontes de informação heterogêneas e instáveis das divisões territoriais inferiores (Barcellos; Freitas, 2003).

Em relação com as fontes, nos sistemas de informação em saúde, observa-se a inexistência ou incapacidade dos serviços de saúde em notificar de uma forma

sistemática e vertical da informação da morbidade, até aquelas consideradas de declaração obrigatória. Além da baixa utilização dos equipamentos de informática pelos serviços, onde a desagregação destes dados não contempla todos os níveis do sistema, sendo o geoprocessamento pouco utilizado como instrumento de trabalho (Barcellos; Freitas, 2003; Fialho Júnior, 2004).

Para melhorar os estudos desta área é necessário um investimento considerável para melhorar a disponibilidade e qualidade de dados (Elliot e Wakefield, 2000; Pfeiffer, 2004). Incorporar o SIGs no sistema de vigilância da doença, permitirá desenvolver estratégias de controle refinadas com maior resolução espacial, sendo que a sua eficácia vai depender da qualidade e quantidade de dados coletados (Pfeiffer, 2004).

Sanson (2004) considera vital uma base de dados de fazendas ou localidades ao nível nacional.

O desenvolvimento teórico de modelos excedeu as implementações práticas, havendo uma lacuna entre modelos teóricos e evidências empíricas (French e White, 2004).

Os desenvolvedores do SIGs reconhecem a impossibilidade em satisfazer as necessidades de todos e por isso estão desenvolvendo aplicativos de interface de programação para permitir o utilizador desenvolver os seus instrumentos específicos para lidar com o formato de dados e operações SIGs, elementares (Hendrickx, 2004).

## **2.5. Raiva**

### **2.5.1. História**

Doenças conhecidas desde a Antiguidade, em grego chamavam de *lyssa* ou *litta*, que significava loucura e a palavra *rabhas*, significa violência (Araújo, 2002). A descrição mais antiga da doença foi encontrada na Mesopotâmia e tem mais de

4.300 anos de idade (Cliquet e Picard-Meyer, 2004).

Originalmente associada a mamíferos carnívoros, a raiva passou a ser problema para o homem há cerca de dez mil anos, quando o cão foi domesticado (Pacheco, 2005). Existem comentários que sugerem que na Idade Média a raiva era prevalente na Europa, compreendendo na epidemiologia cães e animais silvestres (Luarca, 1979). Na América latina, não existem relatos da ocorrência da doença anteriores à colonização europeia (Araújo, 2002).

Até o início do séc. XX existia a crença que ela só poderia ser contraída pelo homem através da mordida de animais infectados, como cães, gatos, lobos ou raposas. Em 1908, um novo transmissor se incorporou a esse rol, o morcego. Descoberta feita por pesquisadores Catarinenses depois de uma epidemia de raiva no Estado de S. Catarina<sup>16</sup> (Silva, 1993; Pacheco, 2005).

A raiva transmitida por mordida de vampiro só foi comprovada em 1931 em Trinidad por Hurst e Pawan. No Brasil foi comprovada em 1962, por Malága-Alba (1970).

A descoberta dos anticorpos monoclonais com reação específica, foi um grande avanço no conhecimento e estudo epidemiológico da doença, foi obtida através a caracterização e classificação do vírus rábico e vírus relacionados. Cada vez mais instrumentos moleculares biológicos foram desenvolvidos na década de 90 tornando possível identificar definitivamente a diferente espécie viral do gênero *Lyssavirus*. Com a ajuda da análise filogenética da sequência da nucleoproteína, permite reconhecer se o caso de raiva terrestre corresponde ao ciclo aéreo, e assim poder conhecer a origem dos vírus que participa em cada um dos casos detectados

---

<sup>16</sup> No litoral de Santa Catarina entre 1907 e 1910, influenciado pelo desmatamento e utilização intensiva da costa leste do sul do Brasil, onde morreram aproximadamente 4.000 bovinos e 1.000 equinos.

(Amasino, 2003; Cliquet e Picard-Meyer, 2004).

As linhagens de raiva isoladas de raposas infetadas atualmente na Europa no espaço de 20 anos tiveram reação Mabs (anticorpos monoclonais) idênticas às que foram isoladas em África e na América do Sul, o que poderá significar a importância na introdução de linhagens de raiva pelos animais domésticos através colonização européia nos séculos XVII e XVIII, quando foi mais intensa (Rupprecht, 1991).

De 1969 a 1995 somente 240 amostras de quirópteros tinha sido enviado para diagnóstico de raiva em Minas Gerais, apesar da raiva canina e dos herbívoros ser endêmica em Minas Gerais. Os morcegos não hematófagos não estavam incluídos na rotina de trabalho desses serviços (Pacheco, 2005).

Em Belo Horizonte, a doença está controlada, já que o último caso de raiva canina foi notificado em 1984 (Pacheco, 2005). Neste ano, a doença mostrou tendência em deslocar-se das capitais para o interior, sendo que em Minas Gerais apresentou o maior número de casos na região Sudeste. Em 1986 a tendência manteve-se (Luz, 1998).

Durante o período de 1969-86 observou-se uma epidemia da raiva bovina em Minas Gerais. Em 1973 foi criado o Programa Nacional de Profilaxia da raiva. Só em 1982 o Instituto Estadual de Saúde Animal (IESA) desenvolveu condição de combate à raiva em herbívoros (Pacheco, 2005).

As condições artificiais criadas pelo homem, grandes rebanhos concentrados em áreas reduzidas e desmatamentos abriram caminho à possibilidade de surtos epizooticos de grandes proporções (Pires, 1965). O incremento de raiva bovina nos Vales do Mucuri e Jequitinhonha podem ter-se originado no sul da Bahia, possivelmente causado pelos desmatamentos, projetos agroindustriais e reflorestamentos homogêneos implantados tanto nesta região como no Estado de Minas Gerais, criando um desequilíbrio ecológico, dando

condições ao desenvolvimento e redistribuição da doença, aliado ao fato de ser uma região propícia ao abrigo de morcegos hematófagos por ser montanhosa, possuir muitas pedreiras com grande número de cavernas, além dos túneis cavados para a exploração de pedras semi-preciosas e dos bueiros para escoamento de água (Luz, 1998).

Segundo informação pessoal do Instituto Pasteur em 2005, a raiva nos herbívoros ocorreu em todo o Brasil.

## 2.5.2. Perfil epidemiológico da raiva

Patógenos infecciosos que têm origem na fauna selvagem tornaram-se importantes no mundo, nas últimas décadas. Têm tido um impacto substancial na saúde humana, produção agrícola, economias que se sustentam da vida selvagem e conservação da vida selvagem. A emergência destes patógenos como problema importante para a saúde está associada a um aumento emergente e exponencial da atividade humana global<sup>17</sup>. Existem dois diferentes padrões de transmissão dos patógenos aos humanos. Um em que é raro, mas uma vez ocorrido a transmissão “homem – homem”, mantém a infecção por algum período de tempo (ex. Influenza). O Lyssavirus corresponde ao um segundo padrão de transmissão, que pode ser direto ou mediado por um vetor “animal – homem” é a fonte comum de infecção, sendo a vida selvagem, o principal reservatório do patógeno e via de transmissão “homem-homem” é raro, sendo doenças com tendência a aumentar no futuro (Bengis, 2004).

Existem diferentes hospedeiros adaptados a estirpes de vírus de raiva e parece que se mantêm na natureza, exclusivamente numa

---

<sup>17</sup> A reemergência de doenças zoonóticas parece ser derivada de fatores que afetam os hospedeiros, patógenos ou vetores, como alterações climáticas, habitat e densidade populacional. Estes fatores causam o aumento ou diminuição da atividade da doença em diferentes áreas geográficas e por vários períodos de tempo.



espécie de hospedeiro específico. Ocasionalmente ocorre o “spillover” para outras espécies (que se encontram na mesma área geográfica), especialmente durante epidemias na espécie de hospedeiro, mas a perpetuação ocorre somente na espécie hospedeira específica. As epidemias estão geralmente associadas com eventos climáticos ou ambientais que aumentam o número e densidade dos hospedeiros selvagens da região ou de cães domésticos (Bengis, 2004).

Nas Américas apenas Lyssavíruses que pertencem ao genótipo do tipo 1 têm sido isoladas de morcegos<sup>18</sup>, que representam 24% de todas as espécies de mamíferos conhecidas. Estes frequentemente mantêm a fonte de infecção<sup>19</sup> para muitas estirpes de vírus rábico, cujos genótipos têm baixa mortalidade para várias espécies de morcegos. Muitos sobrevivem o que sugere que ao invés de existir uma adaptação precisa destes genótipos, existe uma co-evolução de longo tempo. Contudo é duvidoso se as infecções por *Lyssavirus* são uma verdadeira doença emergencial, pode ser que estas Lyssavíruses apenas foram recentemente detectadas perante uma melhor vigilância e instrumentos laboratoriais ao invés de ter havido um aumento recente da incidência (Araújo, 2002; Bengis, 2004).

A raiva humana é uma doença determinada por fatores sócio-econômicos, sua distribuição no mundo tem uma íntima ligação com os países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento (Araújo, 2002).

Ocupações relacionadas à área rural representam 12,5% dos casos de raiva Humana, apesar de não ser uma enfermidade de caráter profissional. Em Minas Gerais, estas regiões coincidem com

---

<sup>18</sup> Morcegos, primatas não humanos, raposas, guaxinins, coiotes, magustos e texugos, são os principais hospedeiros selvagens nas Américas. No ciclo selvagem, o morcego hematófago é o principal transmissor e portador do vírus rábico na América Latina.

<sup>19</sup> Representam os hospedeiros reservatório de 5 genótipos de Lyssavirus.

as regiões de menor desenvolvimento sócio-econômico do estado (Araújo, 2002).

Em 1982, Espinosa, ocorreu primeiro caso de raiva bovina, atingindo maiores proporções no final da década de 80. Ocorreu de forma epidêmica, após a implantação dos grandes projetos de ocupação do Cerrado mineiro<sup>20</sup> (Silva, 1993).

Segundo LUZ (1998) o problema da raiva bovina no Estado de Minas Gerais é um problema grave, e ainda parece mais grave quando se consideram causas sociais, históricas, econômicas e ecológicas.

Entre 2004 e 2005 na América Latina, ocorreram 145 mortes humanas, 67,6% causados por mordedura de morcego-hematófago. Nos países que partilham a região da Amazônia<sup>21</sup>, onde ocorre a desflorestamento, têm ocorrido casos de raiva humana. Castilho et al (2006) cita que estes casos são caracterizados como sendo variante antigênica 3 (AgV3) do vírus rábico, que é compatível com a variante isolada em *Desmodus rotundus*. Foi também identificada a variante (AgV3) em diversas espécies domésticas e silvestres<sup>22</sup> (Cliquet e Picard-Meyer, 2004; Pacheco, 2005; Oliveira, 2006).

Existem ciclos independentes da raiva em morcegos, contudo também causam infecções no homem, nos animais domésticos e contribui para o ciclo da raiva carnívora. A incubação na maioria dos mamíferos ocorre de 1 a 3 meses, nos extremos de 10 dias a 15 meses. A raiva com origem nos morcegos-vampiros, no

---

<sup>20</sup> Foram realizados grandes projetos na década de 70 para aproveitamento das potencialidades agrícolas do Cerrado mineiro. Foram criadas infra-estruturas para produção de cereais, cana, intensificação da bovinocultura de corte, para o mercado externo.

<sup>21</sup> O número mais alto ocorreu no Brasil com 68 casos.

<sup>22</sup> Morcegos das espécies *Artibeus sp.* e *Molossus sp.* Espécies como *Tadarida brasiliensis* e *Lasiurus ega*, geralmente apresentam uma variante de espécies específicas, a variante 4 e 6.

homem e animais domésticos, geralmente falta a fase excitatória, similar à observada em várias espécies de morcegos (Constantine, 1970).

Souza (2006) cita que no Estado da Bahia os casos de raiva em cães e gatos decresceram drasticamente, enquanto que os casos em bovinos, raposas, eqüinos e morcegos têm aumentado gradualmente. Os ciclos aéreos, que ocorrem frequentemente nos centros urbanos, assim como os silvestres terrestres, representam um risco para a saúde pública (Oliveira, 2006).

A atenção tem sido dada à raiva canina e não a que acontece na vida silvestre, salvo surtos epidêmicos que fizeram destacar áreas localizadas (Luarca, 1979).

Amasino (2003) cita que na província de Buenos Aires a situação epidemiológica da raiva<sup>23</sup> do tipo 1 do ciclo terrestre é totalmente diferente da do ciclo aéreo, sendo os morcegos insetívoros habitantes comuns na região.

Um foco primário sob condições favoráveis do meio, do agente e dos susceptíveis multiplica-se em secundários e estes continuam a sua progressão até atingirem índices elevados ou encontrarem meios desfavoráveis à seqüência do evento (Silva, 1993). A baixa taxa de renovação populacional dos morcegos-hematófagos ajuda a entender aspectos da epidemiologia da raiva dos herbívoros, principalmente relacionados com os períodos sem raiva após a ocorrência de focos (Araújo, 2002).

As regiões endêmicas são caracterizadas por surtos a cada 2 a 3 anos. Na Costa Rica, encontraram evidências que a raiva bovina surge sazonalmente, com pico na época úmida (Turner, 1975).

Araújo (2002) afirma que em Minas Gerais existe uma tendência crescente anual de

---

<sup>23</sup> Variantes do vírus rábico tipo 1: Variante Ag 1- Cão e mangusto; variante Ag 2- Cão; variante Ag 3- morcego vampiro; variante Ag 4- morcego insetívoro (*Tadarida brasiliensis*); variante Ag 6 – morcego insetívoro (*Lasiurus cinereus*).

diagnóstico positivo à raiva, com predominância nos meses de Abril a Agosto, assim como um aumento do número de municípios positivos, caracterizando uma intensa expansão da raiva bovina.

A intensificação da produção pecuária, o aumento da densidade bovina pode ser um fator importante para aumentar a probabilidade ao aparecimento de zoonoses, pois facilita a transmissão de agentes etiológicos advindos de focos naturais vizinhos, como é o caso do vírus da raiva veiculada ao gado bovino pelos morcegos hematófagos. Por isso as matas naturais são importantes na manutenção dos ecossistemas nativos como abrigos naturais dos morcegos (Constantine, 1970; Silva, 1993; Luz, 1998; Almeida, 2005).

O desflorestamento<sup>24</sup> que ocorreu na América Latina, para aumentar os rebanhos de gado bovino, permitiu a os morcegos-vampiros se terem tornado uma peste agrícola muito séria em algumas áreas. Este problema é resultado de grandes áreas de monocultura. A migração de populações humanas de áreas rurais para urbanas contribuiu significativamente para a criação de abrigos artificiais. Isto foi confirmado no Estado de São Paulo, onde 113 refúgios de *Desmodus rotundus*, apenas 24,8% são naturais sendo os restantes artificiais (Belwood e Morton, 1991). Geralmente o foco de raiva nos bovinos ocorre 30 a 60 dias após o aparecimento da doença nos morcegos hematófagos (Instituto Mineiro de Agropecuária, 2005).

Segundo Pacheco (2005) os impactos ambientais provocados pelo homem pode ser a causa de mudanças no perfil epidemiológico da raiva.

O IMA (2005), num estudo realizado no Lago Capim Branco, localizado nos municípios de Araguari, Indianópolis e Uberlândia, onde se procedia à construção de uma barragem hidroelétrica provocou uma dispersão de morcegos e conseqüente

---

<sup>24</sup> Resulta num reduzido número de animais e falta de alimento para o morcego-vampiro, em regiões em constante desflorestamento.

adaptação destes a novos ambientes. No dia 25 de fevereiro de 2005 foi realizada uma mudança do rio Araguari (na área de monitoramento), tendo em Maio ocorrido a morte de 11 bovinos diagnosticados com raiva. Levando a acreditar que o foco de raiva terá tido origem devido ao stress numa colônia pequena de morcegos, devido às mudanças ambientais que vêm ocorrendo na região (explosões e desmatamento).

Os fatores sócio-econômicos podem não ser a causas diretas de determinadas patologias, porém podem se combinar com a formação de estruturas que desencadeariam e transformariam os fenômenos, que por sua vez podem influenciar os fatores ambientais, que por sua vez são importantes para a raiva selvagem (Luz, 1998).

Segundo Silva (1993), o modelo obtido pelas variáveis de ocupação da terra é capaz de prever com considerável precisão as futuras áreas de risco para a raiva bovina, assim como descrever as áreas onde a doença ocorre de forma epidêmica ou endêmica. Existe uma correlação moderada negativa entre o n<sup>o</sup>. de casos de raiva bovina e o indicador de ocupação agrícola (IOA) e forte correlação positiva entre a densidade bovina por área de pastagem (DBP). As duas variáveis DBP e IOA quando relacionadas sob a forma de equação linear, compõem 93,4% das variáveis explicativas suficientes para o aparecimento da raiva em bovinos na região e período analisado.

Luz (1998), apesar do aumento quantitativo das ações de combate à raiva, estas são divididas entre o ministério da Agricultura, no caso da raiva dos herbívoros, e o Ministério da Saúde, no caso de raiva humana, canina e felina. O que causa reflexos negativos nos resultados das ações de combate à doença logo que as táticas e formas de atuação são bastante diversas entre si. O IMA não tem envolvimento com as ações urbanas de controle de raiva, estando concentrado nos trabalhos de campo de combate ao *Desmodus rotundus* e orientação aos fazendeiros nas medidas

de prevenção e controle de raiva dos herbívoros.

A taxa de mortalidade dos rebanhos varia de 20% a 80%, dependendo da densidade da população dos morcegos e das medidas preventivas. A vacinação do gado e combate a morcegos-hematófagos não são executados com a intensidade exigida (Pires, 1965; Constantine, 1970).

Miranda (2001) cita que não existe uma preocupação no armazenamento da vacina de uso animal, mas o alto remanejamento da mesma pode comprometer a qualidade da vacina, assim como a falta de treinamento de vacinadores e o baixo nível de escolaridade exigido para o serviço.

A existência da virose é testemunho de que as medidas utilizadas não estão sendo totalmente satisfatórias para a solução do problema. Devendo ser canalizados recursos para o estudo fundamentado na biologia e ecologia dos morcegos (Constantine, 1970).

São enviadas frequentemente ao laboratório apenas uma ou duas amostras por propriedade<sup>25</sup>. Alguns laboratórios que efetuam o diagnóstico da doença simplesmente não repassam a informação aos órgãos pertinentes (Luz, 1998).

De 1998 a 2003 em Araçatuba (SP), foram detectados 31 morcegos com raiva e 1 caso de raiva canina. Silva et al (2006) no seu estudo epidemiológico<sup>26</sup> realizado entre 1992 e 1997, concluíram que a variante 2 (AgV-2) do Vírus rábico foi responsável por casos de raiva em cães, gatos, bovinos e cavalos, a variante 3 (Agv-3), relacionado com o *Desmodus rotundus* foi detectado no gado bovino em áreas rurais, com presença de ataques de morcegos-vampiros. Depois de 1998, a raiva foi só detectada em

---

<sup>25</sup> Comum o proprietário enviar para o laboratório apenas alguns espécimes para diagnóstico, não remetendo amostras de todos aqueles animais do rebanho que apresentam sintomas semelhantes aos já diagnosticados.

<sup>26</sup> Fazendo uso da caracterização antigênica e genética do vírus da raiva.

morcegos e com 4 variantes antigênicas distintas<sup>27</sup>, a análise da semelhança dos nucleotídeos dos vírus rábicos detectados no estudo resultou em 2 grupos principais, uma variante genética representativa do cão e outra de morcegos que se divide em 4 subgrupos<sup>28</sup>, mostrando a existência de diferentes ciclos endêmicos mantidos por diferentes espécies animais na região.

Carnieli Júnior et al (2006), em estudo para identificar geneticamente o vírus rábico no nordeste do Brasil, confirmaram a existência de diferenças regionais de vírus rábico entre canídeos selvagens. Tendo achado um cão infectado com raiva no agrupamento do *Cerdocyon sp.*, sugerindo a infecção deste animal doméstico a partir de animal selvagem. No total de 31 vírus isolados de animais domésticos e selvagens, do Pará e Rondônia, a variante viral 2 é ainda predominante em cães, e a variante viral 3 foi detectado em morcegos hematófagos e não hematófagos, assim como, um gato e um porco (Casseb, 2006).

Batista et al (2006) cita que variantes virais do tipo 1 e 2 são estáveis ao contrário da variante viral 3, que após 8 passagens intracerebrais em ratos albinos, apresenta modificações no perfil antigênico, parecendo estar relacionadas com a adaptação do vírus ao hospedeiro.

Estudos comparativos recentes sugerem uma relação viral baseada no isolamento geográfico, mais do que espécies hospedeiras. A construção da árvore filogenética indica que em geral o lyssavirus isola agrupamentos em diferentes linhagens, de acordo com a origem geográfica e a manutenção da espécie hospedeiro (Rupprecht, 1991; Bengis, 2004).

O CCZ (Centro de Controle de Zoonoses) de Teresina no estado do Piauí, em 19 de

<sup>27</sup> 50% Agv-3, 15 % Agv-4 relacionado com *Tadarida brasiliensis* e outras duas variantes que não estavam previamente estabelecidas no painel monoclonal.

<sup>28</sup> Formado por morcegos frutívoros e insetívoros, gado e um cão.

Março de 2006, confirmou raiva num cão com variante viral 3, compatível com *Desmodus rotundus*. Evidenciando a vulnerabilidade de ocorrer raiva transmitida por morcegos e a importância em monitorar este ciclo, sendo necessário reforçar a necessidade de vacinação para a raiva nos animais domésticos e resposta rápida do teste laboratorial (Carvalho, 2006).

### 2.5.3. Controle sanitário

Controlando e regulando as populações de hospedeiros, mantendo-as num equilíbrio dinâmico e natural, o surgimento de uma doença numa dada população é uma consequência auto-limitante da quebra desse equilíbrio dinâmico. Tais quebras ocorrem quando as populações de hospedeiros, do vetor ou do agente patogênico aumentam, ultrapassando seus limites naturais, causando um aumento na taxa de infecção ou re-infecção, devido ao aumento da probabilidade de exposição à doença. Uma grande população pode explorar excessivamente, os recursos alimentares da região e causar uma falha, podendo disparar uma manifestação epidêmica da doença. Fato que várias espécies de morcegos vivem em colônias de centenas, milhares ou, em alguns casos, de milhões de indivíduos, sem serem destruídos por doenças infecciosas, é uma prova do equilíbrio existente entre os hospedeiros e sua comunidade microbiana (Miranda, 1996; Bredt, 1996).

Existem muitos defeitos na vigilância. O controle e prevenção da doença possuem recursos financeiros inadequados e uma falta de interesse político. Contudo é possível fazer alterações práticas na forma de como as campanhas anti-rábicas são conduzidas, que provavelmente serão benéficas, sem o aumento dos custos globais (Cliquet e Picard-Meyer, 2004).

Na região sudeste do Brasil, durante 2005 teve 449 casos de raiva bovina e 115 em morcegos. Minas Gerais é um dos três estados com mais casos de raiva bovina e eqüina. A distribuição dos casos de raiva animal no Brasil apresenta uma distribuição diferente, sendo que cada estado deve

programar uma vigilância de acordo com a sua situação (Mendes, 2006).

Após 6 casos de morte em humanos sob suspeita de exposição a mordedura de morcego hematófago, em área rural no Estado do Maranhão, concluí que os fatores de risco à exposição a morcego-vampiro é a falta de vacinação perante a mordedura, que muitas vezes é comum entre a população, o acesso limitado dos serviços de saúde e inadequado uso de vacina pelos profissionais de saúde (Knecht et al, 2006).

Pires (1965) cita que as medidas que se resumem à vacinação do gado e combate ao morcego não serão suficientes no combate à doença, tendo sido observado focos em quase todos os Estados e território no Brasil, com grandes prejuízos (Pires, 1965).

No final da década de 90, a secretaria estadual de Agricultura (EDA – Escritório Regional de Defesa Agropecuária) identificou uma epizootia de raiva em animais pecuários nas regiões limítrofes com Minas Gerais e Rio de Janeiro, onde em 1998 haviam sido diagnosticados os primeiros casos em herbívoros na região. No intervalo de tempo avaliado, a secretaria municipal de Saúde (SMS), pelo CCZ de Campinas, identificou casos de raiva em quirópteros e outras espécies animais, em áreas urbanas e rurais. Visando a proteção e prevenção da raiva humana, verificou-se a necessidade de realizar um trabalho conjunto entre as diferentes instituições estaduais e municipais envolvidas nas ações de controle da doença (Nasser, 2003).

Numa aldeia na Amazônia, entre 2004 e 2005, era comum o ataque de morcegos-vampiros, provavelmente relacionado com o aumento da criação de gado pelos nativos, que viviam em estrito convívio com os seus animais. Quando o gado foi retirado da aldeia, os nativos se tornaram a principal fonte de alimento dos morcegos-vampiros (Uieda, 2006).

Província de Buenos Aires, em 2004, foi diagnosticado por imunofluorescência direta e inoculação em ratos raiva em um gato que apresentava sinais de raiva furiosa, tendo atacado 3 pessoas num estabelecimento rural. O vírus foi tipificado com anticorpos monoclonais e correspondia ao sorotipo 1, variante antigênica 4 do vírus rábico, comum nos morcegos insetívoros. O território da província está livre de raiva canina desde 1984. Este caso, segundo o autor, confirma uma relação entre o ciclo aéreo e terrestre da raiva na região. Sendo o primeiro caso do vírus num gato, na região. Na região existem muitos morcegos do tipo insetívoro que habitam quer em zonas rurais, quer em zonas urbanas, constituindo um risco a considerar, por isso considera ser importante estudar a dinâmica populacional dos quirópteros (Amasino, 2003).

É importante uma permanente e estrita vigilância epidemiológica da raiva animal, estabelecer estratégias para a melhoria da qualidade dos dados, estimular a pesquisa científica e realizar plano de ação interinstitucional para a colaboração na ação de vigilância e controle da doença, deve ser estimulado como rotina (Mendes, 2006; Montebello, 2006).

Erradicar a doença parece difícil, visto que tem múltiplos reservatórios, especialmente em quirópteros. Considerando que no ponto de vista ecológico, erradicar a doença na vida selvagem, pode ser errado (Rotivel e Goudal, 2006).

Para a melhor proteção das zonas isentas de raiva, devem-se estabelecer cinturões imunes (zonas de compensação), onde se procede regularmente campanhas de vacinação regular dos herbívoros contra a raiva, mantendo um número reduzido de morcegos-hematófagos por colônia através do combate direto nos abrigos; captura de espera nos currais; aplicação de pasta vampiricida nas mordeduras nos animais de pecuária; capacitação do pessoal técnico e recolha de amostras em condições apropriadas, com pessoal capacitado e instalações laboratoriais apropriadas (Baer, 1991; Comitê de expertos de la OMS sobre

Rabia, 1992; Almeida, 2000; Miranda, 2000; Instituto Mineiro de Agropecuária, 2005; Oliveira, 2006).

Para chegar a atingir inicialmente um controle e depois uma posterior erradicação, é necessário o esforço conjunto e a integração de grupos de trabalho desde entidades oficiais a privados, onde é imprescindível a decisão política e apoio econômico das autoridades políticas responsáveis (Miranda, 2003).

Reichman e Cordeiro (2006) consideram ser fundamental as autoridades públicas (executivo, judicial e legislativo) desenvolverem um comum entendimento acerca de zoonoses de forma a promover a saúde pública e preservar o ambiente natural.

Os programas de raiva estão implementados na maioria dos Centros de Controle de Zoonoses, contudo é necessário implementar algumas atividades como vacinação de rotina, a captura e controle de morcegos, programas de educação de saúde e tomar precauções com a fauna selvagem (Araújo, 2002; Souza, 2006; Vianna, 2006).

Testes sorológicos especialmente com Mabs (monoclonal antibodies) devem ser encorajados e expandidos. Mabs têm uma resolução superior, permitindo a identificação das espécies afetadas por diferentes variantes na mesma área (World Health Organization, 1994).

A vacinação<sup>29</sup> dos animais geralmente é realizada pré-exposição. Esta medida protetora ajuda a interromper a transmissão do ciclo da fauna selvagem e interromper o ciclo entre animais domésticos e selvagens para além de prevenir a doença no homem. (Oliveira, 2000). A vacinação no caso de cães, gatos e macacos, deve atingir os 80% dos animais domésticos e silvestres em cativeiro ou semi-cativeiro a fim de induzir uma imunidade de massa e devido à

---

<sup>29</sup> A detecção por neutralização específica de anticorpos séricos, é uma evidência da resposta imune do animal vacinado.

renovação desta população, deve ser anual a fim de manter o nível de imunidade (Luarca, 1979; Pacheco, 2005).

Em áreas epidêmicas, a imunidade populacional deve ser preservada, usando vacinas com maiores índices de aprovação. A vacinação deve ser obrigatória 6 em 6 meses com vacina inativada devendo os primovacinados ser revacinados no intervalo de 30 dias, com vacina inativada. Os animais recém nascidos deverão receber a primeira dose de vacina no 3º mês e a revacinação no 4º mês (Comite de Expertos de la OMS sobre Rabia, 1992; Kotait, 1998).

As vacinas atuais são seguras e potentes, estando cada vez mais disponíveis, sendo que a única limitação são as sedes de distribuição de vacina, conhecimento clínico e a educação (Rotivel e Goudal, 2006).

Deve haver vacinação dos animais pecuários, no fim da época seca ou no início da época úmida, porque neste período aumenta a demanda de alimento do vampiro (Turner, 1975).

Almeida (2000) observa que o retorno de grandes epidemias de raiva em bovinos nos principais Estados do Sul, Sudeste e Centro-oeste coloca em discussão a necessidade urgente de repensar quais as ações mais eficazes que o poder público deverá adotar no Brasil. Considera que o controle das populações de morcegos hematófagos revelou ser eficaz em todas as regiões onde foi conduzido, contemplando os aspectos biológicos, sociais, culturais e econômicos responsáveis pela sua incidência e endemismo.

Na Europa o envenenamento e a caça não reduziram a raiva silvestre, mas desde que se começou a usar vacina oral em iscas, o número de casos de raiva regrediu significativamente (Cliquet e Picard-Meyer; 2004).

## **2.6. Morcegos**

Os índios pré-colombianos da América central e América do sul têm arquefatos

relacionados com morcegos, os povos Maias associavam morcegos tanto aos aspectos negativos quanto aos positivos. Nos manuscritos dos povos Aztecas, os morcegos são considerados como deuses e estão associados com a cultura do milho e os rituais de fertilidade. Ainda hoje, em algumas regiões do México, existe o culto do deus de uma caverna no Estado de Vera Cruz, onde as mulheres grávidas oferecem presentes aos morcegos vampiros para pedir proteção e sorte. Nos dias de hoje os morcegos são consideradas criaturas sinistras, demoníacas e quase sempre são indesejáveis. Nenhum outro grupo de mamíferos parece estar tão envolvido em mistérios, mitos, folclore e desinformação (Turner, 1975; Miranda, 1996; Bredt, 1996).

O Brasil abriga uma grande quantidade de espécies no seu território. Estes números colocam o Brasil como um dos seis países “megadiversos” do mundo<sup>30</sup>. Infelizmente, da mesma forma que os outros países “megadiversos”, vários biomas brasileiros estão sendo reduzidos a taxas alarmantes, perdendo espaço para usos antrópicos diversos. Aliada a essa redução dos biomas, o país apresenta ainda problemas socioeconômicos que dificultam ainda mais o desenvolvimento de programas de conservação que seriam necessários para se proteger sua diversidade biológica a Mata Atlântica.

No contexto ecológico, os morcegos<sup>31</sup> são importantes polinizadores e dispersores de sementes, responsáveis pela colonização de plantas em clareiras florestais uma vez que dispersam sementes de plantas adaptadas ao crescimento em áreas perturbadas<sup>32</sup> e controle de insetos (Falcão, 2005).

---

<sup>30</sup>Colômbia, Brasil, México, Zaire, Madagáscar e Indonésia.

<sup>31</sup> Estão divididas em 2 sub ordens: Megachiroptera e Microchiroptera.

<sup>32</sup> Plantas dos gêneros *Cecropia*, *Piper*, *Solanum* e *Vismia* são plantas pioneiras de particular importância na regeneração de habitats fragmentados, e os morcegos desenvolvem um

Os morcegos são encontrados no nível do mar até 3500 metros, sendo mais comum abaixo de 1500 metros de altitude, são oportunistas e adaptáveis em qualquer terreno, preferindo viver perto dos cursos de água. Os abrigos preferidos são furnas e grutas. Sendo mamíferos de pequeno porte, o seu alcance de vôo é determinado pela capacidade de responder às temperaturas ambientais (Lyman, 1970; Almeida, 2000).

Os morcegos são mamíferos euterianos, alados, podendo ser encontrados em diversos ambientes, tanto em meio rural como meio urbano, devido à sua grande capacidade de adaptação que estes possuem em relação às transformações do ambiente. Possuem uma grande diversidade de abrigos como cavernas, grutas, árvores, erosões criadas pelas águas, forros, telhados, galpões, cisternas (Pacheco, 2005).

Estes seres estão equipados para receber ecos de sons de alta-freqüência, geralmente imperceptíveis ao ouvido humano para se guiarem e evitar obstáculos, a maioria dos morcegos usa esta capacidade como principal meio de orientação (Mejia, 1972). Na maioria dos Microchiroptera, os sentidos não auditivos são uns suplementos à orientação acústica. A visão é mais bem desenvolvida entre os morcegos frugívoros, nectaríferos e hematófagos (Henson, 1970).

Os morcegos são altamente móveis e podem abrigar-se em ambientes domiciliares, aumentando a probabilidade de contato intra e inter-espécies. Assim, os morcegos podem tornar-se um transmissor não-intencional de algumas doenças humanas (Miranda, 1996; Bredt, 1996).

Os morcegos encontraram na urbanização (Figura 3 e 4) uma série de vantagens como a presença de alimento, principalmente insetos e frutas e de abrigos. Aliado a essas vantagens está o fato dos constantes desmatamentos, destruição de abrigos naturais, introdução de diversas plantas

---

papel crucial na dispersão destas espécies secundárias.

exóticas, causando uma diminuição ou desaparecimento de algumas espécies, o aumento de outras e a adaptação de algumas às cidades (Falcão, 2005).

Mejia (1972) cita que a reprodução não tem um período fixo, e nasce unicamente um filho em cada parto. Sendo possível em algumas ocasiões, ocorram partos durante o ano e o tempo de gestação durar mais de 5 meses.

Os morcegos têm um longo período de crescimento intra-uterino variando de 2 a 8 meses. Ao nascer os morcegos são indefesos e completamente dependentes da mãe, são capazes de subir. A sua capacidade de vôo é atingida entre 3 a 8 ou 10 semanas, dependendo das espécies (Orr, 1970; Falcão, 2005).

Falcão (2005) estudou as grutas do Limoeiro de castelo e a de Monte Líbano no Município de Cachoeira de Itapemirim, Bahia. Encontrou um total de 14 espécies, entre estas, encontrou colônia de *Desmodus sp.*, assim como de *Diphylla sp.*, sendo constituídas por não mais de 20 indivíduos cada. Relata que existiam cavernas ou grutas usadas em diferentes locais pela mesma colônia de morcegos, habitavam as grutas de verão de Setembro a Maio e neste último mês deslocavam-se para as grutas de inverno situadas nas regiões próximas do litoral, regressando para a gruta de verão em Setembro. O fator decisivo é a queda de temperatura. As grutas de verão, no verão oscilam entre 20 e 28°C e de Maio a Agosto entre 4 e 22°C. Ambos os locais eram abundantes em alimento.

Os morcegos preferem a segurança das cavernas com água, que geralmente contém riachos ou rios. Banho é apreciado pelos morcegos, tanto o fazem durante o vôo, banhando-se com os dias chuvosos ou mesmo nos rios, córregos e lagos, deslizando sobre as águas nas descidas. A água é um dos elementos indispensáveis, visto que a umidade no local onde se abrigam é tão importante quanto a falta de luz (Ruschi, 1952).

As grutas de inverno e verão são residenciais, com ambos os sexos, com uma ou várias espécies. As grutas de maternidade são grutas onde só habitam fêmeas, pode-se encontrar mais do que uma espécie. As grutas acidentais são as grutas de refúgio, quando perseguidos ou atormentados (Falcão, 2005).

Diversos estudos na região Neotropical têm analisado as relações entre fragmentação de habitat e os morcegos, a maioria destes estudos são focados a compreender a existência de relações espécie-área, deixando uma lacuna relativa à resposta dos morcegos às características espaciais mais complexas, como o formato, conectividade e forma dos fragmentos de vegetação (Falcão, 2005).

No seu estudo Falcão (2005), encontrou correlações significativas entre a riqueza e frequência de captura de morcegos em relação ao perfil da floresta e às características descritivas da paisagem. A riqueza de morcegos mostrou-se negativamente associada às áreas mais perturbadas, que apresentaram um sub-bosque mais denso e com árvores mais baixas. Com relação aos descritores de paisagem, tanto a riqueza quanto a frequência de captura de morcegos estiveram positivamente correlacionadas à variável composta relativa à paisagem, sendo que esta apresentou os maiores pesos relativos ao número de fragmentos no entorno e à forma dos fragmentos amostrados. Matas ciliares funcionam como refúgio, abrigo e locais de alimentação dos morcegos (Instituto Mineiro de Agropecuária- IMA, 2005).

Constantine (1970) cita que a época das chuvas, muitas vezes enche muitas cavernas, deslocando os morcegos para outras áreas. Isto implica a redistribuição dos morcegos e aumento de agressões (mordidas).

### 2.6.1. Raiva nos morcegos

Badrane et al (2001) sugere que os Lyssavirus podem ter origem do



Rhabdovírus do inseto<sup>33</sup>, do qual os morcegos teriam contraído a doença de 7.080 a 11.631 anos atrás. Pensa-se que o vírus rábico trocou de hospedeiro a partir dos morcegos para os carnívoros há aproximadamente 888 a 1.459 anos atrás. Análise filogenética evidência a teoria que os Lyssavirus estão envolvidos com morcegos, muito antes da emergência da raiva em Carnívoros, que muito provavelmente foi causado por uma regular troca de hospedeiro<sup>34</sup> com os morcegos (Cliquet e Picard-Meyer, 2004).

Os quirópteros têm um papel importante como reservatório do vírus rábico na natureza, não existe um conhecimento do número real de casos nos quirópteros. Morcegos capturados em situações epidêmicas, os casos positivos de raiva podem chegar de 10 a 14 % (Pacheco, 2005).

A transmissão do vírus da raiva nos morcegos não hematófagos está geralmente restrita aos mesmos, pois o seu contato com outros mamíferos é ocasional. No Brasil, 27 das cerca de 140 espécies de morcegos, já foram diagnosticadas com raiva. Essas espécies<sup>35</sup> pertencem às três famílias com maior diversidade e abundância (Phyllostomidae, Molossidae e Vespertilionidae) associadas às atividades humanas, tanto urbanas como rurais. O seu papel como transmissor de raiva humana parece ser acidental (Miranda, 1996; Bredt, 1996)

---

<sup>33</sup> Favoreto et al (2006), tencionam realizar um projeto que considera possível a transmissão de raiva a uma série de animais, incluindo humanos, por uma via diferente envolvendo a presença de ectoparasitas como vetor no processo, segundo estes dados bibliográficos demonstram que carrapatos como da ordem *Ornithodoros*, são achados como ectoparasitas de diferentes espécies de morcegos nas Américas.

<sup>34</sup> Que é observado na vida selvagem, como aconteceu com a emergência da variante do morcego *Myotis* no Arizona em 2002, que criou uma epizootia entre as doninhas.

<sup>35</sup> Quanto aos hábitos alimentares 48,1% das espécies de morcegos é insetívora, 18,5% as frugívoras, e 11,1% quer as nectarívoras e sanguívoras, 7,4% carnívoras e 3,7% onívora.

As Lyssaviroses foram provavelmente não detectadas no passado, passando atualmente a ser enzoóticas numa vasta área, cuja suspeita é que a introdução terá ocorrido recentemente. Existe a hipótese que morcegos migratórios (ex. *Pipistrellus sp.*) terem introduzido naturalmente o vírus ou ter chegado com a intervenção humana<sup>36</sup> (Rupprecht, 1991).

Após o aumento da vigilância aos casos de raiva em morcegos a partir dos anos 50's, foram relatados casos na América do Norte, sendo que na Europa existiam relatos esporádicos de raiva na população de morcegos, passando a dezenas de relatos em 1985. Indica uma mudança da magnitude e distribuição geográfica da raiva em chiropteros no Velho Mundo (Rupprecht, 1991).

Os morcegos não hematófagos não são portadores assintomáticos como se pensava inicialmente. Neste a raiva geralmente manifesta-se sob a forma paralítica, sem a fase excitável. A paralisia progressiva das asas dificulta os seus vôos, podendo deixar de sair para se alimentar, ou ter dificuldade. Morcegos encontrados em locais não habituais devem ser considerados altamente suspeitos de estarem acometidos pela raiva, assim como aqueles que voam durante o dia (Miranda, 1996; Bredt, 1996).

Em morcegos que se infectam por mordedura, o vírus aparece na saliva 14 dias depois de exposição, apesar de acontecer em alguns animais após 96 dias. Alguns morcegos morrem com sinais clínicos após 5 a 171 dias após exposição. Alguns morcegos tornavam-se livres de vírus<sup>37</sup> após a eliminação do vírus por um largo período, uns após sobreviverem aos sinais clínicos, outros não desenvolvem sintomas clínicos (Constantine, 1970; Fabis, 2006).

---

<sup>36</sup> É duvidoso que a translocação por navio terá ocorrido desde morcegos da África Sub-Sarrihana, morreriam de desidratação em condições tropicais.

<sup>37</sup> Existem estirpes de vírus rábico como o CVS-F3 que não causa doença em animais imunocompetentes.

O comportamento e os sintomas mais freqüentes de raiva nestes animais são: atividade alimentar diurna, hiperexcitabilidade, agressividade, tremores, falta de coordenação dos movimentos, contrações musculares e paralisia. No começo da enfermidade o indivíduo afasta-se da colônia, perde o asseio corporal, apresenta tremor, feridas frescas resultado das agressões de seus companheiros sadios, que a cada tentativa de reintegração ao grupo, são expulsos violentamente. O morcego acaba por perder a capacidade de voar e podendo cair no chão. Os hábitos dos morcegos, principalmente em colônias concentradas, em contato permanente e a possibilidade de mordeduras nas lutas pelos espaços, aumentam a possibilidade de transmissão do vírus rábico entre indivíduos da mesma espécie e de outras que usam o mesmo abrigo (Bredt, 1996; Miranda, 2003; Pacheco, 2005).

A epidemiologia da raiva nos morcegos deve ser mais compreensivamente explorado para que sejam identificados com precisão quais os riscos para a saúde humana e dos carnívoros domésticos, e quais medidas de prevenção da doença podem ser aplicados. Deverão ser conduzidos no futuro, em colaboração estreita entre biólogos de morcegos e cientistas laboratoriais (Cliquet e Picard-Meyer, 2004).

Meléndez-Félix et al (2006), entre 2003 e 2004, verificou diferentes reservatórios no ciclo aéreo (7 grupos) no México. O grupo filogenético homogêneo é a variante viral (VR) 11, dominante no gado, morcegos hematófagos e não hematófagos. Observou grupo de variante viral 3 de morcegos hematófagos vindos de sudeste do México.

### **2.7. *Desmodus rotundus***

Os morcegos vampiros são membros da subfamília Desmodontinae e família Phyllostomidae. A hipótese mais aceita é que estas espécies se originaram exclusivamente das Américas, provavelmente nas regiões tropicais, cerca de 1 milhão de anos (Almeida, 2000).

Os morcegos-vampiros se alimentam exclusivamente de sangue de vertebrados, sendo os únicos cordados (filo Chordata) a terem essa especialização. Há apenas três espécies no mundo, que ocorrem apenas nas Américas.

Apenas três das quase 1.000 espécies de morcegos são hematófagas. Duas atacam aves, a *Diphylla ecaudata* e a *Diaemus youngii*, e uma que ataca aves e mamíferos. O *Desmodus rotundus* é comum do norte do México ao norte da Argentina, enquanto que *Diphylla ecaudata* e a *Diaemus youngii* são mais raros (Constantine, 1970; Turner, 1975; Almeida, 2000; Fernandes, 2004; Pacheco, 2005). O *Desmodus rotundus* existe em todo o Brasil. Noturnos e robustos, o tamanho varia de 66 a 90 mm. Estão bem adaptados, vivem em ambientes de floresta úmida, de cerrado, de savana e deserto. Podem viver isolados, mas é raro, pois são gregários, chegando a formar colônias acima de 2000 indivíduos, mas é mais freqüente de 20 a 100. A população em cada abrigo depende das condições climáticas internas e da disponibilidade de alimento na área (Mejia, 1972; Almeida, 2000; Pacheco, 2005).

O nome vampiro tem origem húngara e significa uma pessoa que retorna da morte para se alimentar do sangue de um ser vivo (Miranda, 1996; Bredt, 1996). Cristóvão Colombo registrou depoimentos da existência de morcegos hematófagos em Trinidad. Oviedo y Valdês em 1526 e Benzoni em 1565, relatam que os humanos eram atacados durante a conquista em 1528. Darwin presenciou ataques a muaras perto de Niteroi, na década de 1830/40 (Pires, 1965; Turner, 1975; Pacheco, 2005).

Nos últimos 400 anos os vampiros alteraram os seus hábitos. Nos tempos pré-colombianos existiam relativamente poucos mamíferos grandes para produção, o que deveria dificultar a alimentação adequada dos morcegos-vampiros. Os colonizadores europeus introduziram nas Américas as explorações pecuárias, que se tornou numa fonte inesgotável de alimento para os morcegos-vampiros (burros, cavalos e bovinos). Passaram a ter um alimento mais

acessível e abundante que a fauna nativa disponha (Constantine, 1970; Turner, 1975; Bredt, 1996; Almeida, 2000; Miranda, 2003).

Segundo Turner (1975), quando os bovinos e cavalos foram introduzidos, estes encontravam-se relativamente perto dos habitantes. A seleção pode ter favorecido as populações de morcegos a selecionar as regiões com alta concentração em animais domésticos. *Desmodus rotundus* pode ser muito seletivo dentro dos vários animais de pecuária. Os deslocamentos das populações de morcegos-vampiros parecem estar relacionado com a diminuição de gado, colocação de proteções e mudança de gado para regiões não infectadas.

Constantine (1970) cita que as populações de vampiros estão localizadas perto das populações de animais de pecuária, que sobrevoam à noite. Na parte oriental do México antes da introdução dos animais domésticos pelos europeus, seria pouco provável a presença de morcegos-vampiros.

Falcão (2005) no seu estudo relata que a ocorrência de *Desmodus rotundus* estaria associada ao grande número de fazendas de gado, a distribuição desta espécie era inserida ou adjacente aos pastos existentes. Em florestas maduras, era raro encontrar esta espécie em locais afastados de criação de gado.

Para Gomes e Uieda (2004), a expansão da bovinocultura no Estado de São Paulo favoreceu o aumento das populações de *Desmodus rotundus*.

O *Desmodus* sp. tem longos membros que lhe permite uma grande agilidade em superfícies verticais e horizontais, para além de voar. É extremamente rápido a reagir a distúrbios e tem a vantagem seletiva da agilidade de um animal que se pode alimentar de presas muito maiores (Mejia, 1972; Turner, 1975; Bredt, 1996).

Os morcegos-vampiros possuem menos dentes do que outros morcegos, como os frutíferos, por exemplo. Sua dentição é adaptada para alimento líquido (só utilizam

sangue), não sendo necessários dentes molares e pré-molares desenvolvidos. Os dentes incisivos são muito afiados (Constantine, 1970; Fernandes, 2004).

Localizam com o olfato e a visão para escolher uma presa fácil. O seu sistema de eco-localização permite usar as frequências de baixa intensidade, melhor para detectar objetos grandes. Usa sua termorecepção (percepção de calor à curta distância) para saberem onde há vasos sanguíneos à flor da pele. Então dão uma mordida rápida, superficial e quase indolor (com forma oval). Em sua saliva, há uma substância anticoagulante, que faz a ferida continuar sangrando<sup>38</sup> além do tempo normal. O estômago e intestino são capazes de distensão extrema, por essa razão parece redondo após a refeição. Depois descansam até conseguirem urinar o excesso de água do sangue, de modo a ficarem mais leves para voar para casa. Em geral atacam o mesmo animal várias vezes numa noite. Este pode reabrir ferimentos feitos em noites anteriores, pois a reabertura é feita em poucos minutos, o que diminui seu tempo de exposição a eventuais danos. Os animais que têm um temperamento nervoso, os morcegos hematófagos preferem atacar pelo chão. Existem relatos de os vampiros urinarem na presa. Este tem uma orientação olfativa que sugere que o pode usar para localizar a presa. É freqüente que este abandona o local da vítima, indo repousar numa árvore até digerir parte do alimento, voltando antes da madrugada ao abrigo diurno (Pires, 1965; Mitchell, 1971; Mejia, 1972; Turner, 1975; Belwood e Morton, 1991; Bredt, 1996; Almeida, 2000; Miranda, 2003; Fernandes, 2004).

---

<sup>38</sup> Eles usam a língua dobrada em forma de tubo para lambe o sangue até se saciarem. Podem gastar cerca de 40 minutos para escolher um local no corpo de um bovino e aplicar-lhe a mordida, o sangue é ingerido em mais ou menos 20 minutos. Em condições normais pode numa noite consumir uma quantidade de sangue igual ou maior que o seu peso, que varia de 30 a 40 g. O consumo médio diário em cativeiro é de 15 a 20 ml.

O ataque é sempre feito à surdina, quando cessa o barulho, a iluminação e os movimentos das pessoas (entra e sai do abrigo, dentro da faixa horária de 19 e 24 horas). A atividade alimentar dos morcegos hematófagos pode ocorrer ao longo da noite, iniciando-se cerca de uma a duas horas após o pôr-do-sol e terminando por volta de uma hora antes do alvorecer. Podem voar sobre as copas de árvores para chegar à fonte de alimento. Se por exemplo os bovinos estiverem num campo aberto e iluminado pelo luar, o morcego pode explorar outra tentativa alimentar (Mitchell, 1971; Mejia, 1972; Turner, 1975; Alencar, 1977; Bredt, 1996; Miranda, 2003).

Estudo feito em Santa Catarina em 1975 concluiu que a faixa de maior movimentação *Desmodus rotundus* ficou entre 19 e 23 horas, sendo que o maior número de morcegos observados ocorreu entre as 3 e 4 da manhã e as distâncias de 50, 150 e 200 km entre a captura e recaptura, o que não significa que tenha sido a distância percorrida numa noite (Alencar, 1977).

Os vôos do *Desmodus rotundus* geralmente são feitos a uma altura de 0,5 a 1,5 m, durante a noite podem percorrer 5 horas de vôo, a uma velocidade de 40 km/h. Entre suas presas, os macacos são frequentemente citados como uma das suas fontes de alimento na natureza. O tamanho da área de vida dos vampiros depende de diversos fatores como, relevo, clima, acessibilidade, disponibilidade de abrigos e de fontes de alimento. Esse período pode ser alterado por fatores ambientais como luar, chuvas torrenciais e ventos fortes, que tendem a reduzir o período de atividade. A procura de alimento varia de acordo com o ciclo lunar. Na noite de luar, as espécies hematófagas, são mais ativas no período mais escuro dessas noites, talvez para evitar predadores visualmente orientados. Em noites de lua cheia, os morcegos hematófagos podem deixar de se alimentar por uma noite, apesar de não sobreviverem a mais de duas noites sem comer, principalmente na estação seca. Nessas noites os morcegos procuram as suas presas mais próximas para se alimentarem e retornam o mais rapidamente possível para

os seus abrigos (Mitchell, 1971; Mejia, 1972; Alencar, 1977; Bredt 1996; Miranda, 2003).

Têm um raio de ação que varia de 6 a 10 km para alguns autores e para outros, de 15 a 20 km, acredita-se que deve ficar em média entre 1 e 5 km. Atacam com mais freqüência os animais que se encontram na periferia, mais distantes ao vizinho, mais acessíveis e que dormem por maiores períodos, durante a noite. Os bezerros estão mais expostos a ataques que os adultos, assim como as vacas em pico em estro. Durante a aproximação aos mamíferos domésticos, este se mostra muito cauteloso e de alerta a qualquer reação da vítima, a qualquer sinal de perigo, este se afasta e abandona o animal saindo à procura de outra presa mais acessível. O *Desmodus sp.* não só prefere animais domésticos em relação aos selvagens, como também faz preferências em relação às espécies, raça, sexo e idades e indivíduos em particulares fases reprodutivas, dependendo da colônia. Na falta de animais para atacar, o homem torna-se alvo potencial dos morcegos (Mejia, 1972; Turner 1975; Alencar, 1977; Bredt, 1996; Almeida, 2000; Miranda, 2003).

Segundo Almeida (2000), a preferência alimentar pela ordem é: bovino, eqüinos, suínos, aves domésticas, homem, cabras, ovelhas e animais silvestres. Aparentemente os vampiros de regiões diferentes fazem feridas em locais diferentes no corpo, existem relatos no Brasil de mordeduras no interior das narinas (Turner, 1975).

Os animais de pecuária aparentam serem as presas preferidas. São inativos e mais ou menos estacionários à noite e possuem poucas defesas contra o morcego-vampiro, que por sua vez, têm boa memória sendo capaz de se lembrar da localização de fazendas de onde se alimenta regularmente. Freqüenta também uma série de abrigos, o que lhe permite visitar fazendas dentro de um grande área geográfica (Belwood e Morton, 1991).

Mitchell (1971) observou que o *Desmodus sp* evita contato com bovinos das raças Brahma e Charolesa, e que em relação ao

gado de raça Holstein (mais dóceis) estes entraram em contato. Turner (1975) observou que existia uma preferência por bovino da raça Swiss em relação Charolesa, Santa Gertrudes, Brahma (zebu), segundo este os zebus conseguem contrair o músculo subcutâneo com vigor perturbando a alimentação do morcego-vampiro.

Parece haver um aumento na predação na época úmida, a população aumenta os ataques sobre mais animais, com menos múltiplas alimentações da mesma ferida. Ficam menos tempo suspensos à vaca durante a época úmida. Com menos arrefecimento por evaporação pelo vento, aumenta o sangue na pele das presas que sangram mais, permitindo uma alimentação mais rápida (Turner, 1975).

Turner (1975), no México, observou no seu estudo que a população de morcegos-vampiros, têm uma boa memória espacial deslocavam-se num raio de 4 ou 2 km, de ambos os lados do rio e que estes tendem a se manter numa área regular, tendo as mesmas rotas, mas pode alterar frequentemente, porque parecem priorizar a potencial localização da presa.

A perda de sangue que o morcego-vampiro causa, raramente causa grandes danos a animais de grande porte, mas mordidas constantes, principalmente a animais novos, causa fraqueza e doença, sendo que das feridas também pode resultar uma infecção séria ou até morte (Belwood e Morton, 1991).

Entre os seus principais inimigos se encontram muitas aves de rapinas, diurnas e noturnas, alguns mamíferos carnívoros e certas serpentes, muito esporadicamente, desempenhando um papel importante no equilíbrio ecológico dos *Desmodus rotundus* (Alencar, 1977; Mejía, 2006).

Os relatos de agressões por morcegos-vampiros estão concentrados nas regiões mais pobres do novo mundo. Como povoados distantes e isolados, e em áreas de exploração mineral, onde é freqüente ocorrem agressões. Geralmente, pessoas de baixa renda, que vivem em condições

precárias. A maior freqüência de ataques ocorre nos animais domésticos que existem ao redor das casas, abertas, com fácil acesso. Parece existir um tripé interativo, entre homem, seus animais domésticos e vampiros. Existem relatos de ataque a humanos, por diminuição radical de animais de pecuária (Bredt, 1996).

### 2.7.1. Habitat

*Desmodus rotundus*, são adaptáveis e tolerantes a uma larga variedade de habitats. Habita lugares silvestres de regiões quentes e semi-quentes. Coabita com outras espécies de morcegos. Os principais abrigos são: caverna, oca de pau, bueiros, debaixo de pontes, casas abandonadas, túneis, tulhas e fornos de carvão abandonados, entretanto, o abrigo deve ser escuro e fresco, com temperatura variando de 22 a 28°C, têm preferência por cavernas úmidas, especialmente as que possuem fonte de água, com umidade relativa de 50 a 70%.

É nos abrigos que possuem melhores condições que as populações se mantêm mais estáveis (Mitchell, 1971; Belwood e Morton, 1991; Almeida, 2000; Fernandes 2004; Mejía, 2006).

Têm uma resistência variável a baixas temperaturas, sendo a mais baixa de 17°C e acima de 35°C é uma temperatura letal. Têm pouca habilidade para regular a temperatura corporal apesar do seu tamanho moderado. Apesar da sua distribuição tropical e subtropical, experimentalmente alguns animais morrem a uma temperatura de 33°C, não demonstrando comportamentos de arrefecimento corporal, assim como bater asas e salvação (Lyman, 1970).

Málaga-Alba (1971) cita que a temperatura num abrigo não é menor de 15°C e a umidade relativa em torno de 60%.

As condições de temperatura e umidade relativa do ar são adequadas quando localizado na base de uma serra fértil de vegetação abundante (Alencar, 1977).

A dieta à base de sangue é muito alta em proteína e baixa em gordura e carboidrato. Devido à sua alimentação nitrogenada o vampiro é forçado a excretar uréia muito concentrada, por isso vive em locais perto de água (Turner, 1975).

Alencar (1977) verificou 14 espécies de morcegos em 49 refúgios, 29 destes eram naturais e 20 artificiais. O morcego-vampiro foi encontrado em 18 abrigos naturais. Localizados em 14 propriedades, dos 18 refúgios 17 eram formados por dissolução ou abatimento de rocha calcárea e 1 túnel escavado na terra pela ação do rio. Estes abrigos também são usados por pacas, capivaras, guaxinims, raposas e lobo-guará (susceptíveis à raiva), que vivem nas proximidades desses abrigos.

As regiões cáusticas, constituídas por rochas calcáreas, sofrem a ação das águas superficiais e subterrâneas, cuja corrosão e abatimentos formam cavernas que garantem aos quirópteros, em especial ao *Desmodus rotundus rotundus*, refúgios com as condições ideais ao desenvolvimento da população. Almeida (2000) cita que na região cáustica, o *Desmodus rotundus rotundus* prefere abrigos naturais.

Análises filogenéticas sugerem que as espécies hematófagas (*Desmodus rotundus* e *Diphylla ecaudata*) co-habitam os mesmos abrigos (Castilho, 2006).

Gomes e Uieda (2004), no seu estudo encontraram colônias de *Desmodus rotundus* tanto em abrigos artificiais (como pontes, casas e bueiros) (66,7%), como em naturais (grutas) (33,3%). Os abrigos artificiais eram principalmente casas abandonadas no campo, pontes, fornos de carvão, poços de água abandonados, bueiros sob rodovias e outras estruturas similares. Dispõem-se nas partes mais escuras congregando-se em colônias pequenas de 20 a 100 indivíduos, segundo Miranda et al (2003) uma colônia pode chegar ao número de 300 indivíduos, separados em grupos e acompanhados por outras espécies de insetívoros e frugívoros. Estes locais geralmente têm forte cheiro

amoniaco devido às fezes sanguinolentas acumuladas no chão (Mejia, 1972).

Por causa da presença de excretas, os abrigos noturnos são conhecidos como digestórios. O uso deste tipo de abrigo varia de uma região para a outra, e pode depender da existência de locais apropriados próximo às fontes de alimento (Bredt, 1996).

Gomes e Uieda (2004) salientam a capacidade desta espécie em utilizar diferentes tipos de abrigos diurnos para sua sobrevivência. Havia em São Paulo um maior número de abrigos artificiais na região oeste e abrigos naturais no leste do Estado, onde havia maior predominância da Floresta Atlântica e de uma topografia bastante acidentada.

O aumento da criação de abrigos artificiais e fontes abundantes de alimento são responsáveis pelo crescimento rápido da população de *Desmodus rotundus*, problema que tende a piorar a não ser que sejam tomadas as medidas necessárias (Oliveira, 2000).

Tendem a excitar-se quando entram intrusos, fugindo para se esconderem entre gretas ou voando. Se a perturbação for intensa e repetida, provoca a mudança de morcegos-hematófagos para outros abrigos (Alencar, 1977; Mejia, 2006).

### **2.7.2. Reprodução e comportamento social**

As fêmeas são maiores que os machos. Os machos adultos em estágios normais, não alimentados, pesam em média 36 g e as fêmeas 38 g. É mais comum encontrar durante as noites, fêmeas de estômago cheio que estão prenhas. O aumento da demanda de energia devido a fêmeas prenhas, lactantes e aumento do número de indivíduos na população (devido aos nascimentos), diminui a seleção quanto as espécie e local a atacar, aumentando a taxa de mordidas (Turner, 1975; Alencar, 1977).

Existe uma grande fidelidade ao abrigo e ao grupo-abrigo, devendo-se em parte à distribuição das presas. Os grupos de gado costumam ficar perto do abrigo (Turner, 1975).

A estrutura social do *Desmodus rotundus* é complexa, baseada na formação de harém, com um macho dominante, com cerca de 12 fêmeas mais crias. Os filhos machos à medida que maturam vão sendo expulsos do grupo pelo macho dominante. Machos solteiros formam pequenos grupos que podem ficar próximo ao harém. As interações entre os machos são quase sempre ritualistas e intimidatórias, dificilmente envolvem confronto direto. As fêmeas são fiéis ao grupo. Se o abrigo se torna inapropriado ou existe falta de alimento na região, estas se mudam para outro lugar. A colaboração entre elas inclui partilha de alimento. Fêmeas que não cooperam na divisão de alimento são excluídas do grupo. Têm o ritual de se lambem mutuamente com ritual de integridade do grupo das fêmeas, raramente o macho participa. Os machos não partilham alimento (Pires, 1965; Turner, 1975; Belwood e Morton, 1991; Bredt, 1996; Almeida, 2000).

Stevens e Gilby (2004) cita que o sistema cooperativo num grupo envolve a defesa, vigilância de predadores e criação de filhotes, aumentando a probabilidade de sobrevivência dos indivíduos do grupo.

Em geral, *Desmodus* sp. produz apenas 1 filho, raramente 2 filhos<sup>39</sup>. Tem uma longevidade potencial de 13 anos com expectativa de vida entre 14 e 15 anos. A fêmea aceita todos os machos após cobertura do líder, garantindo altas taxas de fertilidade e natalidade (Constantine, 1970; Mejía, 1972; Alencar, 1977; Almeida, 2000; Miranda, 2003; Gomes e Uieda, 2004).

---

<sup>39</sup> Este fato reforça o ponto de vista que a quase completa destruição numa área extensa resultará numa recuperação lenta da população.







Figura 2. *Desmodus rotundus*.



Figura 3. *Desmodus rotundus*. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).



Figura 4. Casa abandonada. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).

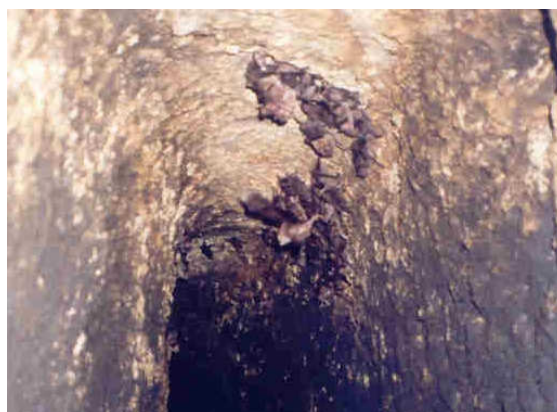


Figura 5. Túnel. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).



Figura 6. Gruta. Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).

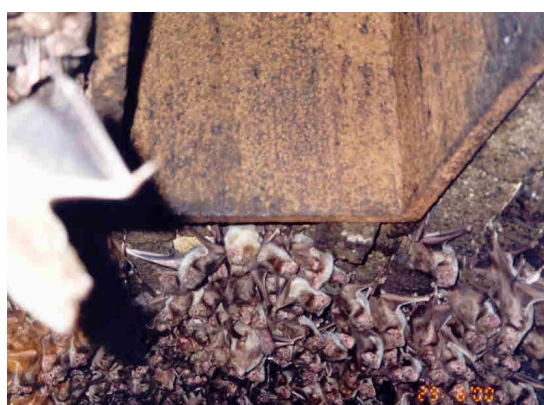


Figura 7. Bueiro Gentilmente cedido por Márcio Ribeiro (IMA).



Parece que um grupo de morcegos vampiros num abrigo não é constituído sempre pelos mesmos indivíduos (Turner, 1975). As colônias podem permanecer no mesmo lugar até 12 anos, havendo um grau de saturação quando o nicho atinge 300 indivíduos (Almeida, 2000).

Na Argentina o pico de gestantes, lactantes e recém-nascidos ocorre de Setembro a Dezembro (Pires, 1965). Turner (1975) acredita que ocorre um incremento de nascimentos na época úmida.

Os jovens vampiros demoram entre 9 a 10 meses a adquirirem o peso adulto. Quando os vampiros jovens atingem 3 meses, as mães alimentam-os com sangue da boca, e aos 5, 6 meses, os juvenis acompanham as mães na caça. Eventualmente aos jovens aprendem quais as espécies são mais fáceis de predação. Talvez por isso nesta época pareça que variam mais de espécies (Turner, 1975).

No México o *Desmodus rotundus murinus* têm um período de amamentação de 4 a 5 meses, os machos provavelmente não atingem a sua maturidade sexual no primeiro ano de idade. Período de gestação do *Desmodus rotundus* em cativeiro, foi de 85 dias. O período do estro foi mais freqüente nos meses de Outubro a Dezembro, quando os machos se encontram escrotados e as fêmeas com a vulva aumentada (Turner, 1975).

Alencar (1977) cita que no período de inverno os *Desmodus rotundus* abandonam mesmo contendo alimento em abundância, para áreas distantes 50 km em linha reta. Este fenómeno foi observado no município de Santa Teresa, Espírito Santo, onde migraram para municípios da faixa litoral.

Quando a colônia de morcegos-vampiros coabita com outras espécies de morcegos, quando aumenta muito, a tendência das outras populações de morcegos é manter-se ou diminuir. Se a população de *Desmodus rotundus* diminuir, a tendência das outras populações de morcegos é manter um número constante ou aumentar. Se a

população de *Desmodus rotundus* se manter, a população de morcegos mantém-se, raramente aumenta. Isto implica que os vampiros podem ser dominantes no abrigo sobre os coabitantes de outras espécies, diretamente ou indiretamente (Turner, 1975).

### 2.7.3. *Desmodus rotundus* e a raiva

Segundo Constantine (1970), os morcegos encontravam-se infectados antes da descoberta da América. Martire (1511-1516) e De Oviedo y Valdês (1526), relatam a morte de humanos causada por “mordidas venenosas” de morcegos vampiros. Os nativos no Panamá como prevenção, praticavam a lavagem da ferida em água do mar ou água quente, cauterizando a ferida da mordedura com brasas de madeira.

Existem relatos de epidemias no século XVIII no Equador e durante o séc. XIX em Trinidad (Constantine, 1970; Rupprecht, 1991; Miranda, 1996; Bredt, 1996).

O combate ao *Desmodus rotundus*, principal responsável pela transmissão da raiva para os mamíferos iniciou-se com mais intensidade na ilha de Trinidad/Tobago na década de 1930 (Alencar, 1977).

O *Desmodus rotundus*, hospede natural e responsável pela transmissão do agente etiológico Gênero Lyssavirus, aloja-se na gordura inter-escapular ou gordura castanha que tem sido incriminada como um tecido reservatório do vírus rábico, onde permanece latente durante a hibernação a baixas temperaturas (principalmente nos morcegos não hematófagos), sugere-se que este órgão androgênico serve de mecanismo de sobrevivência para o vírus durante os períodos inter-epidêmicos (Miranda, 2003).

Os morcegos hematófagos não se infectam sugando sangue de bovinos raivosos a transmissão da raiva entre os morcegos ocorre por contato direto intra e inter-espécies (Pacheco, 2005).

Pouco se sabe da infecção da raiva no morcego-vampiro, nas outras espécies de morcegos, geralmente é fatal. Queirós e Lima em 1936 demonstraram que o morcego-vampiro pode sobreviver à doença. O vírus aparece na saliva 2 semanas depois da infecção e pode prolongar-se por 3 meses. Uns podem morrer, outros sobreviver (Constantine, 1970; Turner, 1975).

A morte dos indivíduos raivosos pode ocorrer cerca de 48 horas depois dos primeiros sintomas. Em morcegos infectados experimentalmente, o período médio de incubação tem sido de 17,5 dias. Aqueles infectados naturalmente, o período é de 30 dias (Bredt, 1996).

Autores sugerem que o vírus rábico no morcego-hematófago, comporta-se como um agente infeccioso típico na população, o vírus infecta muitos, alguns morrerem e outros sobrevivem com anticorpos, fazendo com que a doença desapareça gradualmente na população de morcegos não retorna até surgirem indivíduos susceptíveis na população (Baer, 1991). Por isso, o vírus rábico tem nos morcegos-hematófagos o melhor e mais eficiente veículo de propagação, uma vez que agridem diariamente outros animais (presas, e interações sociais). Agressões que envolvem principalmente mordeduras, assim um morcego hematófago infectado tem chances diárias e freqüentes de transmissão, sendo por isso responsável pela infecção direta de animais domésticos (Constantine, 1970; Bredt, 1996).

A raiva numa base cíclica pode limitar a população de morcegos-vampiro diretamente, matando os morcegos e indiretamente eliminando as presas (Turner, 1975).

Existem relatos de grutas e cavernas com até 5000 *Desmodus rotundus* que levaria a infecção aerógena pelo vírus rábico dos morcegos não hematófagos (Pacheco, 2005).

Parece que a infecção em *Desmodus rotundus* é um ciclo fechado, a sua

transmissão ao Homem e outros animais, são tangenciais. As zonas endêmicas são caracterizadas por surtos de 1 a 10 semanas a cada 2 ou 3 anos, com ou sem intervenção em casos esporádicos. Os surtos em zonas adjacentes às zonas endêmicas podem não estar relacionados, contudo, combinando as datas dos vários surtos numa área extensa, dá a impressão de uma contínua epidemia em progresso (Constantine, 1970).

Para que a raiva se mantenha numa população animal, é necessário que ocorra um contato intraespecífico entre os animais vetores infectados, que requer uma alta densidade da população da principal espécie reservatório da raiva. No entanto as técnicas de redução da fauna não se devem aplicar em grande escala (Comite de Expertos de la OMS sobre la rabia).

Somente uma política de ação preventiva trará resultados compensadores e indicará as soluções regionais e nacionais a serem adotadas. O controle de morcegos vampiros deve ser aplicado com base de estudos ecológicos e biológicos, já que estes coabitem com outras espécies (Pires, 1965). Nos últimos 30 anos têm sido realizadas na América Latina, campanhas de controle de morcego-vampiro. Infelizmente, o resultado tem sido a perda de uma série morcegos altamente benéficos, confundidos por morcegos-vampiros. É através da educação que se pode planejar com cautela o controle ao *Desmodus rotundus*, de forma que as pessoas possam saber o valor de todos os morcegos (Belwood e Morton, 1991).

Existem desvantagens óbvias no controle como a destruição do habitat e a não seletividade. Existem morcegos economicamente importantes no controle de insetos e polinização que habitam nos mesmos abrigos que os *Desmodus sp.* (Turner, 1975).

É fundamental o cadastramento e monitoramento preciso das colônias de morcegos com captura e envio de espécimes para diagnóstico laboratorial preciso de todos os refúgios para melhorar a eficiência dos métodos de controle, pois são

seres selvagens, vivendo em ambientes de difícil acesso, sendo impossível o diagnóstico clínico de raiva (Almeida, 2000; Instituto Mineiro de Agropecuária, 2005).

Deve-se proceder à estimativa populacional no abrigo antes de se proceder à captura. Uma vez estimada e realizada a captura, aplica-se a pasta vampiricida a 20% da população estimada. Caso não se consiga, deve-se repetir a metodologia até que se consigam atingir os 20% (Kotait, 1998).

A luz é muito usada para repelir os vampiros à noite (alguns morcegos atacam as regiões ensombradas dos animais). Envenenamento com uma mistura vampiricida, em feridas freqüentemente atacadas nos animais domésticos, tem tido sucesso (Constantine, 1970).

Em zonas de alto risco devem-se proteger as pessoas através de vacinação antes da exposição (Comite de Expertos de la OMS sobre la Rabia, 1992).

Alencar (1977) para avaliar a da warfarina aplicada no dorso do *Desmodus rotundus rotundus*, aplicou a 546 indivíduos da espécie, na região inter-escapular 1 gr de uma pasta contendo warfarina dissolvida em vaselina na razão de 2 gr para cada 100 gr do produto. Observou-se uma redução significativa na incidência de mordeduras em eqüinos e bovinos. Nas vistorias após o tratamento com warfarina, não encontrou nos abrigos nenhum exemplar do *Desmodus rotundus* e nenhum dos outros mamíferos que usam estes refúgios, mortos ou com sinais de intoxicação. Acredita ser pouco provável que o tratamento de um morcego-vampiro com warfarina elimina 20 morcegos-vampiro. A warfarina como produto efetivo de redução dos hematófagos, seletiva e com boas aplicações de segurança para os aplicadores.

O *Desmodus rotundus* não tem medo, é inteligente e extremamente difícil de matar por métodos físicos. Ataca ou retira em vez de entrar em pânico. Adaptou-se a diferentes habitats e abrigos inacessíveis e parece capaz de se adaptar a novas

situações (Constantine, 1970; Turner, 1975; Alencar 1977).

Ferraz (2006) identificou um *Desmodus rotundus* positivo à raiva, numa área urbana do Estado de São Paulo.

Os índices de repovoamento variam em cada região geográfica, esta variabilidade nos índices deve-se provavelmente às diferenças em cada zona de fatores climáticos e habitats disponíveis, já que a fonte de alimentação parece não ser um fator limitante. Em zonas de menor elevação onde o clima é quente e úmido todo o ano, o controle será possivelmente mais difícil e de duração mais curta. A movimentação do morcego pode ser a causa do repovoamento rápido observado, sendo que além do seu abrigo principal existem abrigos diurnos (Mitchell, 1971; Alencar, 1977).

Nasser (2003) em seu estudo concluiu que as campanhas de controle de população de morcegos levam a uma “sensível” diminuição de casos de raiva em animais herbívoros e considera que a hidrografia é um fator importante na epizootia. Quirópteros hematófagos tendem a colonizar áreas circunvizinhas a rios. Não observou sazonalidade na epizootia da raiva e verificou a subnotificação de casos.

Os resultados por telemetria demonstraram que os indivíduos de uma colônia de morcegos-vampiros são parte de uma comunidade dinâmica e não uma população estática, quando tratados com um agente controle poderiam contaminar um nicho e na seguinte outro (Mitchell, 1971).

Gomes e Uieda (2004) citam que colônias maiores que 100 indivíduos ocorrem em regiões onde o trabalho de controle de populações não é feito com regularidade e faz o relato de se ter encontrado num bueiro de estrada, em São Paulo, 800 indivíduos de *Desmodus rotundus*.

Piaggio et al (2006) citam que ainda é necessária uma forma alternativa de métodos de controle baseados no conhecimento do comportamento dos

morcegos da região a ser controlada, diminuindo a ocorrência de raiva. A descoberta do *Desmodus rotundus* albino tipo 1 em 2005, pode sugerir uma baixa diversidade destas populações de *Desmodus rotundus*, a ser verdade, a baixa diversidade pode significar que estes morcegos têm uma susceptibilidade ao vírus da raiva resultando numa maior prevalência nas populações. Um estudo detalhado das populações de *Desmodus rotundus* de San Luis Potosí (México) poderá ajudar a elucidar as relações da diferenciação populacional e conectividade populacional em relação á ocorrência e prevalência de raiva e facilitará a formulação de planos de ação.

Aguilar-Setien et al (2005) realizou um estudo onde foram avaliados 14 morcegos-vampiros adultos infectados com raiva, 7 (79%) dos 14 morcegos infetados morreram<sup>40</sup> de raiva, sempre precedidos por um curto período de depressão, hipoatividade e anorexia, mas sem comportamento agressivo. Os morcegos vivos 90 dias depois do desafio, apresentavam anticorpos anti-raiva e permaneciam clinicamente saudáveis, alimentando-se de 15-20 ml de sangue durante os 690 dias seguintes. O vírus foi isolado em culturas celulares na saliva dos três animais infetados sobreviventes, contudo apenas aconteceu nos dias 6, 6 e 21, e não mais tarde, apesar das altas doses administradas de dexametasona e ciclosporina. O rato inoculado intracerebralmente com os vírus de raiva isolados dos 3 morcegos sobreviventes, morreu de raiva nos dias 10±4 dias. O autor acredita que a raiva é endêmica nos morcegos-vampiros, sendo possível que os

---

<sup>40</sup> O primeiro sinal a ser verificado nos animais que morriam de raiva era a diminuição da ingestão de sangue (4 dias antes de morrer) levando à desidratação. Alguns permaneciam quietos no canto da jaula, sem comportamento agressivo (72 h antes de morrer). Os sinais neurológicos como a paralisia das asas (incapazes de manterem numa posição correta) e das patas posteriores (mantendo-se em apenas uma das pernas) e foram evidentes os tremores em três dos animais, sendo só detectados 48 h antes da morte.

3 morcegos sobreviventes no estudo tenham um nível baixo, não detectável de uma imunidade pré-adquirida em uma prévia exposição ao vírus da raiva.

Aguilar-Setien et al (2005) sugere que morcegos expostos a uma dose sub-letal numa colônia em que coabitam com morcegos-vampiros, podem desenvolver um baixo título, algumas vezes indetectável de anticorpos anti-raiva.

Num estudo recente, a emergência de infecção latente foi sugerida após o stress de transporte em morcegos saudáveis de zoológico. A existência de morcegos assintomáticos potencialmente transmissores de raiva pode ajudar a explicar tal fenômeno epidemiológico assim como a persistência e desafinação intra/interespécies, assim como a alta incidência de surtos de raiva parálitica bovina na América Latina (Aguilar-Setien, 2005).

## **2.8. Relação Homem-Natureza e Desenvolvimento sustentável**

### **2.8.1. Agropecuária**

As áreas que ficam demarcadas entre as duas linhas de latitude, onde se incluem a zona Tropical<sup>41</sup>, são geralmente quentes comparando com as outras partes do globo, com exceção de algumas partes dos trópicos com altitudes altas, raramente o frio limita a prática agrícola. Em algumas partes dos trópicos, especialmente nas áreas úmidas, com irrigação, o cultivo pode ser feito ao longo de todo o ano. Calor excessivo e umidade podem impor tempos no crescimento e volume no crescimento da planta, stress, reduzir o apetite e limitar a produtividade. Altas temperaturas e/ou umidade podem criar problemas relativamente á conservação dos produtos, podendo causar problemas em suprimentos na época seca (MacArthur, 1976).

---

<sup>41</sup> Os climas húmidos têm sete ou mais meses húmidos, os climas mais húmidos terão 9 meses de chuva, climas semi-húmidos têm entre 4 a 7 meses de chuva, os climas semi-áridos são aqueles que têm 2 a 4 meses húmidos.

O domínio da natureza através da agricultura iniciou-se com o homem neolítico há cerca de 10.000 anos (Soares, 2005). Uma exploração agrícola é um sistema Homem-Biologia-Máquina, em que uma fazenda é uma unidade economicamente organizada, onde a colheita ou produção é encarada com o propósito de retorno financeiro. O princípio básico da agricultura é mudar o sistema natural num que produza mais bens desejados pelo Homem. Sem um esforço necessário, o sistema inevitavelmente retorna, ou para um estado "original", ou retorna a um nível inferior<sup>42</sup> em termos de produção (Ruthenberg, 1976).

As relações externas segundo Ruthenberg (1976) pelas qual o ambiente pode influenciar o sistema de fazenda metas deste tipo de produção são:

1. As condições naturais (clima, solo, doenças, e etc.) condicionam a fiabilidade ecológica das atividades.
2. estado de conhecimento e informação de técnicas agrícolas (inovações) determina as funções físicas nas diversas atividades agrícolas.
3. A escolha das atividades com viabilidade ecológica, depende o ambiente instituído (a riqueza do solo, tamanho da fazenda, impostos, leis de trabalho, crédito, etc.)

Num sistema balanceado, ocorre pouca erosão e o nível de nutrientes e húmus do solo, são mantidos a um nível alto de produção em futuras colheitas (Ruthenberg, 1976). Nos climas úmidos, as plantações mais comuns são: a mandioca, o tomate, o inhame e etc... O cultivo em simultâneo<sup>43</sup>, é

<sup>42</sup> Ocorrem casos em que a floresta virgem é cultivada por rotação de cultivo e após várias colheitas, degenera em savana.

<sup>43</sup> O cultivo "misturado" tende a reduzir as condições adversas nos ecossistemas, os eventos adversos dos insetos e doença parecem ser menores e estar mais distribuídos. Também representa um maior retorno por hectare, sendo a forma mais efetiva de reduzir os riscos. O cultivo misturado é mais difícil ser posto em pratica num sistema mecanizado, em que os sistemas tendem a ser mais especializado.

uma das características do sistema rotacional, porque o uso da água é mais efetivo. Mais transpiração das plantas vai direto para o solo e com maior tempo de cobertura da folha. A diferença nas técnicas de cultivo parece ser explicada pelas condições ecológicas. As técnicas menos intensivas e mais simples são encontradas na floresta úmida (MacArthur, 1976; Ruthenberg, 1976).

A remoção deliberada da vegetação natural aumenta o rácio de perda de nutrientes no solo. Estes problemas são mais agudos nos trópicos, devido ao clima quente, processos químicos e biológicos que tomam lugar muito rapidamente, especialmente nas áreas mais úmidas. Quanto maior for a perda de nutrientes pelo solo mais facilmente se perdem as propriedades estruturais do solo (MacArthur, 1976).

Durante a época de chuva, as condições de para criação de gado são muito boas, com os animais com saúde e nutridos, com força para trabalhar pesado. Na época seca, a produção de capim deteriora, os animais podem perder a condição física, baixando a produtividade. A evolução da tecnologia na agricultura é feita no sentido de aumentar a produção para obter resultados máximos em menor período de tempo e espaço. Esta interferência na natureza, não tem em consideração as conseqüências sobre uso e ocupação das terras. A intervenção em certos ecossistemas significa o desequilíbrio biológico e transformação no meio natural, por vezes estes desequilíbrios tornam-se irreversíveis, em que se desenvolve uma outra dinâmica dos ecossistemas locais (MacArthur, 1976; Ruthenberg, 1976; Silva, 1993).

Pavlovsky (1969) cita que as alterações ambientais e a atividade humana provocam alterações na região, alterando a prevalência de várias espécies animais. A destruição do habitat natural dos mamíferos trás conseqüências sérias em termos de dieta, já que passa a ocorrer uma escassez de recursos alimentares, causando desequilíbrio na cadeia alimentar.

A interação entre a grama e fogo transforma um sistema rotacional não balanceado, de uma floresta natural numa savanna, este processo foi muito encorajado na América Latina para a criação de gado, resultando uma perda da fertilidade do solo (MacArthur, 1976; Ruthenberg, 1976; Silva, 1993).

Os sistemas de alqueive<sup>44</sup> muitas vezes são formas degradadas de um sistema rotacional balanceado, anteriormente usado. O uso de gado é comum num sistema de alqueive. O gado é mantido para cobrir o risco de falha na colheita para suprimento de carne e leite para sustento próprio, a venda não é muito importante (Ruthenberg, 1976).

Práticas contínuas de pastoreio conduz a problemas. Existe uma tendência do fazendeiro em investir em gado, para obter segurança e status. O pastoreio excessivo provoca a diminuição da camada arbustiva, sendo que a longo tempo irá ocorrer a diminuição da própria área de pastagem (Ruthenberg, 1976).

A ocupação humana sob o Cerrado e Campo Cerrado foi e continua a ser ocupada por pastagens nativas e cultivadas, onde se desenvolve uma pecuária extensiva. As pastagens em melhores condições encontram-se em áreas originalmente sob vegetação de Cerrado Típico. Os ecossistemas naturais foram modificados muito pela expansão de áreas de pastagem (Soares, 2005).

A produção animal é um dos mais importantes sectores da agricultura e os animais são os principais utilizadores de recursos naturais. Esta atividade pode contribuir para a degradação destes recursos<sup>45</sup> (Sevalho, 1997). Árvores e arbustos atuam como “bombas nutritivas”, mas a sua regeneração é dificultada pelo

pastoreio intensivo, sendo o pastoreio um impedimento para a reflorestação (MacArthur, 1976; Ruthenberg, 1976).

### **2.8.2. Desafios e perigos à qualidade da saúde do ambiente**

As relações que determinam os processos constituem uma estrutura sistêmica formada pela situação social, econômica e ambiental que apresenta problemas que estão ligados às propriedades estruturais do sistema<sup>46</sup>. Os períodos críticos na evolução de um sistema apresentam-se quando os processos de deterioração excedem a resistência da estrutura ou quando o sistema está desestabilizado por fortes flutuações. A vulnerabilidade de um sistema não é distribuída uniformemente através de sua estrutura (Sevalho, 1997).

A presença humana rompe o equilíbrio<sup>47</sup> do qual depende a variedade, relaciona-se pela devastação de árvores, animais e homens. O homem pode recuperar áreas degradadas ou ocupá-los de forma adequada. No Brasil, a Fauna e Flora foi exterminada por incêndios, de início até institucionalizada culturalmente<sup>48</sup>, a monocultura no passado levou à destruição de vida animal e possivelmente em alterações de clima, de temperatura e de regime de águas. Outro fator grave é a erosão dos solos e do esgotamento da fertilidade dos solos e remoção de matas ciliares que protegiam as margens dos rios (Felsenfeld, 1966; Froehlich, 2000; Parizzi et al, 2005; Salgado, 2005).

Reduzimos ecossistemas complexos a “economias” de monocultura, e fazemos de tudo para que outros seres humanos a adotar as nossas línguas, costumes e estruturas sociais, apesar das sociedades humanas terem sido durante a maior parte

---

<sup>44</sup> Os alqueives de arbustos são curtos e o sistema de raízes da grama não é suficiente para impedir a lixiviação.

<sup>45</sup> Especificamente, para a degradação do solo, diminuição e poluição dos aquíferos, emissão de gases com efeito de estufa e perda da biodiversidade

---

<sup>46</sup> Fragilidade, vulnerabilidade e resistência.

<sup>47</sup> As alterações que o Homem faz à superfície do solo, na ecologia das plantas e na geografia animal, contribuem muito para um novo desenvolvimento da distribuição dos insetos.

<sup>48</sup> Por exemplo no dia 24 de agosto dia de São Bartolomeu, em que era próprio botar fogo no campo e mata, para matar o “demônio”.



da história civilizada, baseadas em cooperação e reverência pela vida e pela natureza. O desenvolvimento é concentrado na produção material e causamos a extinção de 1 milhão de espécies em apenas no último quarto do séc. XX<sup>49</sup> (Sahtouris, 1998).

No Brasil as áreas remanescentes<sup>50</sup> significam apenas 8,19% das áreas originalmente florestadas, isoladas umas das outras e imersas numa paisagem antropizada. A Mata Atlântica é o ecossistema nacional mais ameaçado do país. Esta situação alarmante gerou matéria legal que em 1990 proibiu qualquer tipo de desmatamento em áreas de domínio da Mata Atlântica. As maiores taxas de desmatamento são observadas em Minas Gerais (2,9%) e Rio Grande do Sul (4%) onde a área remanescente representa 2,9 e 4%, respectivamente. Esta fragmentação da floresta está diretamente ligada à dinâmica do uso da terra<sup>51</sup> (Motta, 1996; Falcão, 2005). Verifica-se que hoje a Mata Atlântica foi completamente substituída por matas secundárias (Terra, 1994; Hirsch e Costa, 2006; Guia de Compras Celulose e Papel, 2006).

Em Minas Gerais, a Mata Atlântica está reduzida a 7% da extensão original e o Cerrado encontra-se possivelmente a 2/3 de sua área atrofizada<sup>52</sup>. As alterações ambientais nos últimos 150 anos foram mais significativas no final do séc. XIX e princípio do séc. XX, provocaram a perda de aproximadamente 70% da fauna nativa

---

<sup>49</sup> Pensa-se que nos períodos de extinção mais rápida era de cerca de uma espécie perdida em cada mil anos.

<sup>50</sup> Sudeste e Centro-Oeste do país que reduziram substancialmente as áreas remanescentes destas coberturas de vegetação.

<sup>51</sup> A exploração imobiliária e desmatamento para obtenção de madeira para a indústria.

<sup>52</sup> A perda de habitats foi apontada como a principal responsável pelo declínio de 82% da fauna ameaçada de Minas Gerais, 60% destas está associada à Mata Atlântica. A fragmentação de habitats extremamente ricos em termos de biodiversidade ecológica, principalmente de florestas da Mata Atlântica e Cerrado, fez perder parte da biodiversidade natural.

original. Entre espécies mais ameaçadas de extinção, cerca de 50% são representadas nos grupos de mamíferos de médio e grande porte, que necessitam de uma área de vida relativamente grande (Rodrigues e Goulart, 2005; Pinheiro, 2005).

Os fatores responsáveis: expansão das atividades agropecuárias, produção de matérias-primas e insumos de origem vegetal, a expansão urbana, a infraestrutura e a produção mineral. Convertem-se floresta em aglomerados urbanos e rurais com a introdução de espécies animais e vegetais exóticos (Motta, 1996; Araújo, 2002; Drumond et al, 2005; Lisboa e Goulart, 2005).

Das Microregiões que sofrem pressão sócio-econômica em Minas Gerais, Belo Horizonte encontra-se em 1º lugar e Ouro Preto em 5º (Drumond e et al, 2005). A pressão de exploração na Bacia do Rio das Velhas é grande e está relacionada às atividades de mineração e crescimento urbano. No meio e baixo Rio das Velhas, a vegetação original dominante era o Cerrado, sendo substituído por pastagens (Muzzi e Stehmann, 2005).

A atividade extrativo-mineral é muito intensa nos arredores do parque de Itacolomi, gerando impacto ambiental, afetando todo o ecossistema (Oliveira, 1999). O quadrilátero ferrífero faz parte das prioridades para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, a curtíssimo prazo. Assim como a Serra da Moeda, que se apresenta como prioridade extrema (Polignano, 2003; Drumond, 2005).

A Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Cerrado<sup>53</sup> (recursos de grande importância econômica) são considerados os mais ricos em biodiversidade e ainda ocupam as regiões economicamente mais dinâmicas do país. A expansão da fronteira agropecuária e industrial (acentuada na década de sessenta e setenta do séc. XX) logrou a conversão de enormes áreas de solo

---

<sup>53</sup> De acordo com WWF (1994), 50,7 milhões de hectares foram abertos até 1985 de uma área original de aproximadamente 180.000 hectares.

florestal. Foi possível, por um lado, pela concentrada estrutura fundiária e de distribuição de renda existente no país, e, por outro, pela abertura de estradas de integração nacional, assentamentos agrícolas, concessão de incentivos fiscais à agropecuária e implantação de mega-projetos de desenvolvimento nessas regiões (Motta, 1996).

A produção madeireira torna-se coadjuvante das atividades agropecuárias no processo de desmatamento. O desmate agropecuário é financiado em troca da produção madeireira, é uma forma legalizada de expandir a extração madeireira sob formas de manejo não sustentável. O desmatamento gera um fluxo de produção agropecuária e um valor de produção de madeira no ato de desmatamento, mas sacrifica um fluxo sustentável de produção de recursos florestais que seria infinito caso a vegetação fosse mantida intacta (Motta, 1996).

As possibilidades de adoção de práticas conservacionistas, minimizadoras de degradação e desmatamento estão relacionadas com o padrão tecnológico adotado no setor agropecuário. Já é amplamente evidenciado que no Brasil estas práticas são pouco utilizadas e também pouco incentivadas pelas agências de fomento e crédito do setor. Os critérios de determinação de aptidão estão mais concentrados na capacidade produtiva do solo e não na sua importância ecológica. Até porque importância ecológica é de aferição muito mais complexa que capacidade produtiva, o estudo da ecologia começou há apenas algumas décadas (Motta, 1996; Sahtouris, 1998).

O banco mundial reconheceu que seus planos de desenvolvimento são um desastre ecológico e que gastou imensas somas para criar desertos em nome da construção de hortas (Sahtouris, 1998). Apesar do fortalecimento da consciência ecológica na sociedade e da existência de inúmeros instrumentos legais para a proteção de espécies e ecossistemas, a degradação da flora do estado continua avançando de forma preocupante. Os custos ambientais

geralmente não são captados nas relações de mercado devido à indefinição de direitos privados de propriedade. O desaparecimento de espécies animais, vegetais e minerais constitui uma perda para o ambiente assim como para o processo produtivo. Assim, o custo da degradação não incide sobre os que degradam, mas recaem sobre a sociedade como um todo e sobre as gerações futuras. A riqueza biológica que restou, permanece isolada em ilhas de vegetação nativa remanescente, deve ser preservada a partir do delineamento de um plano de ação consistente para a conservação (Silva, 1993; Motta, 1996; Drumond et al, 2005).

A amplitude do consumo natural não é senão consequência do prolongado processo de crescimento da economia, por sucessivas etapas de industrialização e introdução de novas tecnologias, alterando substancialmente as relações entre atividades humanas e a natureza, levando à escassez de certos componentes essenciais ao meio ambiente (Silva, 1993).

A biodiversidade da fauna e flora também oferece ilimitadas possibilidades comerciais ainda pouco exploradas em termos de conhecimento científico e tecnológico (por exemplo, desenvolvimento de fármacos) ou mesmo para sua exploração turística. As florestas também oferecem serviços indiretos e não comerciais que refletem um valor econômico ao garantirem sustentabilidade a diversas atividades econômicas. Entre estes estariam a regulação da disponibilidade e da qualidade das águas, a estabilidade climática, a redução da concentração de poluentes atmosféricos e a própria preservação do solo (Motta, 1996).

Não ocorre instabilidade simultaneamente em todos os subsistemas. A ruptura do sistema começa em áreas específicas. Aqui reside a importância de um sistema de informação para a saúde ambiental voltada para a monitoramento do desenvolvimento que se quer sustentável (Augusto e Branco, 2003).

### 2.8.3. Desenvolvimento sustentado

Sahtouris (1998) cita que não há razão para que não possamos desenvolver uma tecnologia benigna<sup>54</sup>, uma vez que aceitamos que a maximização do lucro choca de frente com o equilíbrio dinâmico da natureza.

Segundo Augusto e Branco (2003), a garantia do desenvolvimento sustentável em área de intervenção produtiva, de tecnologias sofisticadas e de alto risco ambiental, requer dos investidores e dos governos práticas de planejamento estratégico, utilizando-se metodologias que dêem conta da complexidade dos sistemas e subsistemas neles envolvidos, direta ou indiretamente. O diagnóstico situacional implica diversos níveis de processos<sup>55</sup>, cada um com sua própria dinâmica e, conseqüentemente requer dados e escalas específicos para sua análise.

A informação em saúde ambiental pode contribuir para melhorar a gestão e as políticas "sanitárias" em todos os países do mundo, mas é particularmente valiosa para os países onde a questão da degradação ambiental tem ocupado um lugar secundário frente às exigências do desenvolvimento econômico imposto pela globalização e pelas políticas neoliberais. Esta informação em saúde ambiental torna-se importante

---

<sup>54</sup> Devemos ter duas lições. Primeiro é que nenhuma outra criatura na natureza toma mais do que precisa, e segunda é aprender a imitar o sistema de reciclagem finamente sintonizada na natureza, em grande parte acionado pela energia solar

<sup>55</sup> No primeiro nível estão as modificações que afetam o meio ambiente físico, as relações sócio-econômicas e a população da área de abrangência e suas condições de vida que de uma maneira geral estão relacionadas com modificações no sistema produtivo da região. No segundo nível estão as modificações introduzidas pelos processos de industrialização e de pólos de desenvolvimento que resultam em processos significantes do primeiro nível. No terceiro nível estão, entre outros: as modificações nas políticas de desenvolvimento nacional, os mercados, os fluxos de capital, que por sua vez determinam modificações no segundo nível.

para impor limites ao processo de espoliação ambiental e da saúde das populações (Augusto e Branco, 2003).

É sob a perspectiva da sustentabilidade ecológica e social que as técnicas, metodologias e tecnologias do campo da informação devem ser geridas, de forma a permitir melhor conhecer, diagnosticar e monitorar as condições ambientais, sobretudo em função da extensão do território nacional, de sua biodiversidade, da diversidade cultural e complexidade dos problemas ambientais, sociais e econômicos envolvidos (Augusto e Branco, 2003).

O princípio econômico da sustentabilidade é simples: o ótimo da degradação é aquele no qual o custo ambiental não supera o custo imposto à sociedade pela redução de consumo não ambiental gerado no processo produtivo. Projetos ou empreendimentos que apresentam retorno privado elevado poderiam, após incluírem-se os custos ambientais, tornarem-se não viáveis sob a ótica social<sup>56</sup>. Dessa forma, alguns mecanismos de instrumentos econômicos podem e devem ser criados para orientar as atividades produtivas a revelarem seus custos ambientais e determinarem suas atividades de produção de forma mais ajustada ao uso racional e eficiente dos recursos naturais disponíveis (Motta, 1996).

A qualidade da matriz agropecuária, elemento-chave na preservação da biodiversidade em escala de paisagem tem uma influência importante nos processos ecológicos e nas dinâmicas populacionais. O manejo da matriz tem sido visto como um tópico emergente no desenho e implementação de estratégias de conservação da biodiversidade. Esta matriz deve proporcionar uma transição suave entre áreas agrícolas e limites de florestas, proporcionar a conectividade entre fragmentos de habitats primários e

---

<sup>56</sup> Enquanto para alguns projetos seria possível realizar um esforço de pesquisa completo para revelar os verdadeiros valores dos custos ambientais atuais e futuros, tal procedimento seria extremamente custoso em gastos e tempo para abranger todas as atividades econômicas.

proporcionar habitats e recursos alternativos ou suplementares para espécies florestais (Drumond et al, 2005).

A sustentabilidade segundo Sahtouris (1998) será atingida se mudarmos para uma economia que beneficie toda a humanidade, bem como as demais espécies de que depende a vida humana, no princípio que nenhuma parte de um corpo sadio ganha saúde às custas das restantes partes.

#### **2.8.4. Qualidade ambiental e responsabilidade social**

Constituição da República Federativa do Brasil, Título VIII/ Da Ordem social – Capítulo VI/ Do Meio Ambiente – Art. 225- “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Se o desenvolvimento de métodos agrícolas será efetivo e econômico, irá depender da compreensão e suporte de todos os membros da comunidade. Não é razoável a comunidade urbana condenar os métodos de exploração animal, quando sempre anseia pelo suprimento de alimentação cada vez mais barata (Brander e Ellis, 1976).

Nas sociedades modernas, os cientistas têm a contínua responsabilidade em apontar aos políticos e administradores, os perigos que podem resultar numa aparente mudança inocente (Brander e Ellis, 1976). O nosso maior conflito é decidir se indivíduos devem sacrificar seu interesse individual ao “bem-estar” do todo ou se o interesse individual deve reinar supremo, mas nós temos a liberdade de formar, submeter, testar e mudar as estruturas sociais, sendo que experimentamos diferentes tipos de sociedade no curso da história (Sahtouris, 1998).

Pavlovsky (1969) cita ser importante preservar intactos algumas partes das

matas naturais virgens, pela vida natural e pela contribuição para a ciência evoluir e assim dar resposta a problemas emergentes. O Homem deve ser capaz de fazer um controle racional do fenômeno natural e o desenvolvimento do mundo orgânico, usado como fonte de recursos, necessários à sociedade humana. A responsabilidade pela conservação do patrimônio natural e da biodiversidade recai sobre a geração atual, herdeira de um processo de ocupação não sustentável (Drumond e et al, 2005).

A visão contemporânea das organizações com relação ao meio ambiente insere-se no processo de mudanças que vem ocorrendo na sociedade nas últimas décadas. A empresa passa a ser vista como uma instituição sociopolítica com claras responsabilidades sociais que excedem a produção de bens e serviços, esta responsabilidade social implica uma obrigação para com a sociedade de diversas formas, entre as quais, a proteção ambiental. A saúde não é uma questão basicamente médica, mas sim qualidade de vida (Polignano, 2003; Nicolella, 2004).

A “gestão ambiental”, enfim, torna-se um importante instrumento gerencial para capacitação e criação de condições de competitividade para as organizações, qualquer que seja o seu segmento econômico (Nicolella, 2004).

Sahtouris (1998) acredita que a humanidade está acordada e é livre para mudar o mundo segundo a sua opção, salientando que a humanidade tem de crescer e assumir a responsabilidade de usar a liberdade de forma sadia e ajudar a reequilibrar o sistema complexo em que vive.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local da pesquisa**

A área de estudo (escala geográfica) compreende os municípios que constituem as seccionais do Instituto Mineiro de Agropecuária do Instituto Mineiro de Agropecuária (I.M.A), de Esmeraldas, Belo

Horizonte, Itaúna, Betim, Belo Vale e Itabirito da Delegacia Regional de Belo Horizonte. Localiza-se entre os paralelos de latitude sul 44°22'48" e 43°28'11", e a longitude de 20°4'12" 20°26'24" a oeste de Greenwich, na escala de 1:150.000.

### 3.2. Informação utilizada

No presente estudo fez uso dos eventos ocorridos de Raiva Bovina na região selecionada de 1 janeiro de 1998 a 31 de Dezembro de 2004, como variável dependente. As variáveis independentes são: rede de rodovias, rede ferroviária, rede de drenagem, altimetria, cobertura de solo (água, solo exposto, urbano, afloramento rochoso, campo, pasto, mata natural, vegetação secundária, sombra) e densidade bovina total por área de município, da região em estudo.

Os eventos ocorridos de raiva bovina foram obtidos a partir das fichas de diagnóstico positivo à imunofluorescência direta (variável explicada) do laboratório do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) que correspondente ao período entre 1998 e 2004 nos municípios que constituem as seccionais em estudo. Em cada caso foi atribuído a data de chegada da amostra ao laboratório do IMA e depois associado ao centroide do município da fazenda de origem da amostra. Foram coletados ainda dados existentes na ficha para análise descritiva como a "presença de ataque de morcego" e de "vacinação", para avaliar as medidas preventivas. Estas informações foram processadas e armazenadas para elaboração de um banco de dados que contivesse informações da ocorrência da doença, para tal foi usado o Epidata® 3.1. ([www.epidata.dk](http://www.epidata.dk)).

A população bovina da área em estudo foi obtida do Censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE-[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)) para os municípios da região em estudo de 1998 a 2004, para os municípios em que se verificou a ausência de contagem durante todos os anos, foi estimado para o ano em falta a população bovina usando o método de cálculo linear. Esta base de dados foi processada e

armazenada no Excell 2000®, para depois realizar o cálculo da densidade bovina total do município, para o ano de 2000. Estes cálculos e análises estatísticas posteriormente foram realizados utilizando Excel® e MINITAB® Release 14.

Todo o trabalho de geoprocessamento foi realizado com o uso do hardware e software do laboratório de Cartografia do Instituto de Geociências (IGC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e colaboração do pessoal do departamento, essencial para tratamento e obtenção dos dados cartográficos para a análise espacial<sup>57</sup>.

A área delimitada foi envolvida por um retângulo envolvente do qual foram extraídos os dados relativos à projeção geográfica, ao datum horizontal de projeção UTM SAD 69 23S.

A rede rodoviária, a rede ferroviária, a drenagem, fronteiras municipais foram obtidos do projeto GEOMINAS 95 na escala de 1:150.000. Esta base de dados foi utilizada no formato vetorial.

A altimetria foi obtida através da representação TIN ("Triangular Irregular Network")<sup>58</sup> obtida de imagem de satélite "Shuttle Radar Topography Mission" (SRTM) da Universidade de Maryland, tratada no formato TIFF (Mourão, 2006).

A classificação da cobertura do solo foi obtida de imagem multiespectral de satélite LANDSAT TM e ETM<sup>+</sup> para bandas 3, 4 e 5 do ano de 2000<sup>59</sup>. Esta imagem para ser classificado quanto à cobertura tese foi alvo

<sup>57</sup> Quero agradecer em especial ao Eng<sup>o</sup> Charles Freitas, sem sua ajuda e colaboração este estudo não seria possível.

<sup>58</sup> TIN do inglês "triangular irregular network" é uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo nó-arco e representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas.

<sup>59</sup> Os equipamentos dos sensores remotos atividades do local através da cobertura de solo através de características da superfície da terra, assim pode-se detectar a atividade desenvolvida no local sejam agrícolas, florestais, residenciais ou industriais.

de um tratamento usando técnicas ou funções dos sistemas que corrigem ou atenuam anomalias relativas à posição de pixel<sup>60</sup> (distorções geométricas) e correção dos níveis de cinza (distorções radiométricas ou atmosféricas) para depois ser feita correção geométrica e registro, eliminação de ruído, transformação multiespectral e realce. Para classificação espectral das classes de cobertura de solo, água, campo, pasto, urbano, afloramento rochoso, solo exposto, mata natural, matas secundárias/agricultura e sombra. Foi realizada uma segmentação por crescimento de regiões e aplicado o classificador ISOSEG para a classificação da imagem, cujo valor escolhido foi de 75% de limiar de aceitação (Gomes, 2005). A partir da classificação matricial e reclassificação obteve-se os planos de informação relativos às classes desejadas e exportadas no formato shapefile.

### **3.3. Análise da informação**

Em primeiro lugar, com base na estatística descritiva, foi elaborado estudo da região sobre a distribuição dos eventos de raiva bovina nos municípios que constituem as seccionais de Itabirito, Betim, Esmeraldas, Belo Horizonte, Betim e Itaúna pertencentes à Delegacia Regional de Belo Horizonte (IMA), assim como da evolução da população bovina nas seccionais referidas, no período de 1998 a 2004.

De acordo com a informação fornecida pelo IMA, sobre a vacinação do rebanho contra a raiva e sobre os ataques de morcegos, foram computados o total de respostas “sim”, “não” e “não sabe”, com o objetivo de posicionar o estudo quanto às medidas de controle da doença levadas a cabo pelos pecuaristas. Para efeitos descritivos foi calculado o limiar epidêmico dos casos de raiva bovina diagnosticados (IMA) de 1998 a 2004, usando o método dos quadrados mínimos e a evolução ao longo dos anos de estudo e respectiva tendência linear.

---

<sup>60</sup> Unidade matricial padrão para este estudo é que cada 1 pixel equivale a um quadrado com uma área de 900m<sup>2</sup>.

Foram realizados três testes para a detecção de agrupamento. O primeiro teste (Teste 1) foi feito uma análise puramente espacial. O segundo (Teste 2) foi um estudo retrospectivo espaço-tempo, em que o tempo foi ajustado a um logaritmo linear calculado automaticamente a partir da tendência dos casos e o espaço foi ajustado por estratificação randomizada. No terceiro teste (Teste 3), foi feito um estudo retrospectivo espaço-tempo, em que o tempo é ajustado por estratificação randomizada e o espaço ajustado a logaritmo linear calculado automaticamente a partir dos casos.

A distribuição do ratio “likelihood e seu valor p foi obtido através do teste Monte Carlo, para que o critério de erro tipo I fosse 0,001, usando 999 simulações”.

As bases cartográficas de rodovias, ferrovias e bases municipais, foram transformadas do formato vetorial para formato “shapefile” usando o MapInfo® 7.0, para ser usado no Esri®Arcmap™ 9.0., para então proceder à correção topológica. Para gerar uma área de possível influência de abrigos de morcegos hematófagos, foi gerado um corredor de 4 km (“buffer”) de raio em redor das feições da rede de drenagem, rede de ferrovias e rede de rodovias, sendo depois convertidos em formato matricial (Tiff).

As bases de imagem satélite foram processadas usando o Spring® 4.4.1, para obter os mapas e respectivas classes da cobertura do solo e de altimetria depois, convertidas em raster (pixel de 30 metros) para análise no Arcgis.

Após a obtenção das janelas de agrupamento de doença (clusters) dos três testes realizados são selecionados os municípios que apresentam parte do seu território abrangido pelas janelas de cluster 1º nos 3 testes. Foi realizado um estudo espacial exploratório acerca do “comportamento” das variáveis (eventos de raiva bovina, densidade bovina total por município, cobertura de solo, rede rodoviária, rede ferroviária, rede de

drenagem e altimetria), nos respectivos municípios.

A “assinatura”<sup>61</sup> visa a caracterização de uma porção do território através de variáveis e suas subdivisões (planos de informação e seus componentes de legenda) (Moura, 2006). As “assinaturas” foram obtidas sobrepondo os mapas e verificando os elementos verticais de pixel a cada 30 metros para cada mapa. Tal procedimento gera um relato da percentagem das variáveis independentes nos espaços geográficos identificados como agrupamentos de doença da raiva nos três testes realizados no SaTScan® v.5.1.3.

Inicialmente é feita a assinatura por município e posteriormente para as áreas correspondentes à área dos agrupamentos. Através do software Minitab®13 ([www.minitab.com](http://www.minitab.com)) se comparou a relação da amostragem de pixel para cada classe em relação a amostragem pixel total das classes, para cada município e para cada área de agrupamento de doença nos três testes selecionados. Através do diferencial das amostragens para cada classe entre a área total do município e a área correspondente ao *cluster*.

O programa de informática escolhido para a análise, exploração e confecção dos mapas temáticos dos resultados obtidos foi o Esri®Arcmap™ 9.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Estudo espacial da ocorrência da raiva

#### 4.1.1. Análise descritiva

A região em estudo, que contempla os municípios pertencentes às Seccionais de Itabirito (Itabirito, Mariana, Ouro Preto), Itaúna (Itaúna, Mateus Leme, Itatiaiuçu),

<sup>61</sup> Cada variável é quantificada por uma cor, em que cada unidade desta (pixel) corresponde a uma quantificação da sua presença numa área total. Exemplo, um espaço no seu todo tem 100 pixel, se uma dada variável neste espaço possui 20 pixel, esta existe em 20% do espaço.

Belo Vale (Belo Vale, Moeda, Piedade dos Gerais), Belo Horizonte (Belo Horizonte, Contagem, Nova Lima, Raposos, Rio Acima), Esmeraldas (Esmeraldas, Ribeirão das Neves) e Betim (Betim, Brumadinho, Ibirité, Igarapé, Juatuba, Mario Campos, São Joaquim de Bicas, Sarzedo), pertencentes à Direção Regional de Belo Horizonte do Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA -, apresentou um total de 200 casos de diagnóstico positivo à raiva, pelo método da imunofluorescência direta (IMA, de 1998 a 2004), no período de 1 de janeiro de 1998 a 31 de dezembro de 2004 (Gráfico 1). De 1998 a 2000 a maioria dos casos correspondeu às Seccionais de Esmeraldas e Itabirito, e de 2001 e 2002 à Seccional de Itaúna. Posteriormente, verificou-se uma tendência de crescimento nas Seccionais de Betim e Esmeraldas.

Nos Gráfico 2 observa-se a variação do número total de cabeças na população bovina das Seccionais em estudo, durante o período de 1998 a 2004, e a distribuição dos respectivos valores das medianas por município<sup>62</sup>, Figura 10. As medianas foram calculadas para se ter uma idéia do efetivo bovino, em valores fixos por município, ao longo do período de estudo. É possível observar que não existem mudanças significativas na população bovina durante o período em estudo e que os municípios que apresentam maior concentração de população bovina são os se situam a oeste da região estudada, com destaque para Itaúna e Esmeraldas. Drumond *et al.* (2005) fazem referência a uma tendência de crescimento da atividade de pecuária no sentido Oeste, para o Estado de Minas Gerais.

Observando o total de vacinação bovina anti-rábica (IMA, de 1998 a 2004) no Gráfico 3, somente 30% do total de pecuaristas inquiridos pelo IMA, praticaram a vacinação anti-rábica, durante o período estudado, o que pode indicar uma certa falta de

<sup>62</sup> Municípios de Ribeirão das Neves, Belo Horizonte, Raposos, Sarzedo, São Joaquim de Bicas, Juatuba e Itatiaiuçu, não apresentaram registro de bovino positivo ao teste de imunofluorescência direta (IMA), de 1998 a 2004.

informação entre os pecuaristas quanto a imunização do rebanho contra a raiva (Figura 8). A vacinação anti-rábica é um das principais medidas adotadas no controle da doença em regiões endêmicas, embora, de acordo com Pires (1965), as medidas que apenas se resumem à vacinação do gado não são suficientes para combater a doença na população bovina. Há muito tempo pesquisadores advertem que a vacinação do gado e o combate aos morcegos hematófagos não são executados com a intensidade exigida (Constantine, 1970). Além de a cobertura vacinal ser extremamente baixa (o mínimo recomendável é uma cobertura de 80% da população), é possível ocorrer falhas durante a vacinação do gado. De acordo com Miranda (2001), não existe uma preocupação no armazenamento da vacina de uso animal, além do alto remanejamento da mesma que pode comprometer a sua qualidade, assim como a falta de treinamento de vacinadores e o baixo nível de escolaridade exigido para o serviço. Knecht et al (2006) citam que o acesso limitado e o inadequado uso de vacina pelos profissionais de saúde são fatores a se ter em conta no problema de epidemias de raiva bovina.

Quanto ao ataque de morcegos, verificado no mesmo inquérito do IMA (de 1998 a 2004) no Gráfico 4 e Figura 9, 59% dos pecuaristas afirmaram desconhecer, através de respostas como “NÃO” e “NÃO SABE”, o risco de ataque dos morcegos aos animais. A taxa de mortalidade da doença na população bovina pode variar de 20% a 80% e depende da densidade da população de morcegos e da vacinação anti-rábica do rebanho (Constantine, 1970 e Miranda, 2001). De qualquer forma, não devemos esquecer que, de acordo com Silva (1993) e Luz (1998), a raiva é um fenômeno complexo nos seus componentes históricos, ecológicos e econômicos-sociais, sendo que o seu entendimento terá de ser multidisciplinar. Conhecer os seus determinantes e comportamento epidemiológico permitirá melhor saber quais medidas devem ser tomadas no combate à doença.

Observando o Gráfico 5, verifica-se certa irregularidade na distribuição do número de casos de raiva por ano na área de estudo. Esta irregularidade pode ser o reflexo da falta de notificação de casos citado por Luz (1998). Almeida (2003) no seu estudo conclui que a raiva é endêmica em todo estado de Minas Gerais devido à sua diversidade ecológica, ideal para o morcego e outras espécies silvestres.

O Gráfico 6 parece revelar uma predominância da ocorrência da raiva na área estudada nos meses de abril a julho, durante o período de estudo. Já o Gráfico 5, parece indicar uma tendência geral de diminuição da prevalência da raiva bovina na área e períodos estudados. Para Minas Gerais, Araújo (2002) afirma que existe uma tendência crescente anual de diagnóstico positivo à raiva, sobretudo nos meses de abril a agosto. Souza (2006) salienta que existem poucos dados acerca da tendência atual da raiva nos morcegos e portanto não é possível saber se há uma diminuição da presença do vírus na região ou se a vacinação da população mascara um desafio do vírus rábico nas populações animais presentes na região (Gráfico 8 e 9). Briggs (2006) considera que a doença é previsível, mas é negligenciada, e que a subnotificação de casos dificulta o conhecimento real do fenômeno.

Nos Gráficos 7 e 8 é possível observar uma tendência de aumento de vacinação que tem ocorrido na região, nos últimos anos.

A distribuição dessazonalizada dos casos de raiva na área em estudo ao longo do período da pesquisa por trimestre (Gráfico 9) e por mês (Gráfico 11), parece haver uma tendência ao aumento da doença nos dois últimos trimestres (Gráfico 9) e uma tendência à ocorrência em “picos de doença” (Gráfico 11), com maior inclinação entre os meses de fevereiro e maio e entre setembro e dezembro. Ambos os períodos coincidem com a época úmida, entretanto não há relato de ocorrências no mês de janeiro. Provavelmente, a não ocorrência de casos em janeiro se deve à falta de notificações, talvez por constituir-se em período vacacional do pessoal do IMA,



responsável pelo diagnóstico. Turner (1975) cita que o aumento do risco à raiva na época úmida é devido ao aumento da taxa de natalidade entre os morcegos e, conseqüentemente, aumento da demanda alimentar. Nesta época, conforme o autor citado, os filhotes machos de morcegos, à medida que maturam vão sendo expulsos do grupo pelo macho dominante, fato que pode aumentar as agressões entre indivíduos de uma mesma colônia e, em conseqüência, a transmissão da raiva intraespécie. No Gráfico 11, se considerarmos setembro como o início da época úmida,

tem um pico da doença neste intervalo e se avançarmos 7 meses após, período de amadurecimento dos morcegos jovens nascido na época úmida, teremos outro pico da doença. Constantine (1970) afirma que na época úmida ocorre uma movimentação de morcegos em mudanças de abrigos, devido à inundação de cavernas e grutas, ocorrendo uma redistribuição dos indivíduos e aumento das agressões nas populações de morcegos, sugerindo assim uma sazonalidade da doença com pico nessa época.

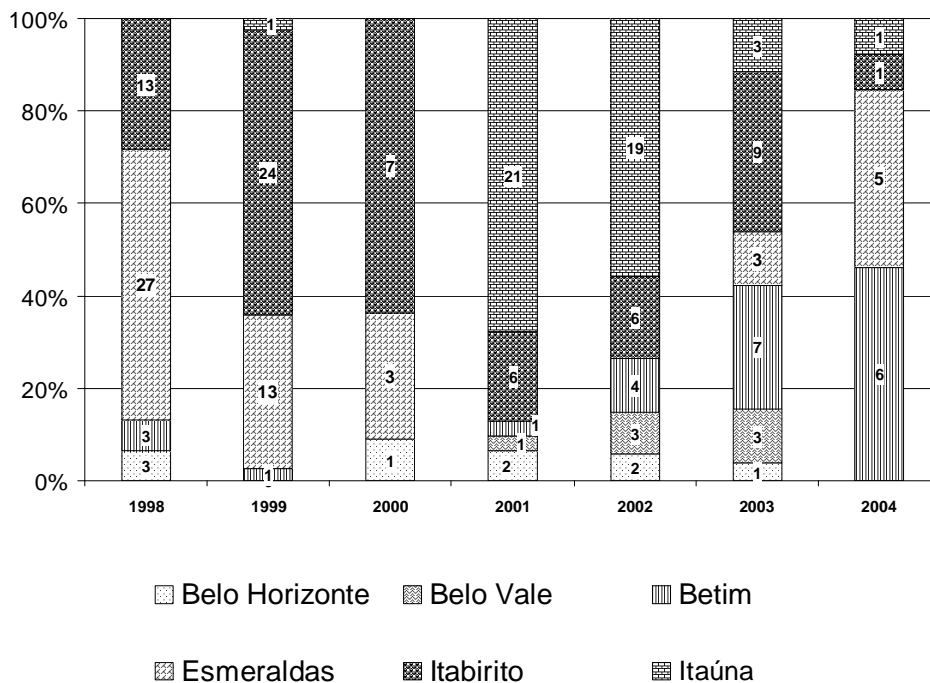


Gráfico 1. Distribuição do total de percentual de casos de raiva bovina diagnosticados (IMA) por seccional Seccional de 1998 a 2004.

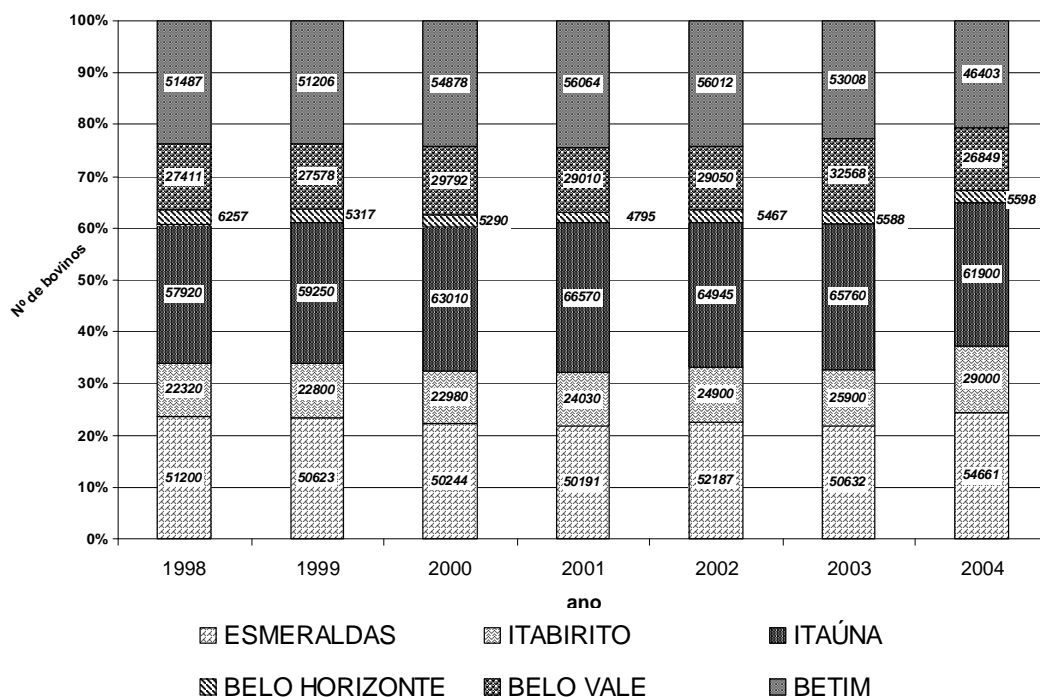


Gráfico 2. Variação da população bovina nas seccionais de Esmeraldas, Itabirito, Itaúna, Belo Horizonte, Belo Vale e Betim (Delegacia Regional de Belo Horizonte-IMA), de 1998 a 2004.

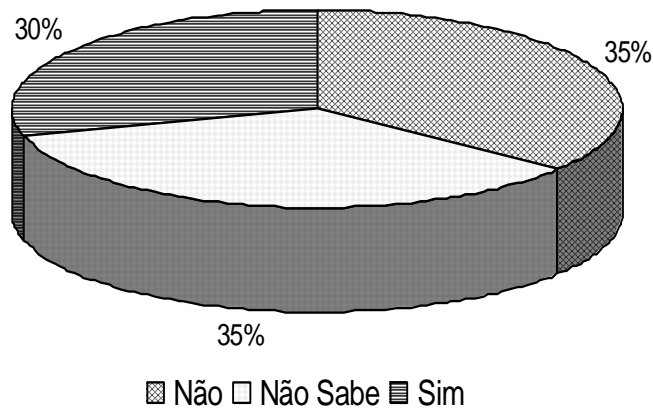


Gráfico 3. Relação do total de respostas dos proprietários quanto à vacinação dos bovinos na sua propriedades dos bovinos diagnosticados positivos à raiva bovina (IMA) na região em estudo, de 1998 a 2004.

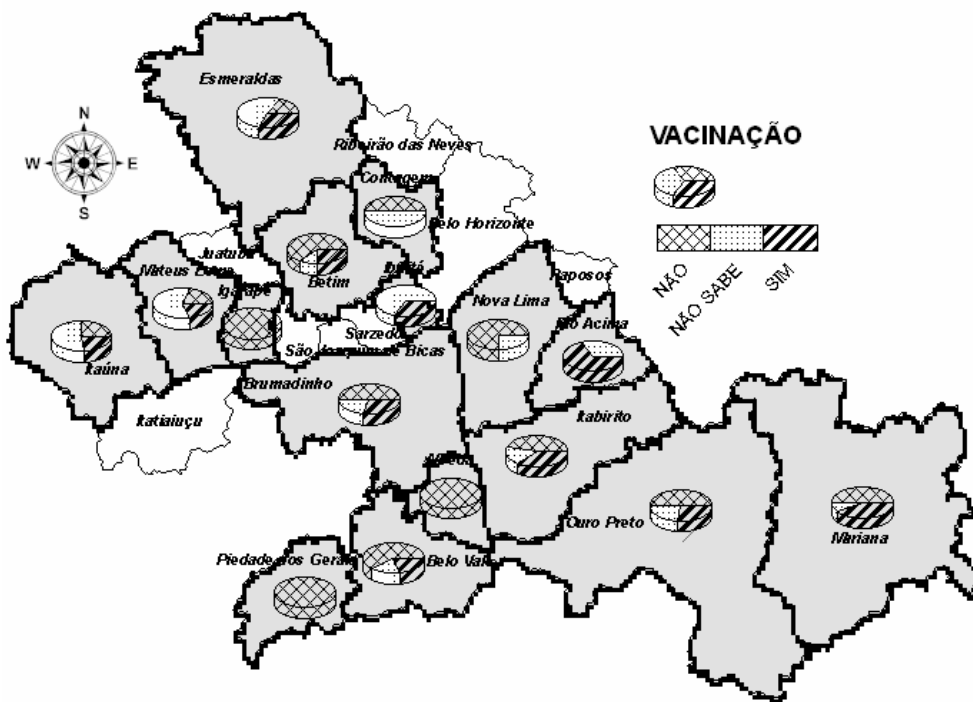


Figura 8. Distribuição do total de respostas dos proprietários quanto á vacinação dos bovinos na sua propriedades dos bovinos diagnosticados positivos á raiva bovina (IMA) na região em estudo, de 1998 a 2004.

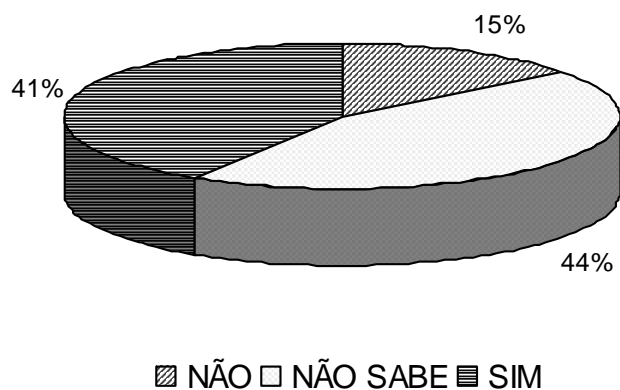


Gráfico 4. Relação total de respostas dos proprietários acerca de ataque de morcegos nas propriedades dos bovinos diagnosticados positivos á raiva bovina (IMA) na região em estudo, de 1998 a 2004.



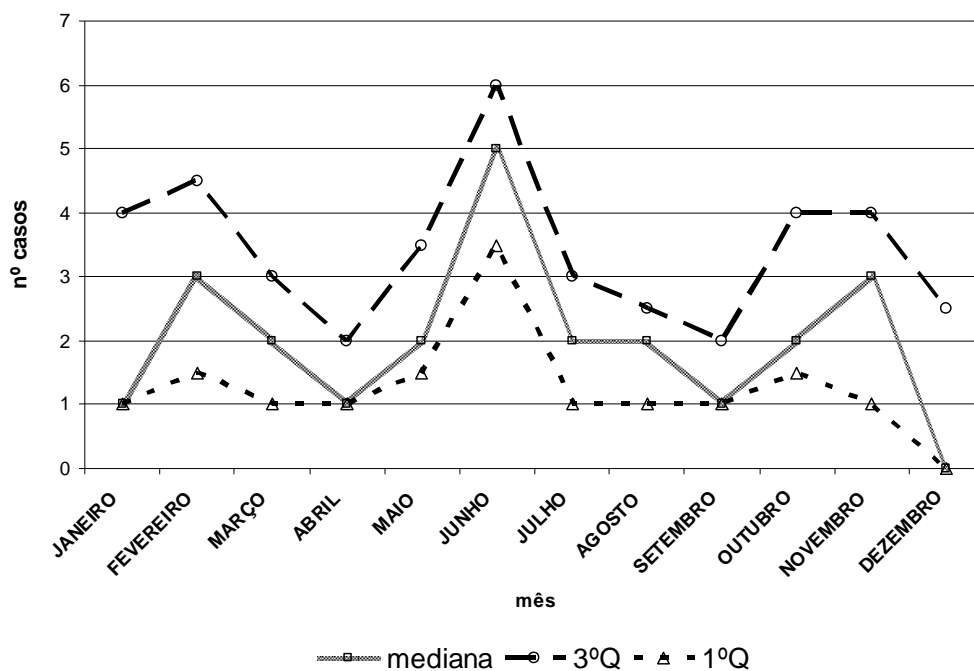


Gráfico 6. Limiares epidêmicos dos casos diagnosticados de raiva bovina (IMA) calculada pelo “método dos mínimos quadrados” para a região em estudo, de 1998 a 2004.

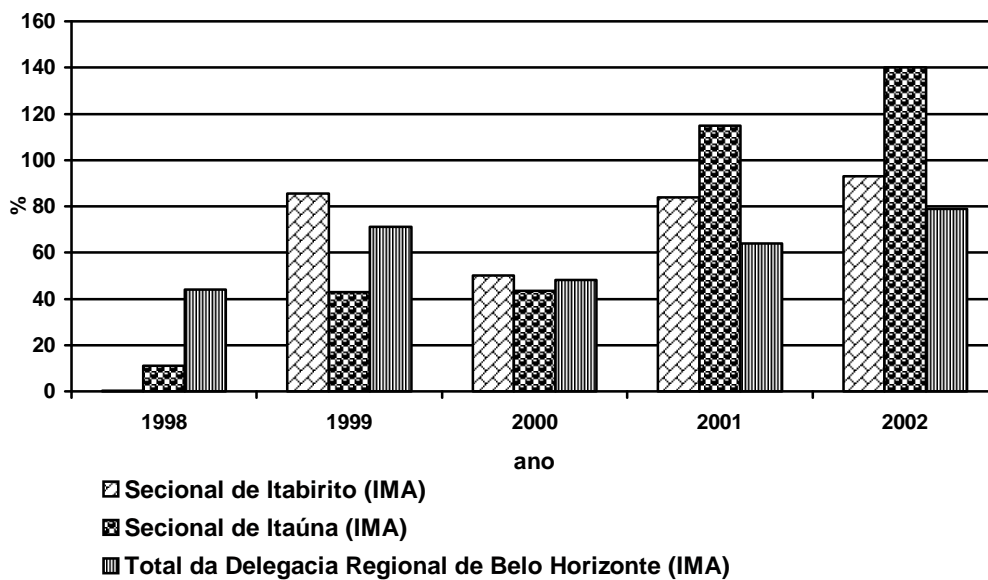


Gráfico 7. Percentual da população bovina vacinada contra a Raiva nas Secionais de Itabirito e Itaúna assim como o todo da Delegacia Regional de Belo Horizonte (IMA) de 1998 a 2002, fonte IMA.

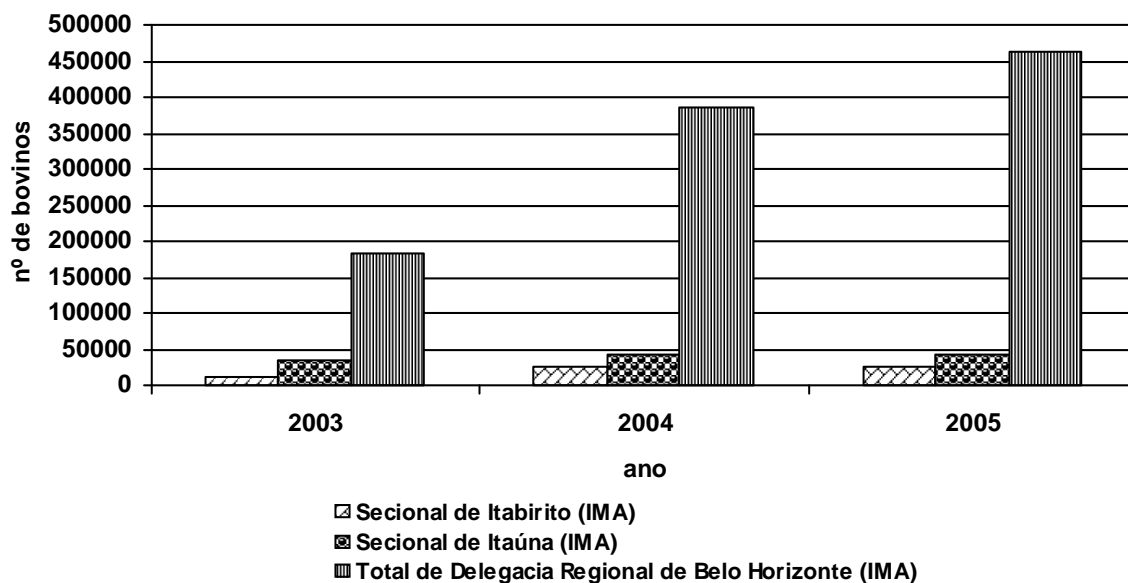


Gráfico 8. População bovina vacinada contra a Raiva nas Seccionais de Itabirito e Itaúna assim como o todo da Delegacia Regional de Belo Horizonte (IMA) de 1998 a 2002, fonte IMA.

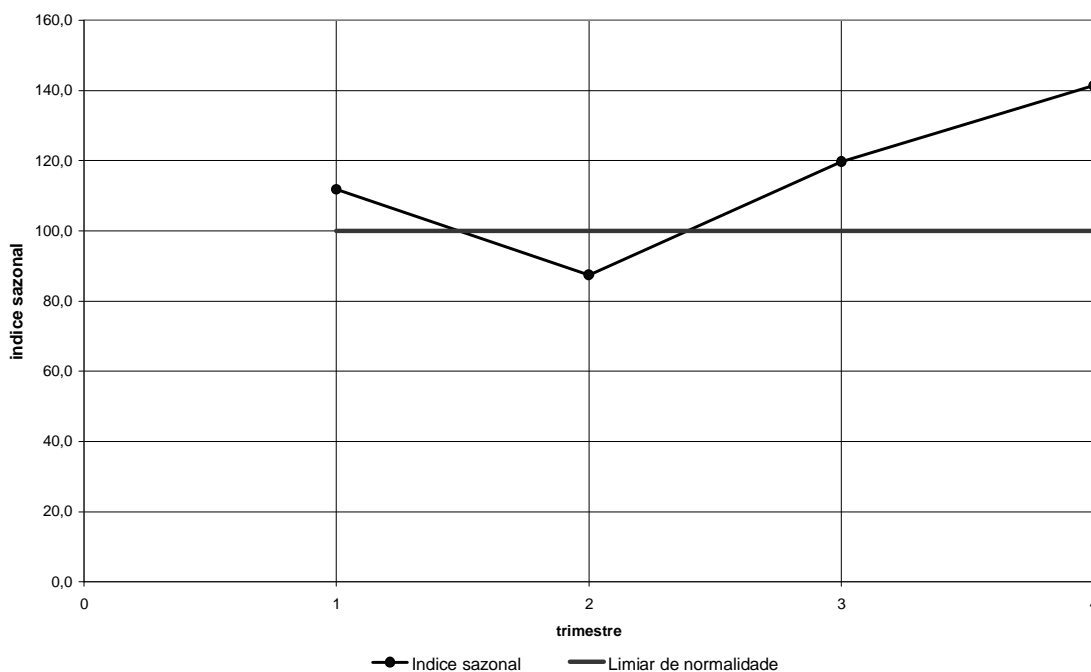


Gráfico 9. Flutuação do índice sazonal para os dados dessazonalizados por trimestre segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004.

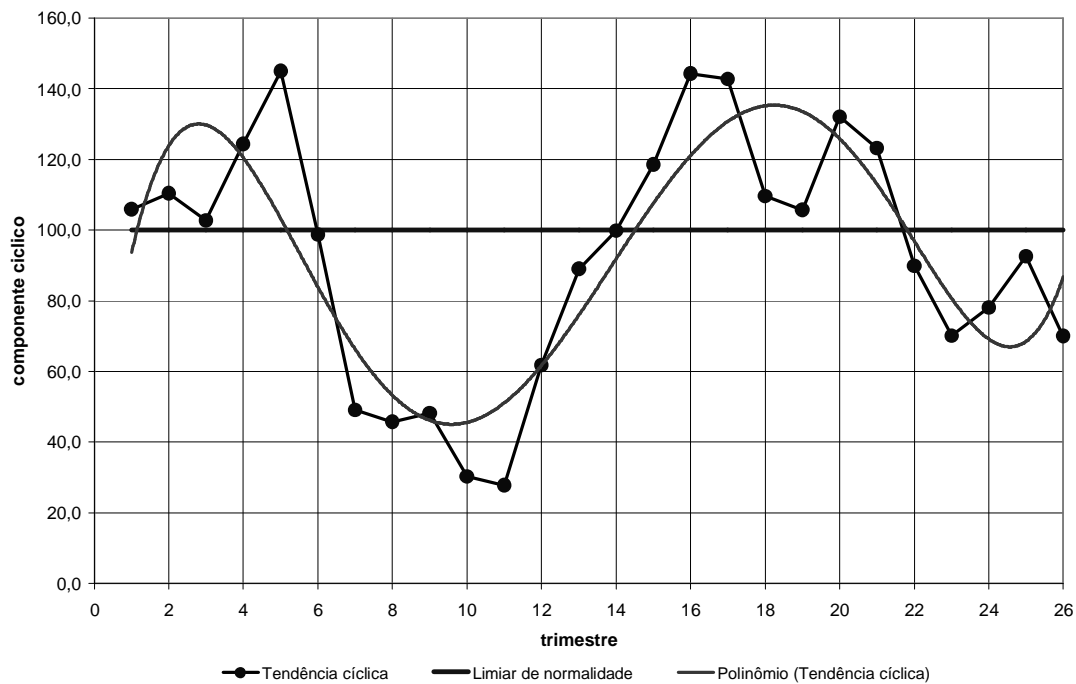


Gráfico 10. Componente e tendência cíclica para os dados dessazonalizados por trimestre segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004.

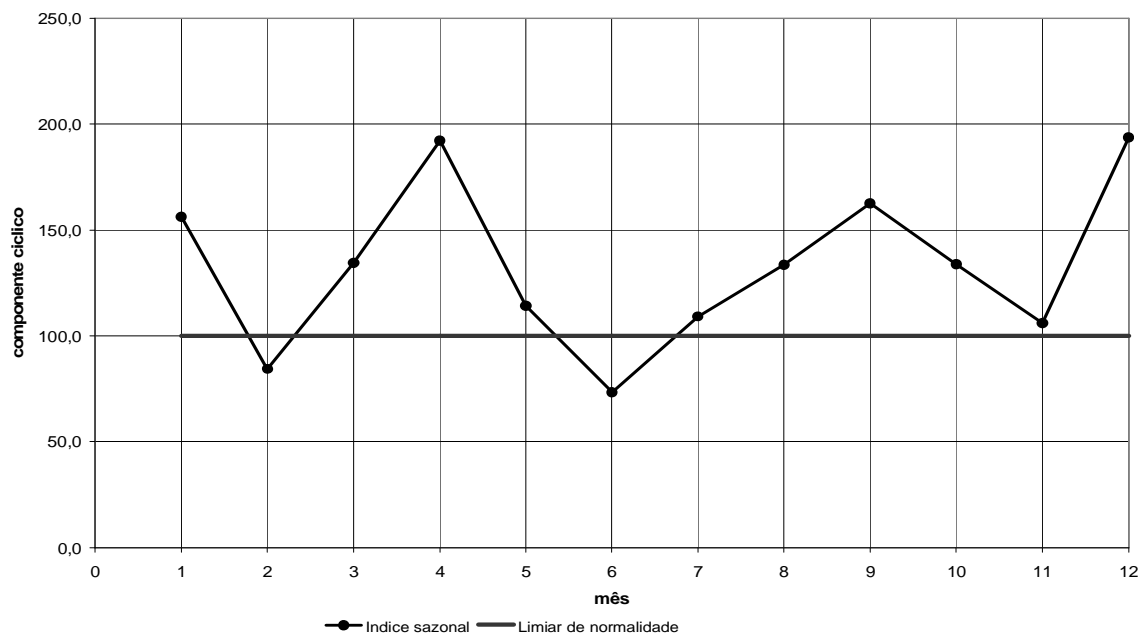


Gráfico 11. Flutuação do índice sazonal para os dados dessazonalizados por mês segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004.

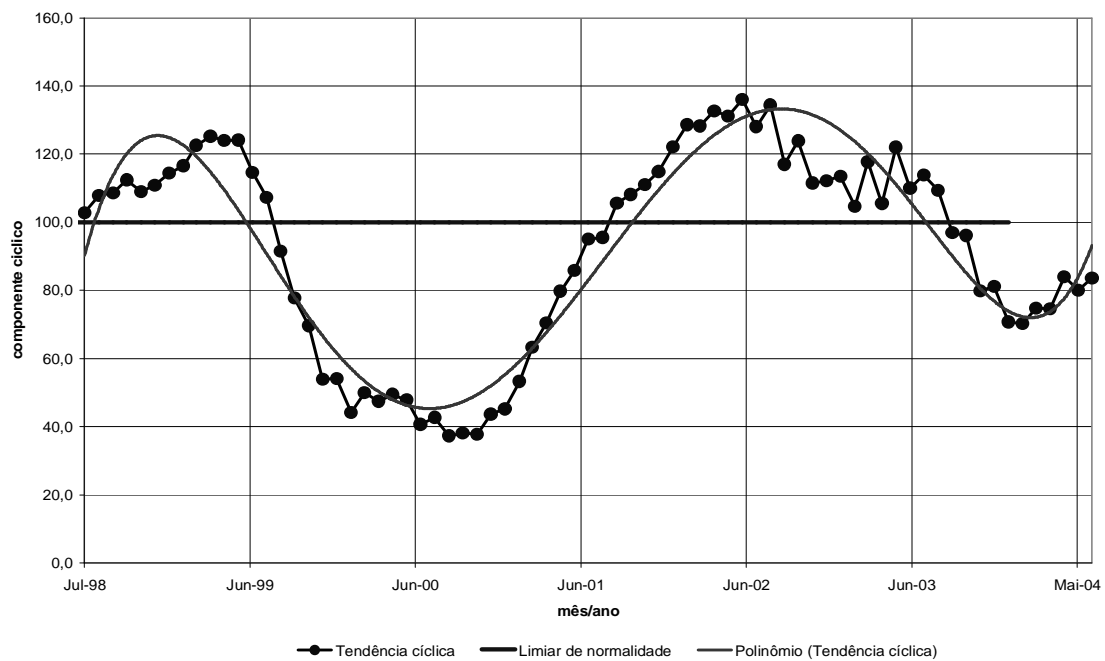


Gráfico 12. Componente e tendência cíclica para os dados dessazonalizados por mês segundo o método clássico da decomposição de séries (Lapin, 1973), de 1998 a 2004.



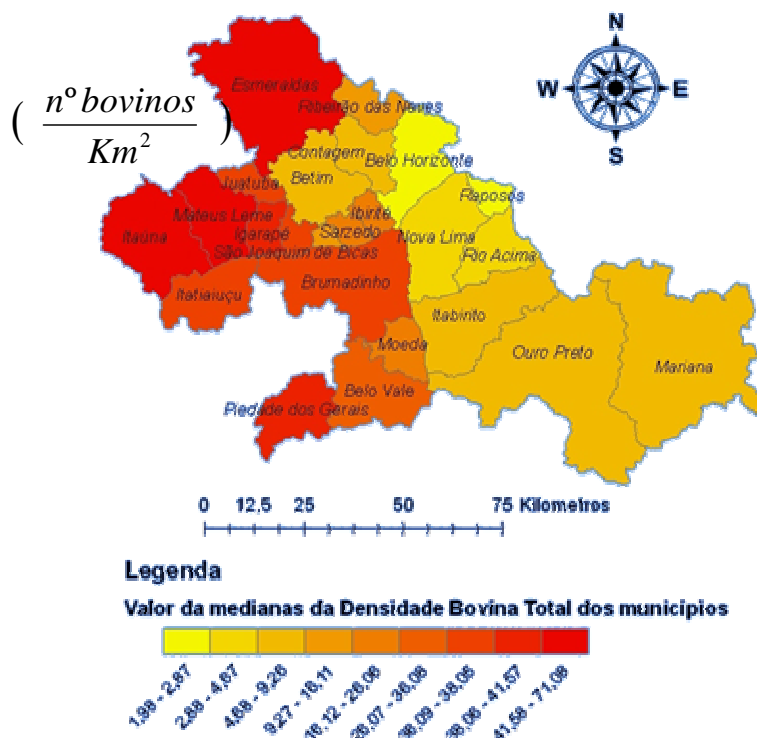


Figura 10. Distribuição das medianas da Densidade Bovina Total dos municípios pertencentes às seccionais em estudo de 1998 a 2004.

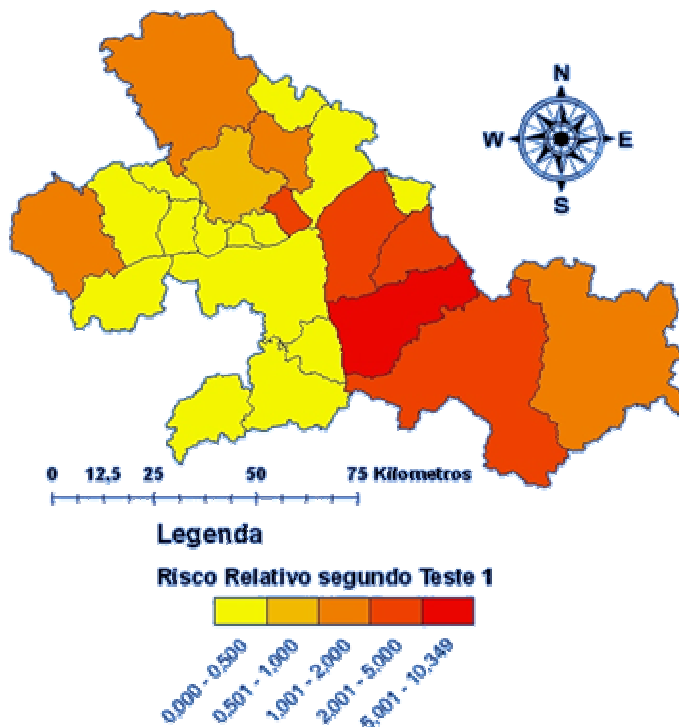


Figura 11. Mapa de Risco Relativo da região em estudo entre 1998 e 2004, segundo resultado do Teste 1. SaTScan® v.5.1.3.



Os Gráficos 10 e 12, à observação, parecem indicar dois surtos epidêmicos da raiva na área estudada em 1998-1999 (entre junho de 1998 e julho de 1999) e 2001-2003 (junho de 2001 e junho de 2003), evidenciando um período não epidêmico de aproximadamente 2 anos (agosto de 1999 a maio de 2001). Turner (1975) sugere que nas regiões endêmicas ocorrem surtos epidêmicos a cada 2 a 3 anos. Segundo este autor, a raiva, numa base cíclica, limita a população de morcegos, seja pelos indivíduos que morrem, seja pela morte de presas. Orr (1970) e Falcão (2005) consideram que os morcegos hematófagos, em especial *Desmodus rotundus*, têm uma baixa capacidade de renovação populacional.

A Figura 11 representa o risco relativo para os municípios da região em estudo de 1998 a 2004, com base no Teste 1. Comparando com a Figura 11 pode-se observar que o maior risco relativo de raiva bovina não necessariamente não corresponde aos municípios com maior densidade bovina, nem aos municípios pertencentes à área de estudo com maior número de casos de raiva bovina de 1998 a 2004 como demonstra a Figura 10.

Constantine (1970) caracteriza os surtos de raiva com uma duração de 1 a 10 semanas, a cada 2 a 3 anos, como se observa no Gráficos 10 e 12. No Gráfico 11, nota-se 2 períodos de pico da doença, um na época úmida e outro na época seca, dentro do ano. Este comportamento parece coincidir com a dinâmica populacional dos morcegos, caracterizada pelo aumento dos partos na época úmida e as lutas entre machos, para estabelecer hierarquias, no fim da época seca. No primeiro período, o contágio poderá ser inter-espécies (entre espécies de morcegos e entre espécies de morcegos e outras espécies de mamíferos, entre elas os bovinos), pois parece que há um aumento da predação, e no segundo parece haver um aumento do contágio intra-espécie, devido ao aumento das agressões.

Ao comparar o pico da doença, Gráfico 6 (entre junho e julho), com os picos da

ocorrência dessazonalizada da doença, Gráfico 11 (abril e setembro), observa-se que há certa coincidência com IMA (2005), na qual cita que o foco de raiva ocorre entre 30 a 60 dias após o aparecimento da doença em morcegos.

Os casos de raiva em animais é a evidência da ocorrência de um surto de raiva prévio em morcegos. Segundo Bäer (1991), a raiva comporta-se na população de *Desmodus rotundus* como agente infeccioso típico em uma população, na qual alguns indivíduos morrem e outros adquirem anticorpos, depois a doença desaparece gradualmente até surgir novamente indivíduos susceptíveis na população. Araújo (2002) relaciona a renovação populacional do *Desmodus rotundus* com aspectos epidemiológicos da raiva bovina, principalmente em períodos sem ocorrência de focos. Seria interessante e de grande importância a realização de estudos sobre a dinâmica da população de morcegos em Minas Gerais, para determinar como a dinâmica populacional dos morcegos, principalmente do *Desmodus rotundus*, se relaciona com as epidemias da raiva.

#### 4.1.2. Análise espacial

Para fazer a caracterização ambiental e caracterizar a relação entre as variáveis independentes em estudo e a raiva bovina, focalizou-se a análise espacial em 6 municípios (Itaúna, Itatiaiuçu, Mateus Leme, Itabirito, Ouro Preto, Rio Acima), porque são estes os municípios que se encontram sob as janelas circulares dos *clusters* primários dos três testes realizados (Quadros 1, 2 e 3) e também devido à complexidade da análise da cobertura de solo.

Também é interessante analisar Itatiaiuçu, porque apesar de se encontrar sob a influência do *cluster* primário, não se encontrou registro de diagnóstico positivo (IMA) da raiva bovina de 1998 a 2004. A análise espacial destes municípios toma como princípio o princípio de Tobler (1970) que “todas as coisas se parecem mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes”.

#### **4.1.2.1. Raiva bovina (IMA) nos municípios de Itabirito, Rio Acima, Ouro Preto, Itaúna, Mateus Leme e Itatiaiuçu, de 1998 a 2004.**

Analisando o número de casos de raiva bovinos diagnosticados (IMA) da doença para os 5 municípios selecionados (Itaúna, Itabirito, Mateus Leme, Rio Acima e Ouro Preto) apresentam uma alta irregularidade quanto à evolução da prevalência de raiva bovina, entre 1998 e 2004. No Gráfico 13, o número anual de casos positivos à raiva de cada município, durante o período em estudo, no qual os municípios de Ouro Preto e Itabirito dominaram a totalidade dos casos positivos.

#### **4.1.2.2. Cobertura do solo, rodovias, ferrovias e drenagem.**

No presente estudo, optou-se pela classificação da cobertura do solo focalizada na análise das variáveis espacializadas no grupo de municípios que se encontravam “cobertos” pelas janelas de *clusters* primários que resultaram dos 3 testes do SaTScan® v.5.1.3 (Figura 12): Itaúna, Mateus Leme e Itatiaiuçu, região Oeste, e Ouro Preto, Itabirito e Rio Acima, região Leste da área de estudo. A eleição destes municípios se deveu ao fato de que sobre eles se localizam as janelas dos *clusters* primários para os três testes. É interessante observar que em Itatiaiuçu não há registro de casos de raiva durante todo o período de estudo.

De acordo com Durr (2004), a recomendação de estudos espaciais tem maior especificidade para áreas pequenas. No nosso caso, por razões logísticas, os eventos da doença foram agregados às sede municipais, constituindo desta forma em uma forte possibilidade de vício (*bias*) ambiental, pois à sede dos municípios correspondem áreas urbanas, de certa forma, homogêneas. No campo, os eventos podem ocorrer em áreas diferenciadas, visto que o ambiente natural está constituído por vários tipos de paisagens (áreas rochosas, lagos, campos, culturas etc.), e ao fazer a marcação do evento no ponto mais próximo da sua real ocorrência (a sede das

fazendas, por exemplo) se diminuirá em grande medida o *bias* ambiental. Neste sentido, a marcação por GPS dos pontos de ocorrência do evento, apesar de registrar um número menor de casos por superfície (menor área), a proximidade geográfica entre os eventos poderia dar resultados significativos e até mais apurados, relativamente, à localização dos focos de doença.

Foram encontradas 9 classes de cobertura do solo: campo, afloramento rochoso, vegetação secundária, vegetação natural, pasto, urbano, água, solo exposto, sombra, cada uma delas apresentando um determinado padrão de cor. A classe sombra representa regiões de alta inclinação em que não ocorre o reflexo da luz do sol.

No Quadro 4 estão os resultados das variáveis referentes à cobertura do solo por município, calculadas através do pacote estatístico Esri®Arcmap TM 9.0. Para classificar a cobertura de solo usou-se o software Spring® 4.4.1, com ajuda e apoio do pessoal do Laboratório de Cartografia do Instituto de Geociências (IGC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). No Quadro 5 se observam os valores de pixel para cada classe de cobertura para os três agrupamentos e o seu diferencial relativamente aos valores de pixels para cada classe, no total do município.

O Quadro 4 e 5, permitem ver como as variáveis se comportam na área em estudo, de um modo geral, e nas regiões vizinhas (Oeste e Este). É possível observar que os municípios a Oeste da região (Itaúna, Itatiaiuçu e Mateus Leme), possuem maior superfície de pasto e que os municípios situados a Este (Itabirito, Rio Acima e Ouro Preto), a predominância é para as classes de matas naturais e de afloramentos rochosos.

O mais importante é caracterizar o ambiente dentro das janelas dos agrupamentos (*clusters*) primários para os 3 testes realizados, e desta forma tentar aproximar quais os “ambientes” poderão estar

associados à ocorrência da raiva bovina dentro dos próprios municípios, até porque os casos de raiva bovina foram agregados à sede de município e assim aumentando o *bias* ecológico. No nosso caso, analisamos quais as classes de cobertura que cada município (Gráficos 16, 18, 20) contribui para a formação dos agrupamentos de doença e até que ponto a cobertura de solo nas áreas de agrupamento se diferencia em relação à composição total dos municípios.

Os Gráficos 17, 19 e 21 correspondem a relação total das classes de cobertura de solo das três janelas. Comparando as janelas entre elas parece não existir grandes diferenças entre as classes de cobertura nas três amostras. Porém, destaca-se o Teste 2 pela maior percentagem das classes de pasto, solo exposto e urbano, já o Teste 3 destaca-se pela maior participação na classe de cobertura do solo de mata natural. Contudo como sugere o Gráfico 22, parece não existirem diferenças significativas entre os três clusters.

O Gráfico 23 sugere uma associação entre o LLR e as classes de mata natural, afloramento rochoso, vegetação secundária e água, o que pode relacionar o agrupamento da raiva bovina a estes fatores naturais. Falcão (2005) refere-se a importância das matas ciliares como local de refugio, abrigo e local de alimentação para várias espécies de morcegos. Correlaciona positivamente a frequência de morcegos às características descritivas da paisagem, a presença de morcegos ocorre com maior frequência em áreas de maior densidade de vegetação, e com menor frequência em áreas perturbadas. A presença de *Desmodus rotundus* em florestas está relacionada a existência de grande número de fazendas de gado na vizinhança (Falcão, 2005). As populações se distribuem em áreas de floresta que são adjacentes ao pasto, de tal forma que nos pontos da floresta mais afastados do pasto é raro encontrar estes animais (Falcão, 2005).

Caso se confirme esta possível relação da ocorrência de raiva bovina em áreas com

predomínio de elementos naturais de paisagem, o mapeando destas classes de cobertura de solo, poderá permitir a localização geográfica de possíveis focos de raiva silvestre. Desta forma, se possibilitaria aos serviços de controle de zoonoses mapear áreas de maior risco de raiva bovina e tomar as devidas medidas sanitárias, fazendo uso de imagens de satélite.

Ao se aplicar um *buffer* de 4 km dos pontos de drenagem (bueiro, córregos e etc, conhecidos abrigos de morcegos) verifica-se uma influência de 100% em todos os municípios, o que significa que a malha de drenagem cobre toda a área estudada. Aplicando o mesmo *buffer* apenas aos rios (Figura 13) é possível notar a presença destas estruturas nos três agrupamentos. Quanto à presença de uma influência de 4 km para rodovias (Figura. 14), a influência encontrada representa quase a totalidade da superfície dos agrupamentos. Já as ferrovias (Figura. 15), no presente estudo, a sua influência apresenta uma influência variável. O município de Itatiaiuçu não apresentou influência das ferrovias sobre o fenômeno estudado.

Possivelmente estradas e ferrovias com tuneis e bueiros oferecem condições ideais de abrigo para populações de morcegos de diversas espécies.

#### 4.1.2.3. Densidade bovina total

A densidade bovina total por município parece se comportar de uma forma semelhante, com uma certa variação, entre os municípios vizinhos (de Oeste e de Este), na área estudada. Os municípios de Rio Acima, Itabirito e Ouro Preto, apresentaram uma tendência a baixa densidade bovina total entre 1998 e 2004. Os municípios de Itaúna, Itatiaiuçu e Mateus Leme, durante o período de 1998 a 2004, apresentaram alta densidade bovina, sendo a maior variação apresentada por Itatiaiuçu (Quadro 4 e.Figura 10).

Nos Gráficos 24, 25 e 26, pode-se observar uma correlação negativa entre o numero de casos diagnosticados (IMA) de raiva bovina e a densidade bovina total nos municípios

de Itabirito, Rio Acima e Ouro Preto, entre 1998 e 2004. Por outro lado, nos Gráficos 27 e 28, observa-se uma correlação positiva entre as duas variáveis em causa pelo mesmo período, para os municípios de Itaúna e Mateus Leme. Assim, parece que a população bovina nos municípios de Itaúna e Mateus Leme sofre um maior ataque da população de morcegos hematófagos, talvez devido a grande disponibilidade de alimento (alta densidade bovina total). Pelo contrário, os rebanhos bovinos dos municípios de Ouro Preto, Itabirito e Rio Acima, parecem sofrer menos com o ataque dos morcegos hematófagos, talvez devido à baixa densidade animal nestes municípios. A pecuária por representar uma abundante fonte de alimentos para os morcegos hematófagos, pode, de certa forma, provocar um aumento do risco de raiva em populações silvestres, especialmente entre os morcegos hematófago, devido à hiperpopulação que pode provocar nessas espécies.

#### 4.1.2.4. Altitude

A Figura 16 e Quadro 4, nos quais se observam a localização das janelas dos agrupamentos (*clusters*) primários e os intervalos de altitudes, respectivamente, parecem indicar uma tendência dos

agrupamentos a se localizarem em altitudes coincidentes com nascentes dos rios, ou próximas destas. Esta situação pode explicar, em parte e de certa forma, a manutenção do vírus em áreas distantes e de difícil acesso aos serviços de controle de zoonoses. Lyman (1970) e Almeida (2000) citam ser comum encontrar morcegos a uma altitude abaixo dos 1.500 metros, de preferência em torno dos rios, de acordo com os resultados encontrados no presente estudo (Figura 2). Segundo Bredt (1996) os relatos de ataques de morcegos hematófagos a diversas populações (humana ou animal) estão concentrados em áreas pobres, distantes e isolados. Os ataques freqüentes a animais domésticos ocorrem no entorno das casas abertas e de fácil acesso (estábulo, balsas, vivendas etc). Existem relatos de ataques à humanos em ocasiões em que ocorre a redução do número de animais domésticos. Araújo (2002) associa o aumento de casos humanos na região Norte e Nordeste em locais com desigualdade territorial, de difícil acesso aos serviços de saúde e de difícil operacionalidade das ações de controle, comum nas regiões de menor renda.

Regiões periféricas de difícil acesso poderão representar um maior risco à ocorrência de raiva bovina.

Município	CLUSTER (D)	LAT.	LONG.	RAIO km	Observado	Esperado	Casos-ano/10 <sup>4</sup>	ODE	LLR	Valor P
ITABIRITO	1	-20,25	-43,79	18,05	37	4,63	101,6	7,99	47,35	0,001
	2	-20,39	-43,66	34,93	55	12,76	54,8	4,31	43,25	0,001
OURO PRETO	3	-20,07	-43,89	22,56	44	8,36	66,9	5,26	40,94	0,001
NOVA LIMA					73	24,57	24,57	2,97	38,42	0,001
MARIANA	4	-20,33	-43,32	66,09						

Quadro 1. Resultado do TESTE 1, SaTScan® v.5.1.3 .

	ITAUNA	ITATIAIUÇU	IGARAPÉ	OURO PRETO	RIO ACIMA	BELO VALE	MARIANA	ESMERALDAS
Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8
Lat.	-20,07	-20,20	-20,05	-20,39	-20,09	-20,40	-20,33	-19,76
Long.	-44,58	-44,45	-44,32	-43,66	-43,76	-44,04	-43,32	-44,32
Raio km	15,28	19,82	27,23	20,63	34,93	39,60	49,79	0,00
Observado	33	333	36	32	33	32	30	21
Esperado	6,03	6,03	8,97	7,59	9,32	9,04	8,61	4,43
Casos-ano/10 <sup>4</sup>	69,6	69,6	51,0	53,6	45,0	45,0	44,3	60,3
ODE	5,48	5,48	4,01	4,22	3,54	3,54	3,48	4,74
LLR	31,09	31,09	25,00	23,25	19,55	18,93	17,29	16,83
Valor P	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ínicio	01/8/10	01/8/10	01/8/10	98/10/7	98/10/7	98/11/9	98/11/9	98/4/28
Fim	02/8/16	02/8/16	02/8/16	99/7/30	99/7/30	99/7/30	99/7/30	98/9/15

Quadro 2. Resultado do TESTE 2, SaTScan® v.5.1.3

	OURO PRETO	RIO ACIMA	MARIANA	ITAUNA	MATEUS LEME	ESMERALDAS	ITATIAIUÇU	BELO VALE
Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8
Lat.	-20,39	-20,09	-20,33	-20,07	-20,03	-19,76	-20,20	-20,40
Long.	-43,66	-43,76	-43,32	-44,58	-44,44	-44,32	-44,45	-44,04
Raio Km	20,63	18,05	53,07	0,00	15,28	0,00	19,82	39,60
Observado	46	34	49	33	34	27	34	46
Esperado	4,48	3,11	8,64	7,06	11,57	7,80	12,19	19,96
Casos-ano/10 <sup>4</sup>	130,6	139,1	72,1	59,4	37,4	44,0	35,5	29,3
ODE	10,27	10,94	5,67	4,67	2,94	3,46	2,79	2,30
LLR	70,36	53,00	49,22	26,76	15,60	15,31	14,38	14,34
Valor P	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ínicio	98/10/3	98/10/3	98/10/3	01/3/24	01/6/19	98/1/9	01/6/19	98/10/23
Fim	01/7/17	02/1/22	01/7/17	02/6/20	02/8/16	98/10/19	02/8/16	01/3/23

Quadro 3. Resultado TESTE 3, SaTScan® v.5.1.3.

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>ITAUNA</b>	<b>MATEUS LEME</b>	<b>ITATIAIUÇU</b>	<b>RIO ACIMA</b>	<b>ITABIRITO</b>	<b>OURO PRETO</b>
<b>LLR<sup>63</sup></b>	28,93	15,60	22,74	36,28	47,35	43,25
<b>CAMPO pixel<sup>64</sup></b>	16,7953	23,0319	19,7842	20,7382	23,9452	10,5898
<b>AFLORAMENTO ROCHOSO</b>	0	1,4380	0,3462	5,2966	2,4285	8,4033
<b>VEGETAÇÃO 2ª</b>	20,1003	19,0337	32,9067	21,6976	17,078	28,8733
<b>VEGETAÇÃO NATURAL</b>	20,5376	28,441	15,5657	23,8252	13,7192	34,6659
<b>PASTO</b>	19,4829	18,891	18,4773	10,3956	22,3362	4,9306
<b>URBANO</b>	9,6334	3,0894	9,821	4,9945	9,7025	2,9919
<b>SOLO EXPOSTO</b>	9,2657	3,9067	1,0218	2,1517	0,6028	4,0807
<b>ÁGUA</b>	4,1847	2,1503	0,7397	7,2653	7,2260	4,2571
<b>SOMBRA</b>	0	0	1,33739	3,6358	2,9617	1,2073
<b>FERROVIAS pixel<sup>65</sup></b>	34,931	40,1106	0	39,8083	14,201	32,863
<b>RODOVIAS</b>	98,9646	100	95,1779	84,1946	91,0181	97,5339
<b>DRENAGEM</b>	100	100	100	100	100	100
<b>DBM<sup>66</sup></b>	71,089	54,455	38,051	3,4783	7,5138	7,3092
<b>ALTITUDES:</b>						
<b>1- ≤ 680 m</b>	0	0	0	0	0	0,0020
<b>2- 680 a 780 m</b>	12,0896	5,0047	0	4,3178	0,0053	1,3545
<b>3- 780 a 880 m</b>	34,4719	49,8603	7,5447	19,0220	4,4798	4,4798
<b>4- 880 a 980 m</b>	33,6574	31,6911	30,2731	23,2010	21,1807	9,7445
<b>5- 980 a 1080 m</b>	17,1826	10,6189	44,7535	15,9986	26,7084	22,0700
<b>6- 1080 a 1180 m</b>	2,4961	2,0840	14,8156	14,5446	15,7238	25,6068
<b>7- 1180 a 1280 m</b>	0,1023	0,7112	2,2512	11,4850	13,6536	20,198
<b>8- 1280 a 1380 m</b>	0	0,0296	0,3607	7,5462	12,6003	11,08347
<b>9- 1380 a 1480 m</b>	0	0	0,0012	2,8290	4,2991	3,610589
<b>10- ≥1480 m</b>	0	0	0	1,0561	1,3490	1,8507

Quadro 4. Resultado da “assinatura” das variáveis em estudo para os municípios selecionados para análise usando o dados cartográfico do GeoMinas (95) para drenagem, ferrovias e rodovias. Uso de Imagem LandSat ETM+ para o ano de 2000.

<sup>63</sup> Para Itaúna, Rio Acima e Itatiaiuçu o Valor do Log Ratio Likelihood (LLR), foi obtido por média dos testes 3 e 2. Mateus Leme foi obtido do teste 3 e Itabirito e Ouro Preto, tendo o teste 1 como referência.

<sup>64</sup> O valor foi obtido para cada variável resultado da classificação da cobertura de solo dos 6 municípios em que o valor de píxel para cada variável é dividido pelo total de píxel das variáveis classificadas multiplicado por 100. VEGETAÇÃO 2ª; VEGETAÇÃO NATURAL; PASTO; CAMPO; URBANO SOLO EXPOSTO; ÁGUA; SOMBRA.

<sup>65</sup> Este valor foi obtido quantificando a variável (RODOVIAS, FERROVIAS, DRENAGEM) em píxel, dividido pelo total de píxel que constitui o respectivo município.

<sup>66</sup> Os valores correspondem ao valor da mediana da Densidade bovina total por município durante o período de estudo, para cada município.



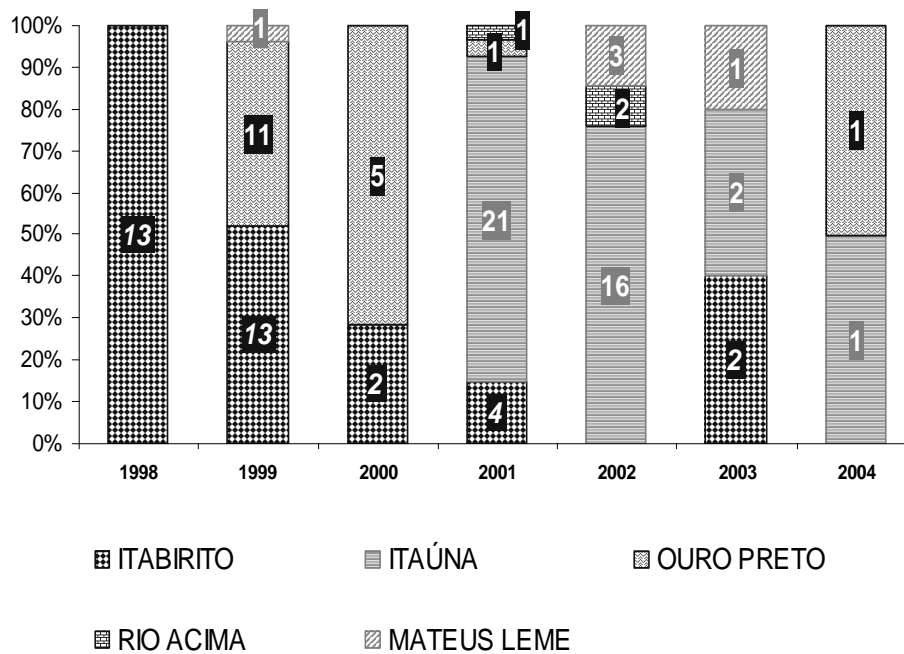


Gráfico 13. Número de casos de raiva bovina notificados (IMA) e seu percentual para os municípios em estudo entre 1998 e 2004 (Itatiaiuçu, não apresentou nenhum caso notificado de raiva bovina).

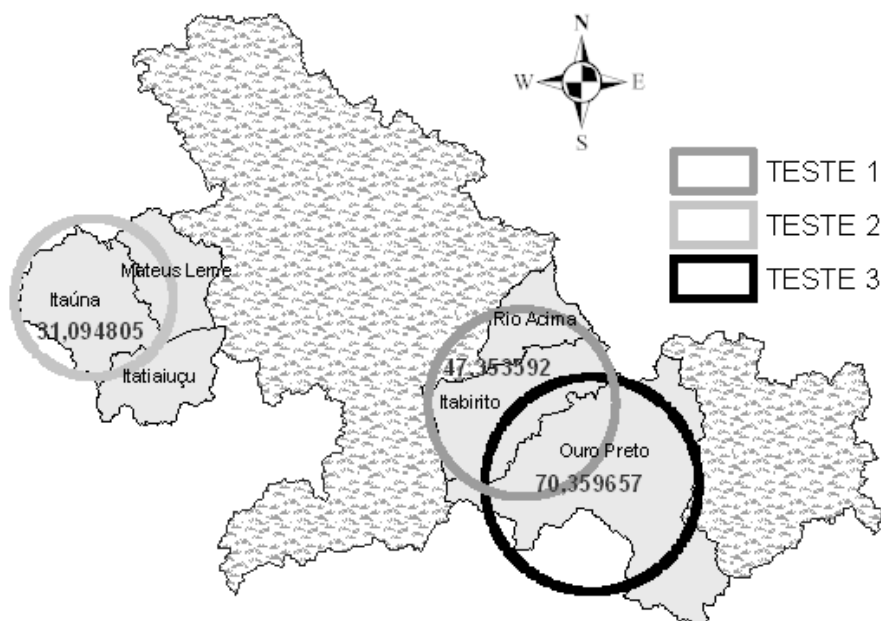


Figura 12. Municípios selecionados para análise espacial e as janelas dos *clusters* primários dos três testes não paramétricos do SaTScan® v.5.1.3.

MUNICÍPIO	CLASSE	Nº PIXEL	CLUS	$\Delta P^{67}$	P	MUNICÍPIO	CLASSE	Nº PIXEL	CLUS	$\Delta P$	P
Ouro Preto	Campo	56688	1	-0,0771	0,000	Itatiaiuçu	urbano	1985	2	0,0141	0,000
Ouro Preto	Aflo. roch	27745	1	-0,0055	0,000	Itatiaiuçu	Veg. 2ª	9914	2	-0,0907	0,000
Ouro Preto	Mata nat.	106813	1	0,0018	0,052	Itatiaiuçu	Água	14	2	0,0068	0,000
Ouro Preto	Pasto	16506	1	-0,0039	0,000	Itatiaiuçu	Solo exp.	651	2	-0,0173	0,000
Ouro Preto	urbano	5606	1	0,0118	0,000	Mateus Leme	Campo	30663	2	-0,0323	0,000
Ouro Preto	Veg. 2ª	309764	1	0,0636	0,000	Mateus Leme	Aflo. roch	2823	2	-0,0098	0,000
Ouro Preto	Água	7436	1	0,018	0,000	Mateus Leme	Mata nat.	34531	2	-0,0113	0,000
Ouro Preto	Solo exp.	17103	1	-0,0144	0,000	Mateus Leme	Pasto	19463	2	0,0222	0,000
Itabirito	Campo	138531	1	0,0015	0,055	Mateus Leme	urbano	2214	2	0,01192	0,000
Itabirito	Aflo. roch	13729	1	0,0004	0,077	Mateus Leme	Veg. 2ª	22508	2	-0,0024	0,064
Itabirito	Mata nat.	80491	1	-0,0022	0,000	Mateus Leme	Água	1202	2	0,0112	0,000
Itabirito	Pasto	128096	1	0,0014	0,064	Mateus Leme	Solo exp.	3331	2	0,0105	0,000
Itabirito	urbano	55592	1	0,0007	0,196	Ouro Preto	Campo	125810	3	-0,0172	0,000
Itabirito	Veg. 2ª	99494	1	-0,0016	0,02	Ouro Preto	Aflo. roch	93109	3	-0,0071	0,000
Itabirito	Água	41195	1	0,0008	0,063	Ouro Preto	Mata nat.	371870	3	-0,0162	0,000
Itabirito	Solo exp.	577151	1	$-8,6 \cdot 10^{-5}$	0,547	Ouro Preto	Pasto	46483	3	0,0037	0,000
Rio Acima	Campo	27042	1	0,0294	0,000	Ouro Preto	urbano	26919	3	0,0161	0,000
Rio Acima	Aflo. roch	7505	1	0,0035	0,0035	Ouro Preto	Veg. 2ª	261088	3	0,0330	0,000
Rio Acima	Mata nat.	39117	1	-0,0191	0,000	Ouro Preto	Água	44257	3	-0,0007	0,007
Rio Acima	Pasto	15853	1	-0,0003	0,716	Ouro Preto	Solo exp.	44825	3	-0,003	0,000
Rio Acima	urbano	6033	1	0,0102	0,000	Itabirito	Campo	40757	3	0,8807	0,000
Rio Acima	Veg. 2ª	37117	1	-0,0276	0,000	Itabirito	Aflo. roch	2196	3	0,7486	0,000
Rio Acima	Água	10941	1	0,0006	0,433	Itabirito	Mata nat.	25697	3	0,4960	0,000
Rio Acima	Solo exp.	3209	1	0,0004	0,392	Itabirito	Pasto	29212	3	0,8284	0,000
Itaúna	Campo	91525	2	-0,151	0,000	Itabirito	urbano	26912	3	0,3363	0,000
Itaúna	Aflo. roch	0	2	-	-	Itabirito	Veg. 2ª	33875	3	0,6143	0,000
Itaúna	Mata nat.	111867	2	-0,1849	0,000	Itabirito	Água	9050	3	0,2686	0,000

Quadro 5. Numero de pixel de cada classe de cobertura para a porção dos municípios sob as janelas dos agrupamentos e sua relação com o nº de pixel de cada classe em todo município. (continua)

<sup>67</sup> Diferencial de amostragem em que  $\Delta p = p_1 - p_2$  em que  $p_1$  é o total da amostragem de pixel para cada classe no total do município e  $p_2$  é o total de amostragem de pixel para cada classe na porção do município sob a janela de agrupamento.

(Continuação)

MUNICÍPIO	CLASSE	Nº PIXEL	CLUS	$\Delta P^{68}$	P	MUNICÍPIO	CLASSE	Nº PIXEL	CLUS	$\Delta P$	P
Itaúna	Pasto	106102	2	-0,175	0,000	Itabirito	Solo exp.	899	3	0,0221	0,000
Itaúna	urbano	52487	2	-0,0867	0,000	-	-	-	-	-	-
Itaúna	Veg. 2ª	110657	2	-0,1834	0,000	-	-	-	-	-	-
Itaúna	Água	22852	2	-0,0377	0,000	-	-	-	-	-	-
Itaúna	Solo exp.	50619	2	-0,0837	0,000	-	-	-	-	-	-
Itatiaiuçu	Campo	3951	2	0,030	0,000	-	-	-	-	-	-
Itatiaiuçu	Aflo. roch	32	2	0,0021	0,000	-	-	-	-	-	-
Itatiaiuçu	Mata nat.	2855	2	0,0347	0,000	-	-	-	-	-	-
Itatiaiuçu	Pasto	3937	2	0,018	0,000	-	-	-	-	-	-

Quadro 6. Numero de pixel de cada classe de cobertura para a porção dos municípios sob as janelas dos agrupamentos e sua relação com o nº de pixel de cada classe em todo município.

<sup>68</sup> Diferencial de amostragem em que  $\Delta p = p_1 - p_2$  em que  $p_1$  é o total da amostragem de pixel para cada classe no total do município e  $p_2$  é o total de amostragem de pixel para cada classe na porção do município sob a janela de agrupamento.

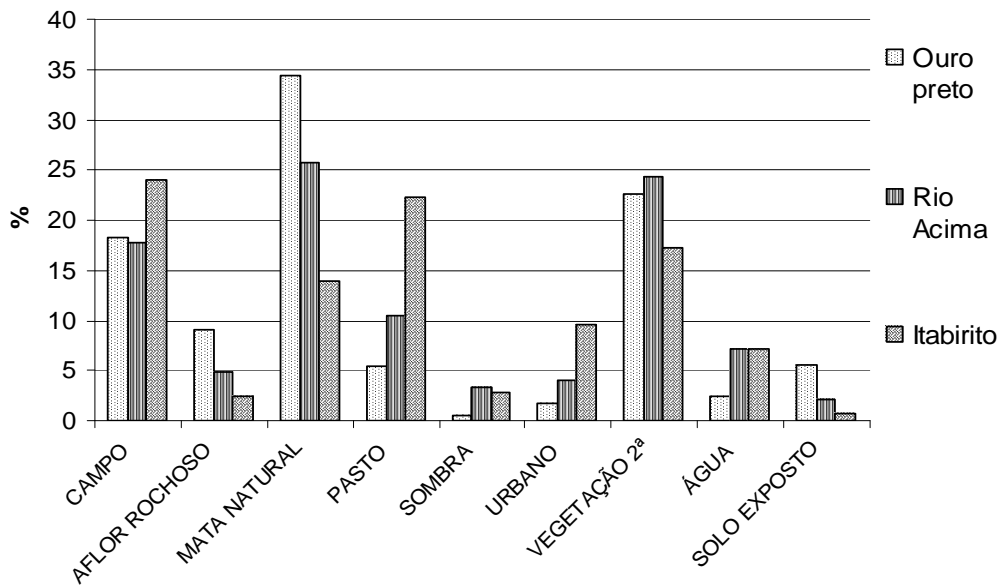


Gráfico 14. Contribuição da cobertura de solo de Ouro Preto, Rio Acima e Itabirito na “assinatura” do cluster 1º do TESTE 1, para 2000.

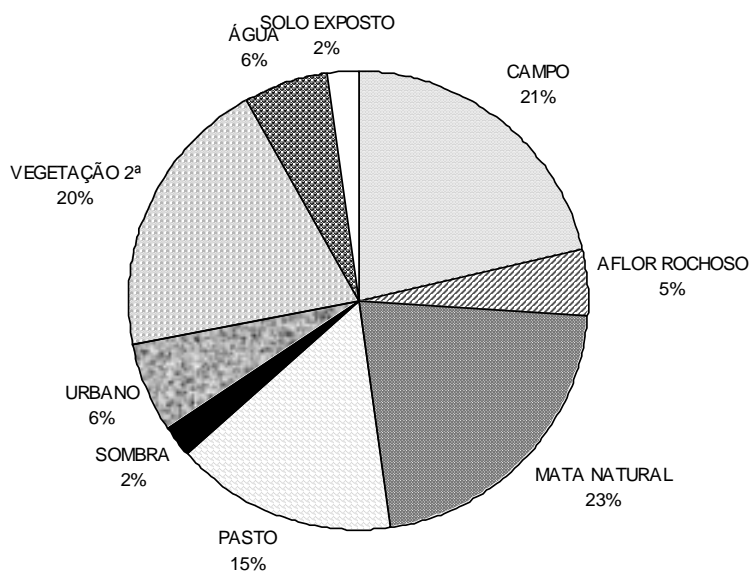


Gráfico 15. Relação total das classes do percentual da cobertura de solo para a janela do cluster 1º do TESTE 1, para o ano de 2000.

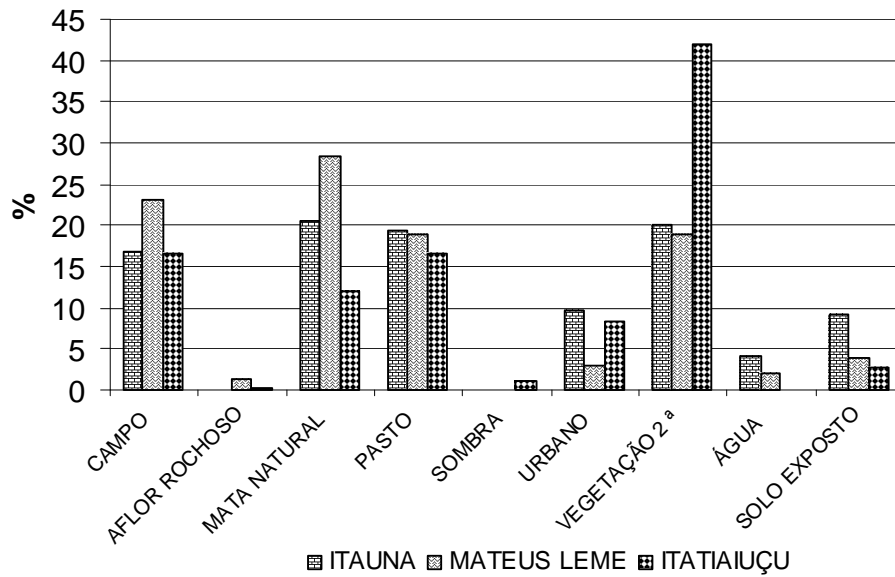


Gráfico 16. Contribuição da cobertura de solo de Itaúna, Mateus Leme, Itatiaiuçu na “assinatura” da janela do cluster 1º do TESTE 2, para 2000.

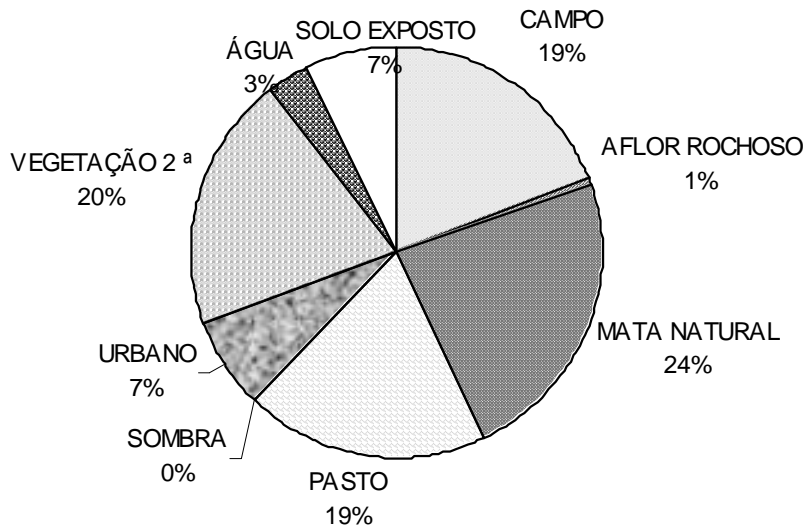


Gráfico 17. Relação total das classes do percentual da cobertura de solo para a janela do cluster 1º do TESTE 2, para o ano de 2000.

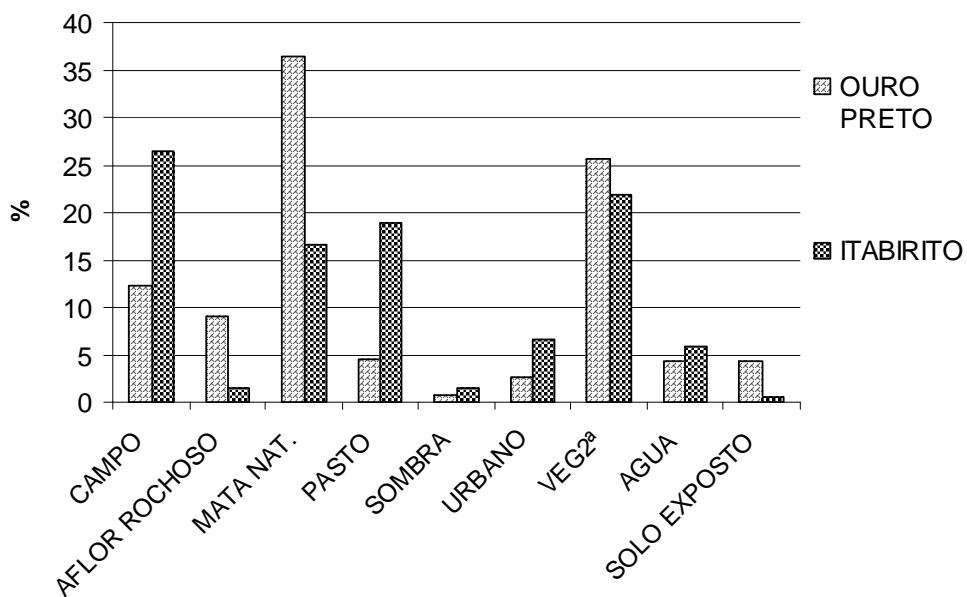


Gráfico 18. Contribuição da cobertura de solo de Ouro Preto e Itabirito na “assinatura” do cluster 1º do TESTE 3, ano 2000.

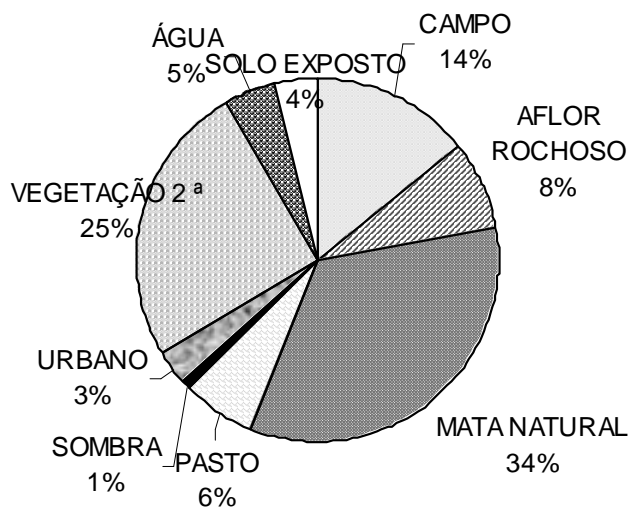


Gráfico 19. Relação total das classes do percentual da cobertura de solo para a janela do cluster 1º do TESTE 3, para o ano de 2000.

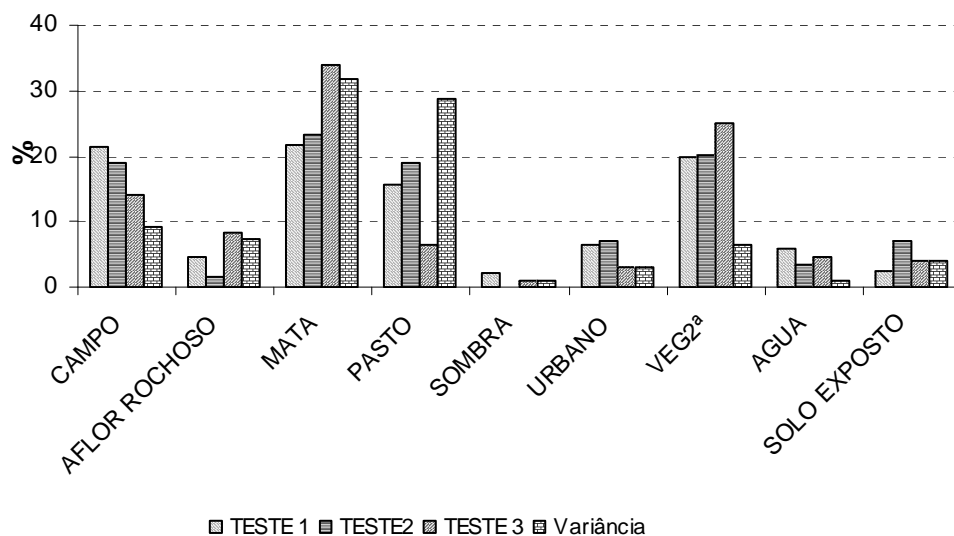


Gráfico 20. Relação entre as classes de cobertura de solo das janelas dos clusters primários dos Teste 1, 2, 3 e da janela resultante da interseção entre as janelas dos clusters primários do Teste 1 e 3, 2000.

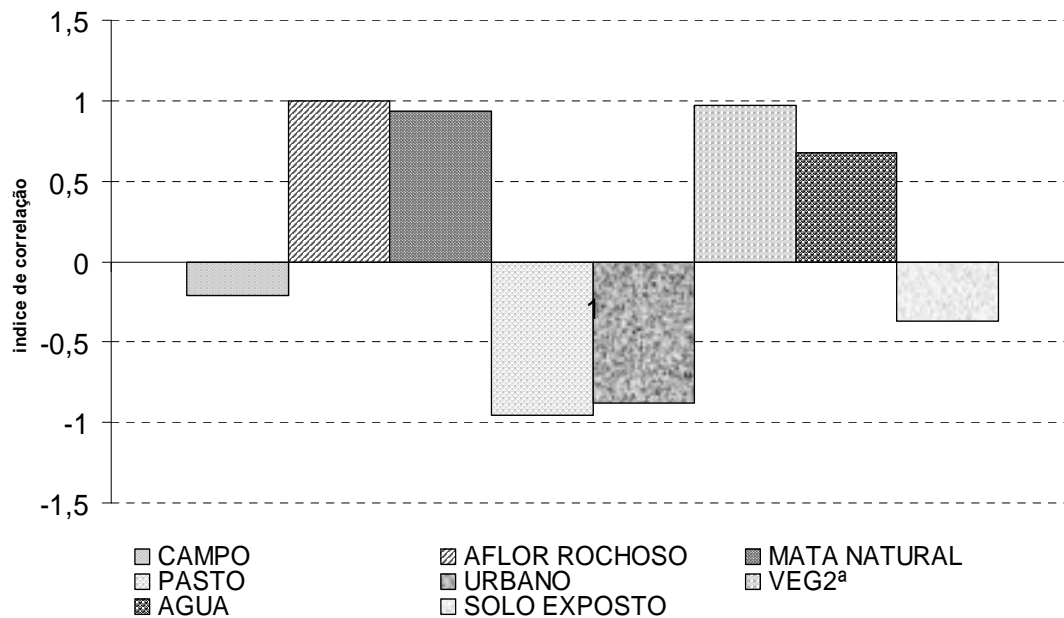


Gráfico 21. Correlação do LRR das janelas de clusters analisadas com as respectivas classes de cobertura para o ano de 2000.

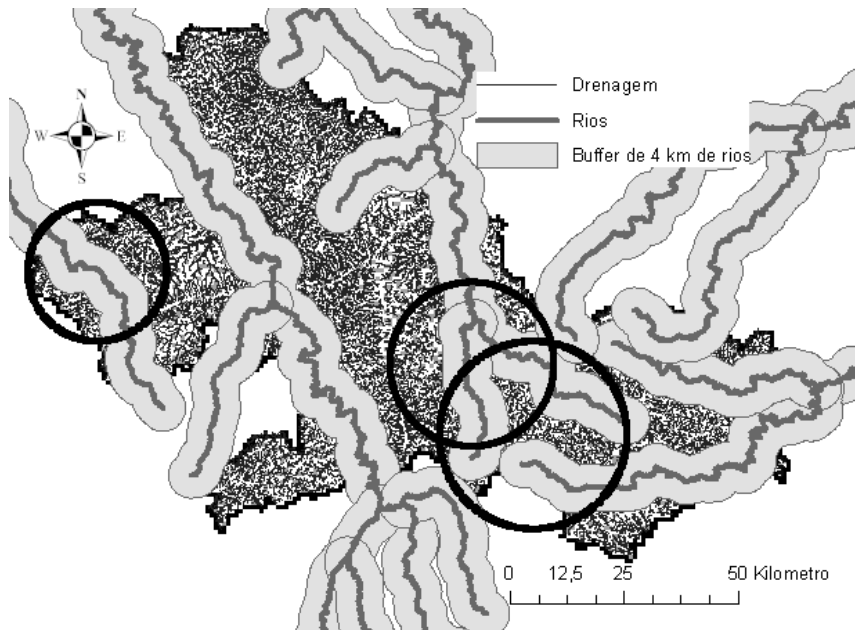


Figura 13. Drenagem e Buffer de 4 km para os rios da região em estudo.

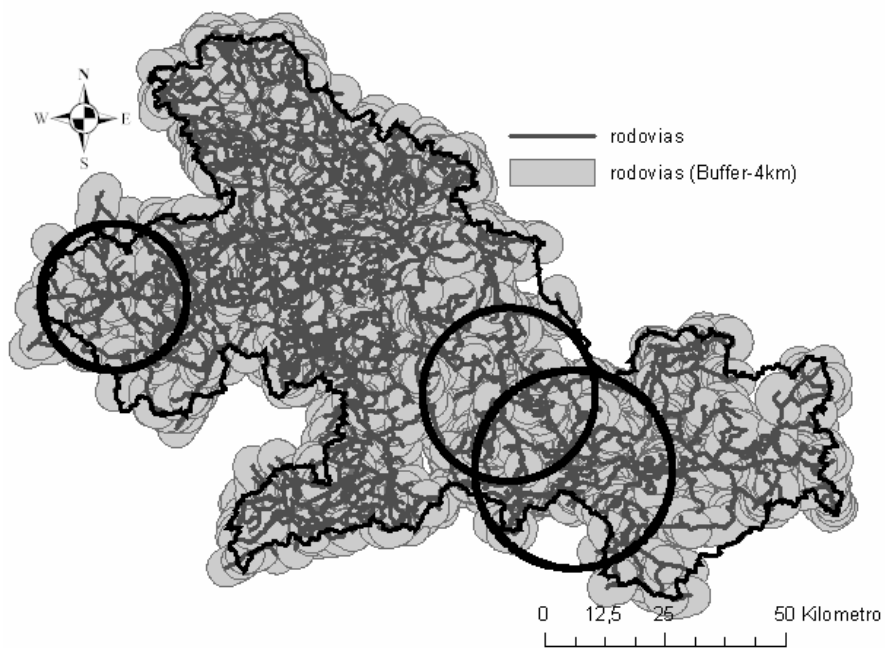


Figura 14. Buffer de 4 km para rodovias.



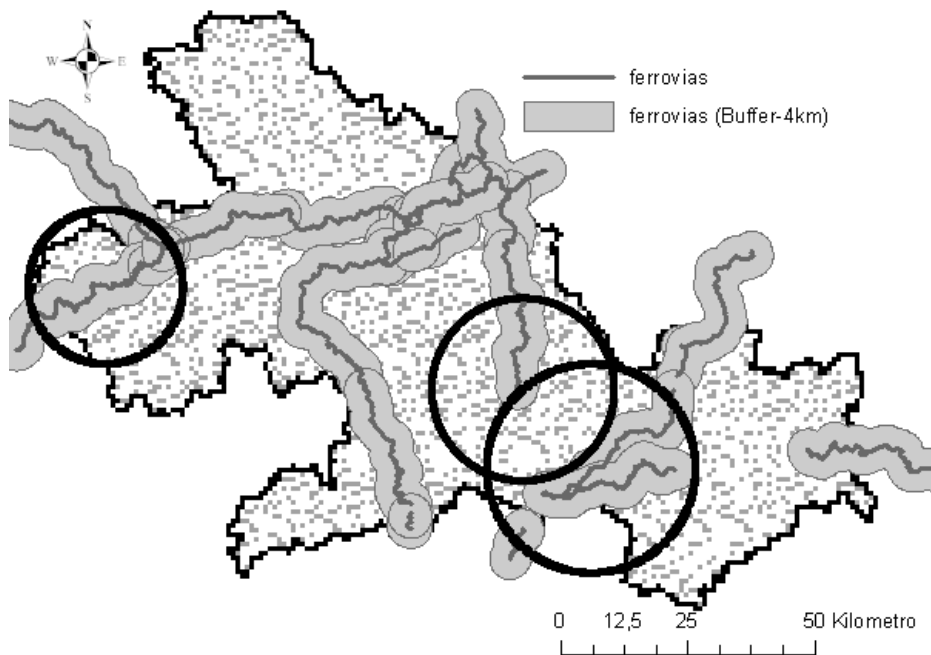


Figura 15. Buffer de 4 km para ferrovias.

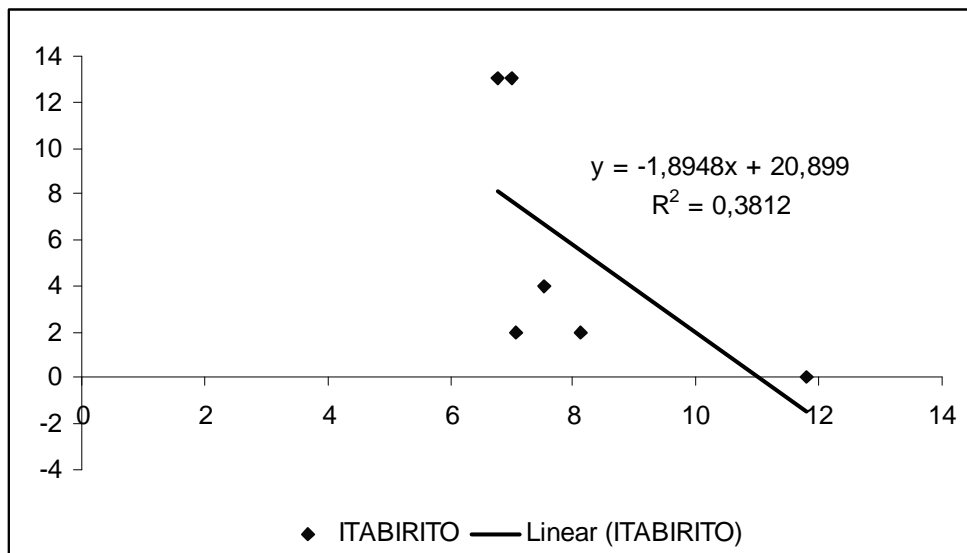


Gráfico 22. Correlação entre Prevalência de raiva bovina e Densidade Bovina Total de Itabirito, de 1998 a 2004.

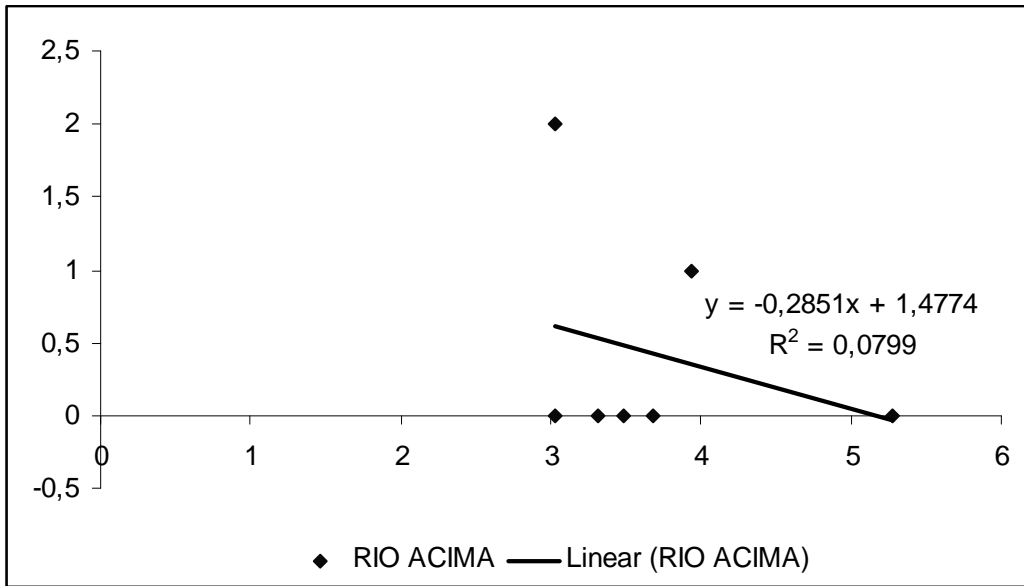


Gráfico 23. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Rio Acima, de 1998 a 2004.

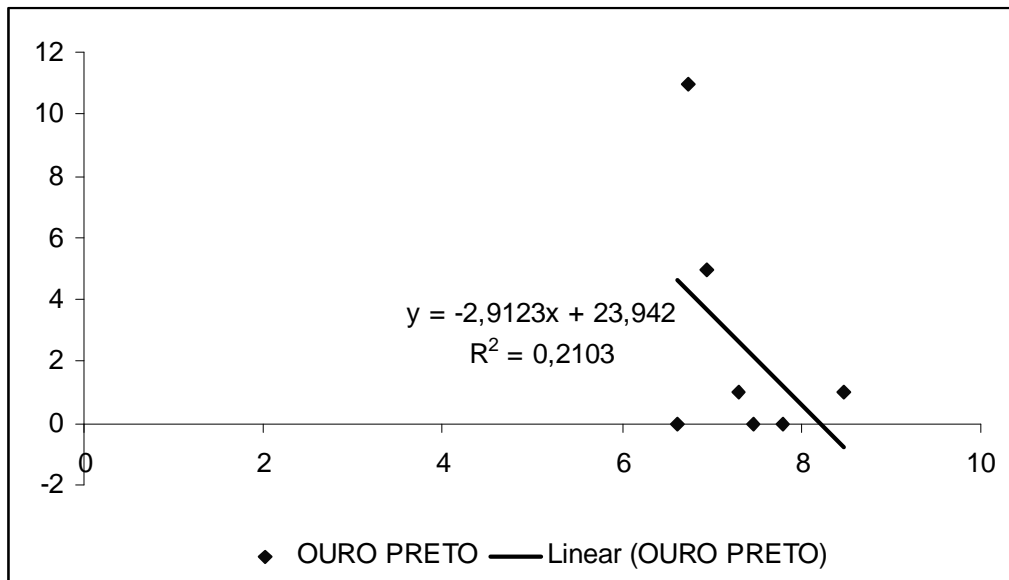


Gráfico 24. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Ouro Preto, 1998 a 2004.

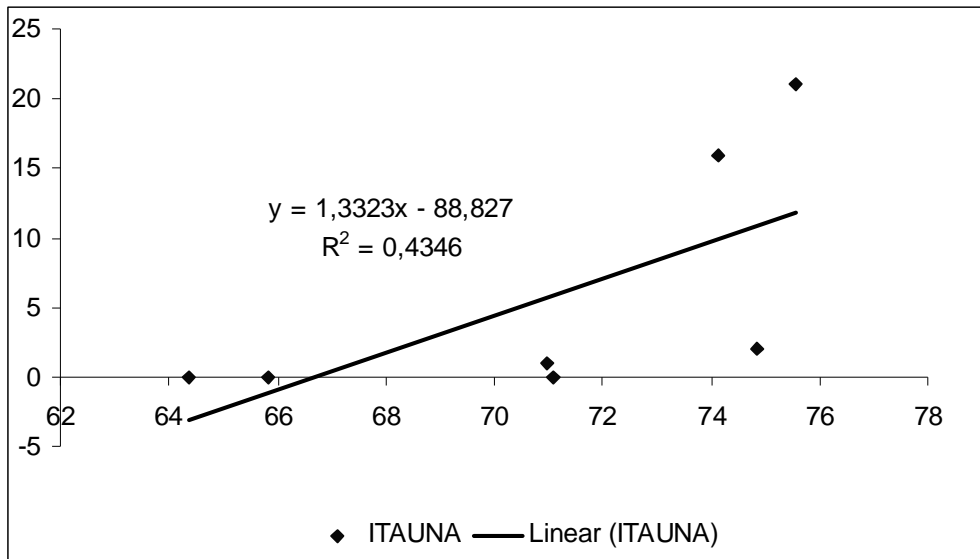


Gráfico 25. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Itaúna, de 1998 a 2004.

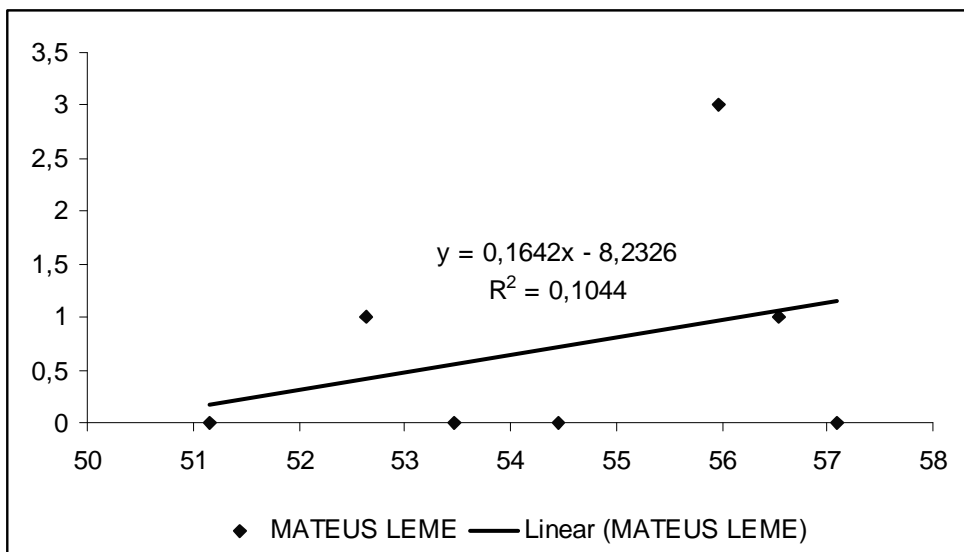


Gráfico 26. Correlação entre Prevalência de Raiva Bovina e Densidade Bovina total de Mateus Leme, de 1998 a 2004.



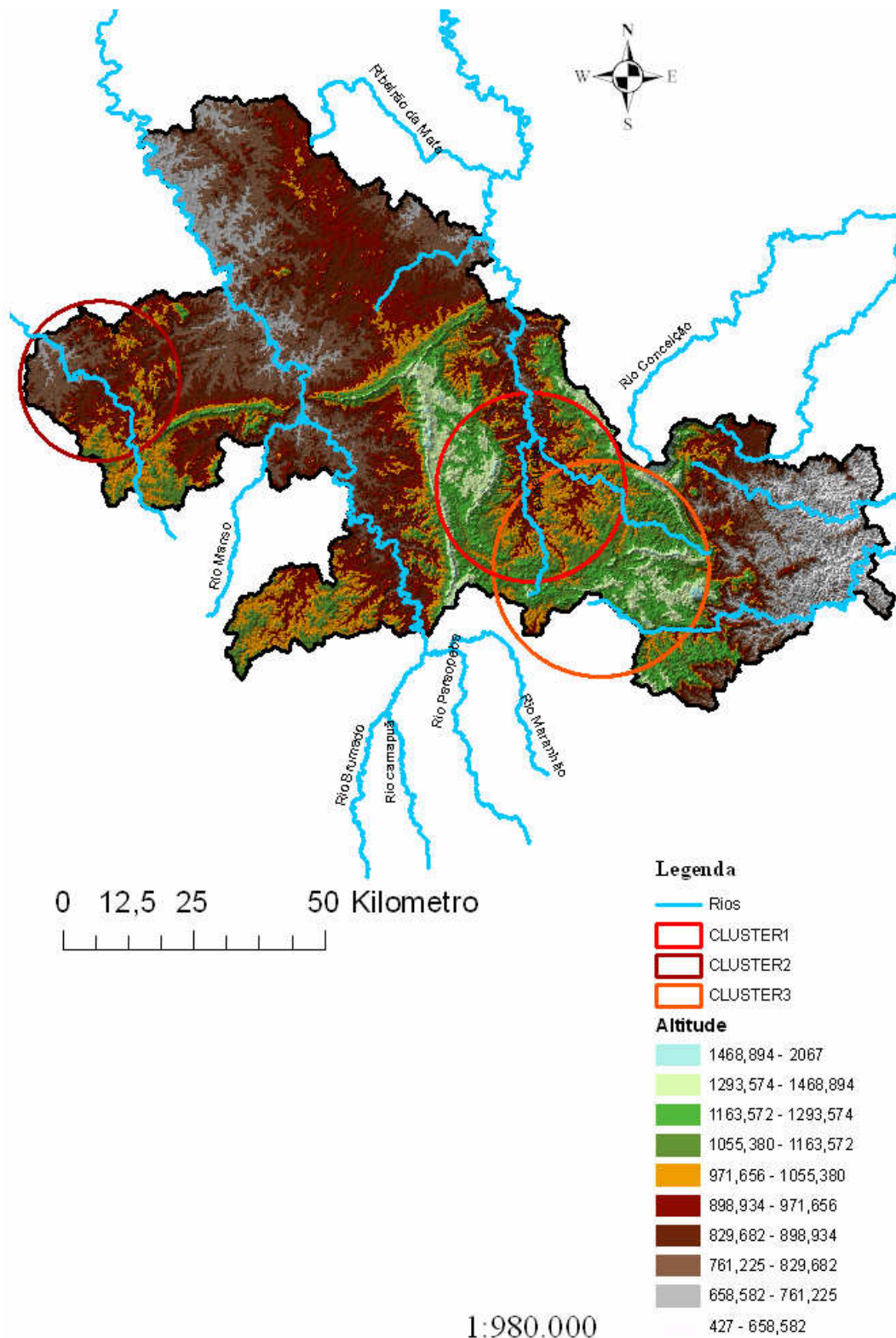


Figura 16. Mapa da altimetria (SRTM) da região em estudo e "janelas" dos clusters primários dos 3 testes realizados.



#### 4.1.2.3. Análise espaço-temporal

De um modo geral e de acordo com os modelos epidemiológicos das doenças transmissíveis, um foco primário em condições favoráveis do meio, presença do agente e disponibilidade de susceptíveis, se multiplica em secundários até atingir índices elevados de incidência ou regredir, ao encontrar situações desfavoráveis (Silva, 1993). No presente estudo observando os mapas que representam os municípios sob influência de cluster significativos ( $p=0,001$ ) segundo os testes espaço temporais, o Teste 2 (Figuras 17 a 20) e Teste 3 (Figuras 21 a 25). Parece haver ocorrido, durante o período de tempo estudado, um foco primário na região que corresponde a Seccional de Itabirito, deslocando-se, posteriormente, em sentido Norte e Oeste através dos focos secundários. É natural que nos processos de difusão das doenças transmissíveis, o mais provável é que a fonte de infecção se encontre mais próxima às grandes densidades populacionais. Entretanto, foi verificada no presente estudo que o foco primário surgiu numa área de menor densidade bovina, difundindo-se para regiões de maior densidade, sobretudo ao longo dos rios, mesmo porque é onde se encontram as maiores concentrações de pasto e, conseqüentemente, de bovinos. Essa situação se explique, talvez, pelo fato de que na Seccional de Itabirito haja, entre os pecuaristas, uma maior preocupação com a doença (Gráficos 6 e 7; Figuras 12 e

13) e, conseqüentemente uma maior demanda para os diagnósticos diferenciais para a raiva. Além do mais, a subnotificação da doença pode ser a razão da ocorrência menos expressiva na região Oeste da área estudada.

Turner (1975) observou no México que os *Desmodus rotundus* se deslocavam ao longo dos rios num raio de 4 km ou 2 km e tendem a ocupar uma área regular. Observando as Figuras 22 a 30, observa-se uma evolução ao longo do percurso do rio da área de influência de agrupamento de raiva bovina, poderá estar relacionado ao fato de a população dos morcegos é maior ao longo dos rios, até porque existe maior concentração de pasto, pois a água também é importante para a pecuária.

A região da Serra da Moeda e o Parque Itacolomi são as últimas manchas de ambiente natural na região em estudo, sendo estas regiões consideradas em perigo e sujeitas a diversas pressões ambientais. As possíveis migrações das populações de morcegos ao longo das bacias dos rios e com eles um possível migração do vírus rábico, poderá ocorrer devido à desestabilização ambiental das referidas regiões naturais. Seria interessante um estudo acerca da migrações das populações de morcegos, para se conhecer até que ponto estas migrações são naturais ou induzidas pelo homem.







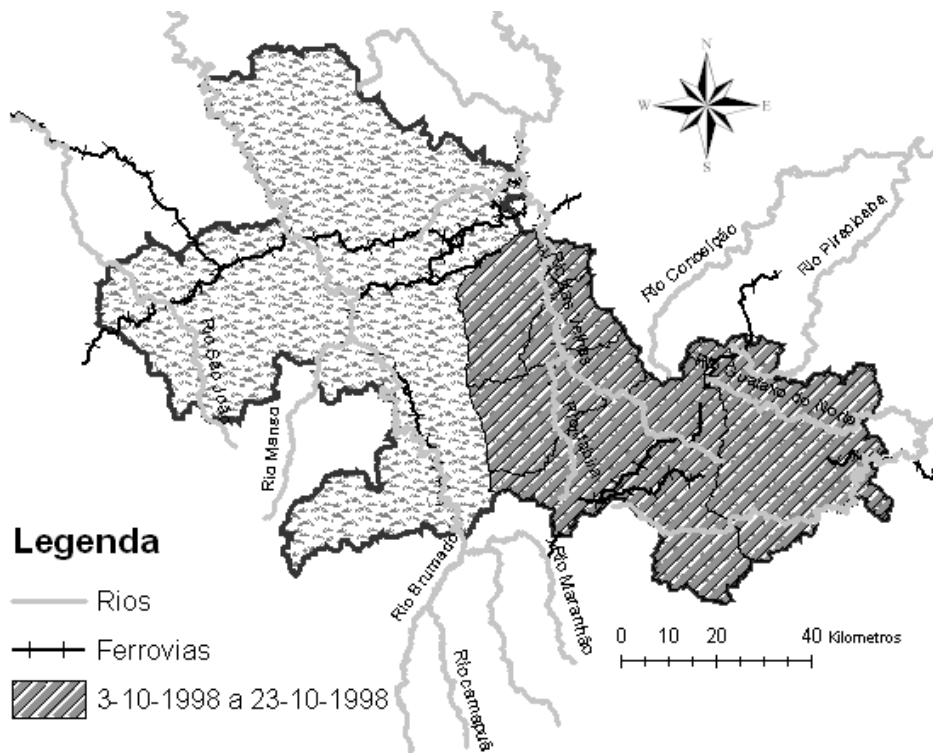


Figura 21. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 3/10/1998 a 23/10/1998.

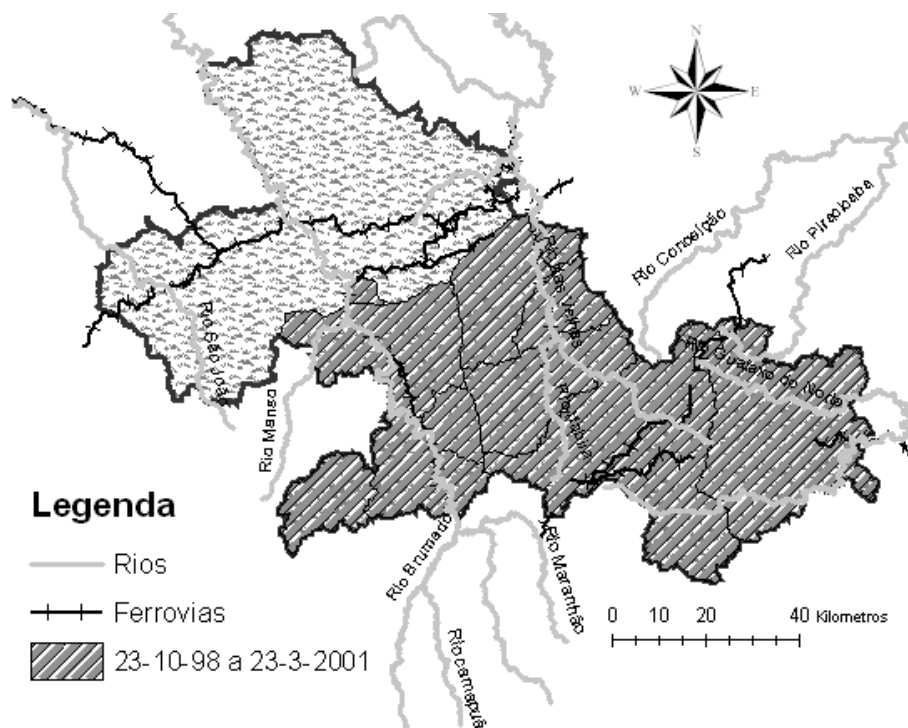


Figura 22. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 23/10/1998 a 23/3/2001.

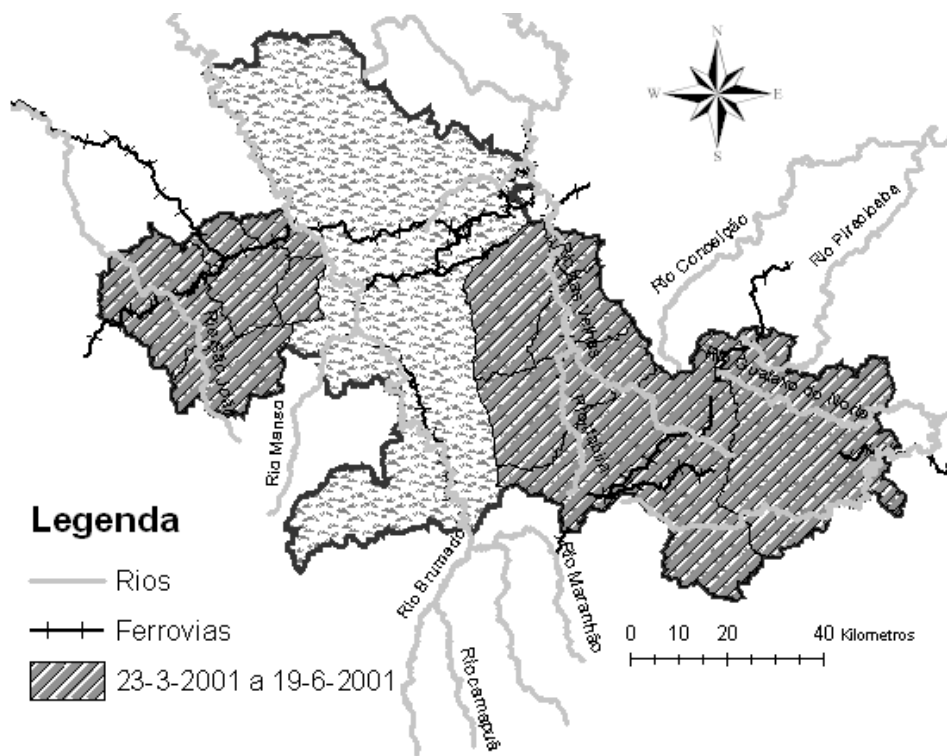


Figura 23. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 23/3/2001 a 19/6/2001.

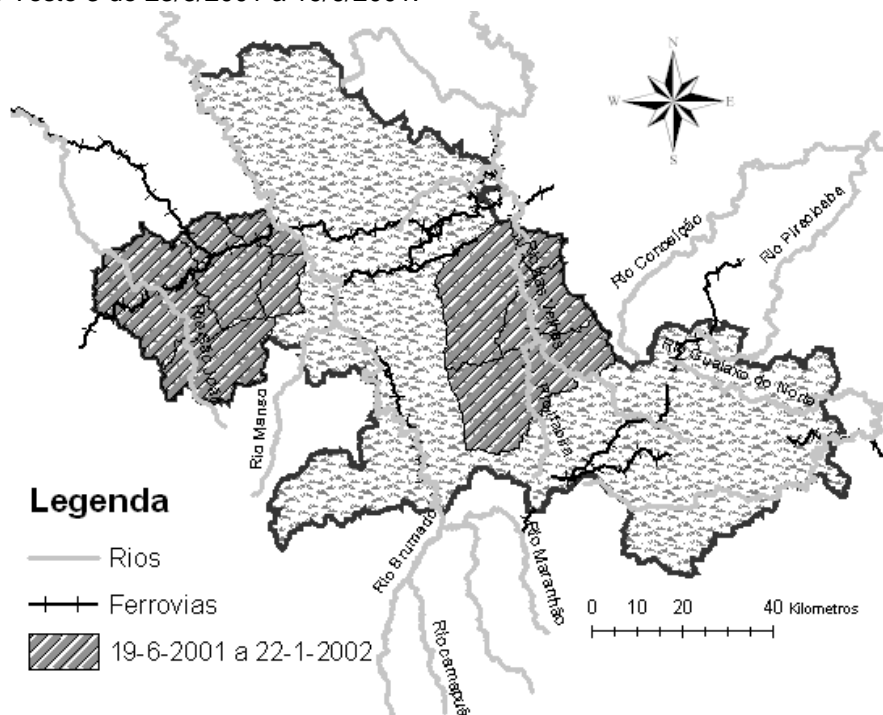


Figura 24. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 19/6/2001 a 22/1/2002.

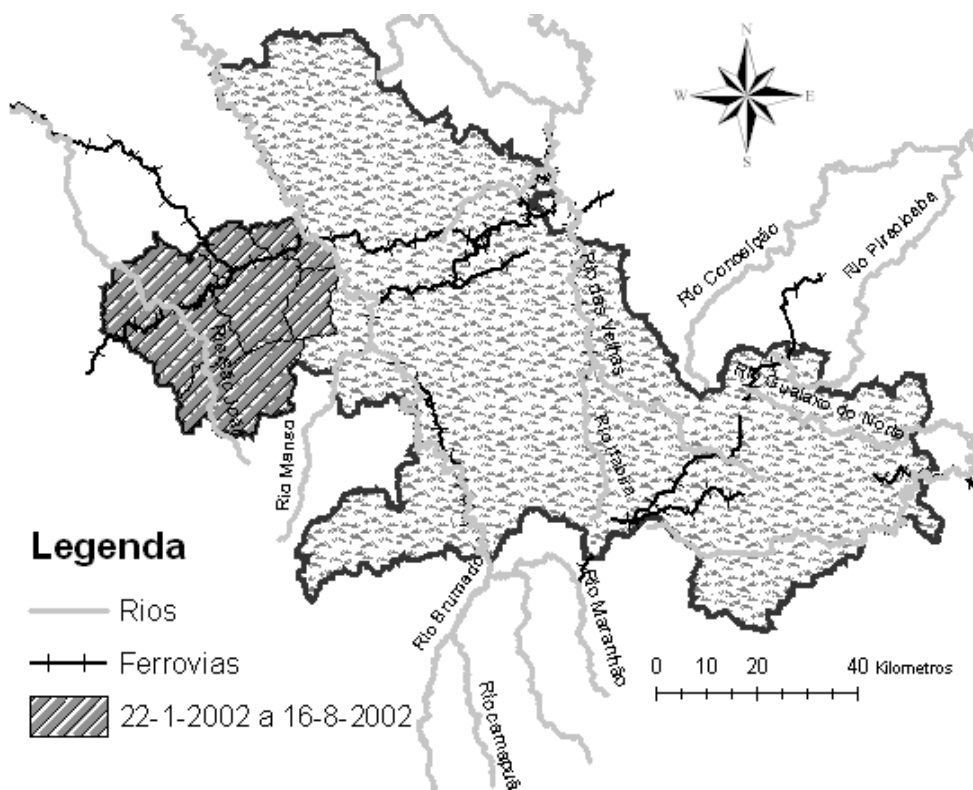


Figura 25. Municípios da região em estudo sob influência de agrupamento de doença do segundo o Teste 3 de 22/1/2002 a 16/8/2002.

#### 4.2. Comentários finais

Das análises feitas no presente trabalho, com base na estatística espacial “não paramétrica”, resultaram três “janelas” que representam áreas com maior risco à raiva bovina. Duas “janelas”, resultantes dos Testes 1 e 3, a Leste, e uma a Oeste, resultante do Teste 2 (Figura 17). As janelas a Leste se encontram associadas a municípios com baixa densidade bovina e a janela a Oeste sobre os municípios com alta densidade bovina (Figura 10). A raiva bovina na região Oeste parece indicar uma correlação positiva com relação à densidade bovina por área total do município (Gráficos 27 e 28) e a Este uma correlação negativa (Gráficos 24, 25 e 26).

Os intervalos de tempo dos agrupamentos significativos do Teste 2 (Quadro 2) coincidem com os períodos epidêmicos usando o método da dessazonalização por mês (Gráfico 12).

Com respeito à altitude registrada na área de estudo, nas três janelas a altitude variou entre 500 m e 1.500 m, sendo que a Oeste foi predominante a altitude entre 500 m e 1.000 m, e as janelas a Este verificou-se uma predominância para intervalo de altitudes entre 1.000 m e 1.500.m (Figura 16).

As três janelas possuem uma influência de rodovias, uma alta influência de rodovias e total cobertura de pontos de drenagem (Figuras 13 a 15).

Em relação à coberturas de solo, não existem diferenças significativas entre a relação percentual das classes de cobertura mapeadas sobre as “janelas”. Entretanto, verificou-se uma maior relação de elementos artificiais na região Oeste de elementos naturais na região leste (Gráficos 27 a 35). As janelas representativas das áreas de maior risco da doença, resultantes do estudo, apresentam uma maior relação

com elementos ambientais como mata natural, afloramento rochoso, vegetação secundária e água (Gráfico 36).

De um modo geral, a região em estudo apresenta condições ambientais (Quadro 4) de abrigo e alimentação para o crescimento de populações de morcegos, especificamente da espécie *Desmodus rotundus*. Municípios com alta densidade bovina podem representar um maior risco à raiva bovina na região, visto que o tamanho das colônias de morcegos em cada abrigo, segundo Almeida (2000), dependem da disponibilidade de alimento, condição esta presente na área estudada, representada pela com alta concentração de gado bovino em vários municípios da região Oeste.

Um fator importante em relação à raiva bovina, parece ser a grande mobilidade dos morcegos, o grande número de abrigos na região e, possivelmente, a superpopulação de *Desmodus rotundus*, vetor da doença, condicionada pela alta concentração de população bovina na região.

Quanto à interpretação espaço temporal dos resultados, a região como um todo apresenta-se sob possível influência do raio de ação dos morcegos, nomeadamente *Desmodus rotundus*, referido como principal vetor de raiva bovina. Alencar (1977) refere que os *Desmodus rotundus* podem percorrer uma distância até 200 km, contudo não significa serem capazes de percorrer esta distância numa noite. Ao ocorrer uma epizootia a doença parece migrar ao longo dos percursos descendentes dos rios. Contudo é necessário ter em atenção ao tirar conclusões de evolução de raiva bovina. A má qualidade dos dados obriga a ter em atenção quanto ao método estatístico e resultados. Constantine (1970) cita que surtos de raiva em zonas adjacentes podem não ter relação, que combinando as datas de vários surtos numa área extensa dá a impressão de um único surto epidêmico em contínuo progresso.

É possível a propagação de a raiva bovina ocorrer devido a migrações de populações de morcegos. É possível que a pressão populacional de morcegos no Parque do

Itacolomi provoque uma propagação dos morcegos no próprio território e fora dele. Os resultados espaço temporais dos Testes 2 e 3 sugerem a origem de uma epidemia de raiva a leste da área de estudo, onde se localiza o Parque. Além do mais, Oliveira (1999) cita que a atividade extrativo-mineral nos arredores do Parque Natural do Itacolomi (Ouro Preto e Mariana) e na Serra da Moeda afeta todo o ecossistema do Parque e arredores, inclusive a população de morcegos. Mejis (2006) relata que as perturbações intensas e repetidas provocam a mudança dos morcegos para outros abrigos.

A alteração desta região pode provocar a mudança de prevalência de espécies na área e o deslocamento de outras, aumentando possivelmente, a propagação da doença. Neste caso, o risco de ocorrer epidemias de raiva bovina ao longo do percurso descendente dos rios que nascem no Parque Itacolomi poderá ser real. A hidrografia é um fator importante na epizootia da Raiva, visto que os quirópteros tendem a colonizar áreas circunscritas a rios.

A pressão exercida no meio natural sobre a população de morcegos tem alterado a prevalência de espécies e a adaptação de outras às cidades que poderá significar um aumento da população de morcegos nestas regiões (Falcão, 2005). Perturbações ambientais nos “bolsões” de matas, da região, e provoca o contato intra-espécie ao longo dos rios e assim ocorrer uma epidemia nesta população animal aumentando o risco de circulação do vírus em ambientes urbanos. Sendo que os surtos poderão ocorrer nas regiões com maior concentração em animais de pecuária. Os bovinos positivos à doença parece funcionar como sinalizador de surtos de raiva nas populações de morcegos.

Atualmente ocorre uma tendência de mudança de morcegos para áreas urbanas e assim aumentando o risco de transmissão da raiva ao homem e animais domésticos (Mejia, 2006). Uma das principais causas apontadas é a destruição do seu habitat natural. Existe um risco de re-introdução do

vírus rábico na população canina através do *Desmodus rotundus*, daí a necessidade de monitorar o ciclo da raiva na população de morcegos (Carvalho, 2006).

Existem diversos relatos de captura em áreas urbanas de morcegos infectados com variantes do vírus rábico tipo 1, como Buenos Aires (Domen e Beltran, 2006), São Paulo (Scheffer et al, 2006) e Belo Horizonte (Busolotti et al, 2006). Ferraz (2006) identificou *Desmodus rotundus* positivo à raiva na área metropolitana de São Paulo. Casseb (2006) identifica vírus rábico da variante 3 em gato e porco.

Busolotti et al (2006) identificou 29 morcegos positivos à Raiva na cidade de Belo Horizonte entre 2002 e 2006, na qual 16 eram frugíveros que apresentavam a variante 3, típica do *Desmodus rotundus*. Este fenômeno poderá significar uma crescente influência do *Desmodus rotundus* nas áreas metropolitanas e conseqüente aumento de populações de morcegos contaminados circulando nestas áreas. Desde 2003 vem ocorrendo um aumento de casos de raiva humana devido à exposição a animais silvestres, com destaque para o *Desmodus rotundus*, principalmente na região norte e nordeste do Brasil, nas quais ocorrem significativas transformações ambientais (Wada & Castelho, 2006).

Com a eventual erradicação da raiva urbana, o vírus poderá encontrar nos morcegos uma forma de sobrevivência, pois assim terá uma maior mobilidade e capacidade de escape às ações de controle. Assim a raiva pode constituir um problema grave para a saúde pública, devido à altíssima taxa de mortalidade e pela aparente adaptação cada vez maior das populações de morcegos às áreas urbanas.

As epidemias de raiva bovina na região em estudo parece relacionar-se com a densidade bovina, efetivo bovino vacinado, densidade populacional do vetor *Desmodus rotundus*, falta ou falha nas medidas preventivas primárias da doença e com as transformações ambientais que ocorrem na região.

No presente estudo através da pesquisa bibliográfica fez-se uma tentativa de entender como a região foi se transformando e qual seria a possível relação com vírus da raiva tipo 1, visto que existem citações opostas relativamente à presença deste vírus no continente Americano. A análise histórica é importante para entender a construção da realidade epidemiológica atual, permite analisar as relações qualitativas entre o homem e o meio que o rodeia. Conhecer os fatores que intervêm na doença implica conhecer a região onde ocorre, que apresenta características singulares, resultado de um processo contínuo de transformação e relações ocorridas no passado.

A biocenose, composta por patógeno, hospedeiro, transmissores, vetores e receptores é um processo evolutivo que acompanha a própria evolução das espécies. As associações entre as doenças e os ambientes ocorreram antes do surgimento da espécie humana, contudo nos dias atuais estas associações estão expostas à influência do ser humano (Pavlovsky, 1969). Alterações ecológicas no espaço determinam as alterações ecológicas da patobiocenose.

A situação epidemiológica do ciclo terrestre do vírus rábico é diferente do ciclo aéreo. Por isso é importante saber como o vírus rábico atingiu a população de morcegos (Amasino, 2003). Alguns dados se referem a presença da família lyssavirus na população de morcegos antes de atingir os carnívoros, contudo outros autores referem-se a possibilidade do vírus rábico tipo 1 ser originária da Europa. Parece de fato ocorrer uma evolução adaptativa do vírus ao longo do tempo. O mapeamento das prevalências das diversas variantes antigênicas do vírus rábico pode dar pistas de como o vírus rábico se vem relacionando com as várias espécies animais ao longo do tempo.

O controle da doença passa pela análise da diversidade das linhagens do vírus rábico no novo Mundo e da importância epidemiológica para cada uma delas devido a uma baixa diversidade antigênica do vírus

rábico na região Neotropical (Rupprech, 1991).

Cliquet e Picard-Meyer (2004) sugerem a hipótese de o vírus rábico ter inicialmente ter mudado de hospedeiro dos morcegos para os carnívoros. A raiva passou a ser um problema para o homem à 10.000 anos atrás quando domesticou o cão. Existem inúmeros relatos ao longo de várias civilizações no velho mundo, com destaque para a alta prevalência da doença na Europa na Idade Média. Não existem relatos de raiva no Novo Mundo antes da colonização. O primeiro relato de raiva bovina no Brasil foi em 1908 por Carini.

Segundo Rupprech (1991) a introdução da raiva no Novo Mundo teria ocorrido através dos animais domésticos, nos séculos XVII e XVIII. Pires em 1965 acredita que a raiva deveria ser endêmica nos herbívoros silvestres.

Constantine (1970) acredita que o vírus rábico já infectava a população de morcegos antes da chegada dos europeus ao Novo Mundo, baseando-se nos relatos de mortes devido a ataques de morcegos-vampiros no continente no século XVI. Contudo não existem provas que as mortes ocorridas tenham sido devido à raiva, sendo que este animal pode ser portador de outras doenças como a febre amarela. O aumento da magnitude e distribuição da raiva pode sugerir um aumento de diagnóstico, contudo poderá também significar a grande capacidade de adaptação do vírus rábico a novas condições de forma a sobreviver e multiplicar-se (Rupprecht, 1991).

Ao se fazer uma consulta de textos relativos à história da região, parece que até à chegada dos Europeus praticamente não ocorriam grandes transformações ambientais. Nos séculos XVI e XVII a colonização praticamente ocorria somente nos territórios litorais, cujo principal objetivo era a produção de cana-de-açúcar. A partir do século XVIII começaram as grandes transformações ambientais em Minas Gerais, com chegada de massas de populações humanas e animais (aumento da pecuária). Sendo que existem relatos de

terem ocorrido nos municípios de Itabirito, Mariana e Ouro Preto, grandes transformações ambientais. Estes municípios apresentavam uma grande circulação de pessoas e animais devido ao comércio intenso que ocorria na região e em relação ao Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia.

Acabando o ciclo dos metais preciosos, ocorreu o abandono de explorações auríferas, tendo estas retornadas ao seu estado natural, contudo muitas regiões em Minas continuaram a prosperar, desenvolvendo-se muitas atividades econômicas, entre elas a pecuária.

As alterações mais significativas ocorreram no final do século XIX e início do século XX, com alterações de prevalência de espécies animais e vegetais. No conceito de Silva (1997) a região em estudo apenas apresenta espaço percorrido e organizado. O espaço natural na realidade não existe mais na região. As últimas ilhas de mata natural existentes na região não pertencem à vegetação original antes da colonização. A região de Itabirito, Rio Acima e Ouro Preto apesar de nos dias de hoje apresentar uma presença acentuada de mata natural comparando com o total da região em estudo, foi no passado alvo de transformações intensas ocorridas nos séculos XVIII e XIX, que poderá ter aumentado o contato entre animais domésticos e silvestres. A prevalência do *Desmodus rotundus* poderá ter sido alterada com a presença cada vez mais acentuada do setor da pecuária, que ocorreu na região no passado, permitindo um acesso cada vez maior de alimento às populações desta espécie e seu crescimento e adaptação ao meio rural. O que as possibilidades de ocorrer um “*spillover*” entre animais domésticos e selvagens. É interessante salientar que durante séculos ocorria uma rota intensa de comércio de bovinas entre a região central de Minas e a Bahia, através do “Caminho do gado”. Se as populações de morcegos hematófagos cresceram devido ao crescimento da pecuária, pode ser que o crescimento destas populações pode ter sido no sentido do norte em direção ao sul de Minas Gerais, fixando-se

nas regiões com alta concentração de animais domésticos, como ocorria nos locais de exploração aurífera.

Em Minas Gerais, a última região natural a ser transformada foi a Mata Atlântica no vale do Rio Doce, segundo Otoni (2002). Os primeiros grandes surtos de raiva no Espírito Santo ocorreram na região do Vale do Rio Doce sendo que Pires (1965) associa o aumento da raiva bovina em Espírito Santo às alterações ambientais ocorridas na época na Bahia e Minas Gerais.

Se o vírus rábico tipo 1 veio com os animais portadores da Europa, as condições ambientais para a sua introdução na Região do Quadrilátero Ferroso poderá ter ocorrido nos séculos XVIII e XIX. Apesar que existem dúvidas pessoais quanto a este fato, pois citações referem uma relação mais antiga das populações de morcegos com os vírus da família *Rhabdoviridae*. Uma pesquisa histórico-arqueológica na região de Ouro Preto, Itabirito e Mariana, onde terem ocorrido provavelmente as primeiras grandes transformações ambientais, poderá revelar a origem do vírus rábico no meio, de que forma afetou as populações de morcegos ou de outros animais silvestres e como este vírus se vem relacionando com o ambiente na América do Sul.

Segundo o conceito de Pavlovsky da “teoria da nidalidade das doenças” a região em estudo poderá apresentar um foco natural da doença na Seccional de Itabirito, onde ocorre a transição de região de paisagem rural para paisagem natural, com tendência de adaptação em área rural vizinha de centros urbanos na Seccional de Itaúna, onde existem pequenas ilhas de mata natural, acompanhando a tendência de crescimento da bovinocultura, sentido Oeste. Sendo que o vírus rábico tipo I poderá ter sido introduzido na fauna selvagem nos séculos XVIII e XIX em consequência das profundas alterações ambientais. Sendo que a região terá retornado a um estado natural após a diminuição da importância econômica dessa região. O vírus poderá ter-se adaptado e persistido na fauna selvagem da região.

Seria importante a realização destes testes na rotina de diagnóstico positivo de Raiva, para fazer a tipificação do vírus, como por exemplo, o teste anticorpo monoclonal, para assim identificar qual a população animal representa a fonte do vírus, em Minas Gerais. Permitindo assim também saber como o vírus se comporta nas diversas espécies e regiões.

Ocorre uma desarticulação entre as entidades responsáveis no controle da Raiva, em que as ações de saúde divergem na área rural e urbana, o que provavelmente não é benéfico se o objetivo é o controle da doença, será necessário realizar trabalho conjunto entre instituições estaduais e municipais, envolvidas em conjunto em ações de combate à doença (Luz, 1998; Nasser, 2003).

O controle da doença raiva passa pela integração de grupos de trabalho de entidades públicas e privadas e assim como devido apoio político. É importante as autoridades públicas estabelecerem um entendimento de qual medidas e ações deverão ser tomadas em relação às zoonoses de forma que a Saúde Pública e preservar o ambiente natural. A ação isolada dos Centros de Controle de Zoonoses municipais e o serviço de Instituto Mineiro de Agropecuária reduz a eficácia das medidas de controle e erradicação na região, de forma que o vírus rábico parece encontrar formas de alternar entre os espaços urbanos e rurais através da alternância de hospedeiros e de muitas vezes “Silenciosa”.

Uma metodologia de combate baseada num estudo epidemiológico como o trabalho realizado poderá possibilitar a detecção de focos persistentes de Raiva em populações de Morcegos, principalmente *Desmodus rotundus*, fazendo uso da localização geográfica de animais pecuários (suas presas) na região com um baixo custo financeiro. A ação sanitária será o passo seguinte que exige maiores recursos financeiros, mas provavelmente será uma ação de controle do vírus rábico no “ambiente”. O programa de vigilância deve



ser adaptado de acordo com a situação epidemiológica de cada região.

Para conhecer as áreas prioritárias que necessitam de uma intervenção sanitária é importante conhecer quais os fatores presentes no espaço e como se relacionam (Najar e Marques (2003). A construção de modelos fazendo uso da Epidemiologia Espacial pode revelar outras dimensões desconhecidas em relação ao fenômeno. A detecção dos casos de doença e geo-referenciamento permite mapear a distribuição da doença e desta forma indicar a fonte de infecção.

A qualidade e eficácia dos sistemas de saúde que incorporam o SIGs depende da qualidade e quantidade de dados coletados, por isso falta o investimento de forma a melhorar a qualidade e disponibilidade do dados (Morris e Wakefield, 2000). Este investimento é alto e sabe-se o problema da falta de recursos que ocorre nos dias de hoje nos organismos de saúde animal. Contudo este investimento irá permitir uma ação eficiente no controle, monitoramento e erradicação de doenças. Por isso caso seja feito um investimento nas metodologias, materiais e ferramentas da Epidemiologia Espacial, a médio e longo prazo poderá ser extremamente vantajoso, devido ao ganho sócio-econômico para os serviços de saúde animal, produtores e sociedade em geral.

A tendência de no futuro ocorrer o plantio de matas com fins econômicos, seja para produção de madeira e celulose, sem devido controle poderá aumentar o risco de raiva na região devido a possível alteração ambiental.

Parece ser necessário tomar precauções especiais em áreas com alta densidade bovina onde ocorra um decréscimo acentuado na desta população, pois assim aumenta o contato direto entre o homem e o *Desmodus rotundus*, aumentando o risco real de transmissão do vírus rábico a humanos, como tem ocorrido nas regiões norte e nordeste do Brasil.

Transformações ambientais bruscas provocam surtos de raiva em animais de pecuária, provavelmente devido a surtos epizooticos de raiva nas populações de morcegos, causados pela migração destes provocadas pelo stress que a alteração ambiental causa aos morcegos. Assim aumenta o contato entre indivíduos infectados e não infectados.

Um “ambiente” constituído por fatores biológicos e sócio-econômicos, a degradação deste produzirá desequilíbrios de sistemas complexos e milenares, muitas vezes desconhecidos pela ciência. No processo de caos-equilíbrio, os novos equilíbrios podem ser vantajosos ou desvantajosos ao patógeno. A tentativa de criar artificialmente um novo equilíbrio no sistema que seja vantajoso aos interesses econômicos do homem é perigoso, porque este novo equilíbrio apesar de num primeiro momento se mostrar benéfico, poderá implicar o desequilíbrio de subsistemas desconhecidos e passado um determinado período se revelarão na forma de doença ou calamidades ambientais, que por sua vez conduzem à doença.

Os sistemas naturais, mais antigos que a nossa própria existência tendem naturalmente a um equilíbrio da qual várias formas de vida passaram por um processo milenar de adaptação. O equilíbrio destes sistemas naturais é fundamental para a existência de inúmeras formas de vida, que os próprios sistemas naturais influenciam de uma forma negativa ou positiva de forma a manter um equilíbrio sistema natural composto por sistemas vivos e não vivos. Estas forças negativas nos seres vivos se manifestam sob a forma de doença, assim mantêm-se um equilíbrio natural inter-espécies e intra-espécies.

É mais seguro como estratégia de sobrevivência da humanidade no planeta que segundo a *teoria de Geia* (Anexo II) se constitui como um super-organismo vivo, não alterar estes sistemas ou então encontrar forma de minimização ou reversão de desequilíbrios causados pela humanidade a este sistema devido ao presente modelo de desenvolvimento.

É urgente a criação de outros modelos de desenvolvimento que permitam um saneamento ambiental e garantam um futuro sustentável para as gerações vindouras. O desenvolvimento concentrado na produção material tem causado a destruição de várias espécies animais e vegetais, alterando o equilíbrio ambiental que é importante para a saúde na sociedade segundo, o ambiente tem uma ação mediata ou imediata na saúde, em que o ambiente degradado produz doença.

O desequilíbrio não ocorre em simultâneo em todos os sistemas. Este ocorre em áreas específicas daí a importância do monitoramento destes subsistemas de forma a se atingir um desenvolvimento sustentado. É possível atingir uma tecnologia benigna, mas as sociedades terão de abdicar do objetivo máximo do lucro, pois a maximização do lucro choca com o equilíbrio dinâmico na natureza.

O pastoreio excessivo provoca diminuição da camada arbustiva (Motta, 1996), a pecuária é responsável pelo sacrifício dos recursos naturais importantes em termos ecológicos e econômico. Hoje o conhecimento científico e tecnológico que poderiam ser aplicados na agropecuária com o objetivo de reduzir os impactos ambientais da agropecuária, que por sua vez, não estão a ser suficientemente incentivadas.

Os custos ambientais negativos irão incidir sobre as gerações futuras e a qualidade da matriz agropecuária tem uma grande influência nos processos ecológicos na dinâmica populacional de várias espécies animais e vegetais na natureza, por isso é importante estudar qual o manejo da matriz pecuária que permite a biodiversidade e sustentabilidade ecológica.

O desenvolvimento de métodos agropecuários, para serem efetivos, econômicos e sustentáveis depende do suporte e apoio de toda a sociedade.

O custo ambiental de uma atividade econômica não pode superar o custo de redução do consumo desse produto, assim

um empreendimento com alto retorno privado, não seria viável numa ótica social. Cabe às autoridades do Estado garantir a qualidade e preservação da saúde ambiental de forma a construir uma sociedade saudável e com sustentabilidade no futuro, por isso segundo a constituição brasileira “o Estado tem a responsabilidade de garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado, para o presente e futuro”.

A sociedade por intermédio do Estado deverá equacionar ao nível local quais condições a pecuária deve ser exercida, sendo que para além de representar perda ambiental também representa um aumento de risco de raiva e perdas econômicas à sociedade.

## 5. CONCLUSÕES

É notória a subnotificação dos casos de raiva na área estudada 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.

A considerar a informação disponibilizada pelo IMA sobre alguns procedimentos e percepções dos pecuaristas locais sobre a raiva bovina, existe na área de estudo um sério desconhecimento dos pecuaristas quanto as condições de ocorrência e o risco da doença no rebanho.

Existe uma relação entre os elementos de paisagem natural como água, afloramento rochoso e matas com a raiva bovina.

A raiva bovina apresenta maior risco nas regiões sob influência de 4 km em torno dos rios.

A ocorrência de raiva bovina deve-se ao modelo da matriz de produção que vem sendo usada pelo setor da pecuária.

O uso do geoprocessamento e SIGs pela Epidemiologia Espacial é útil na análise, mapeamento e localização de padrões ambientais possivelmente associados ao risco de doenças.

As regiões mais propensas à raiva bovina na Delegacia Regional de Belo Horizonte bovina se encontram nas proximidades dos rios, a uma altitude entre 500 m e 1.500 m, nas fronteiras entre “ambientes naturais” e “ambientes humanizados”.

A raiva bovina ocorre na região em consequência de vários fatores, sendo um deles as transformações ambientais originárias das atividades econômicas exercidas pelo homem.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M.; COSTA, F.; DIMURO G. et al. *Modelos Matemáticos baseados em autômatos celulares para Geoprocessamento*. São Carlos - SP: SBMAC, p. 1-53, 2004.

AGUILAR-SETIEN, A.; RUBIO, E.; BRISSEAU, N. et al. Salivary excretion of rabies virus by healthy vampire bats. *Epidemiol. Infect.* Cambridge University Press, p. 517-522, 2005.

ALENCAR, O. *Aspectos biológicos e ecológicos do Desmodus rotundus rotundus, Chiroptera (E. Geoffroy, 1810) no Nordeste do Brasil*. 1977. 88 p. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.

ALMEIDA, E. *Combate ao Desmodus rotundus rotundus (E. Geoffroy, 1810) na região Cárstica de Codisburgo e Curvelo, Minas Gerais, Brasil*. 2000. 163 p. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.

ALMEIDA, M.; MONTEIRO, A.; CÂMARA, G. *Modelos de Dinâmica Urbana: Conceitos, Derivação de Relações, Calibração, Exemplos*. São Paulo: INPE, p. 1-9, 2003. 56 p.

ALVES, C.; POMPEU, P. Os peixes, sob a ótica dos viajantes do passado e do conhecimento atual. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: p.569-588. (Projeto Manuelzão)

AMASINO, C.; DOHMEN, F.; SEGURA, C. et al. Rabia debida a virus de murciélago en un gato de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, v. 22, n. 5, p. 1021-127, 2003.

ARAÚJO, F. *Raiva Humana no Brasil 1992-2001*. 2002. 86p. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.

ARNOLD, R.; DIAMOND, D.; WAKEFIELD, J. The use of population data in spatial epidemiology. In: ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. *Spatial Epidemiology. Methods and Applications*. New York: Oxford University Press, 2000, cap. 3, p.30-50.

AUGUSTO, L.; BRANCO, A. Política de informação em saúde ambiental. *Rev. Bras. Epidemiol.*, v.6, n.2, p.150-157, 2003.

AYRES, J. Interpretação histórica e transformação científica: a tarefa hermenêutica de uma teoria crítica da epidemiologia. *Rev. Saúde Pública*, v. 28, n.4, p. 311-319, 1994.

AYRES, J. O problema do conhecimento verdadeiro na epidemiologia. *Rev. Saúde Pública*, v.26, n. 3, p. 206-214, 1992.

BADRANE, H.; BAHLOUL, C.; PERRIN, P. et al. Evidence of two Lyssavirus phylogroups with distinct pathogenicity and immunogenicity. *J. Virol.*, v.75, n. 7, p. 3268-3276, 2001.

- BAER, G. *Vampire bat and Bovine Paralytic Rabies*. BAER, G. *The Natural History of Rabies.*, Boca Raton: CRC Press, 1991, p.390-400.
- BARCELLOS C., LAMMERHIRT, C.; ALMEIDA, M. et al. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. *Cad.Saúde Públ.*, Rio de Janeiro, v.19, n.5, p. 1283-1292, 2003.
- BARCELLOS, C. Unidades y escalas en los análisis espaciales en salud. *Rev.Cubana Salud Pública*, v.29, n 4, p. 307-313, 2003.
- BARCELLOS, C., BASTOS, F. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? *Cad. Saúde Públ.*, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996.
- BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do Geoprocessamento e da análise de Dados Espaciais em Saúde no Brasil. *Informática Pública*, v. 4, n. 2, p. 221-230, 2002.
- BATISTA, H.; SCHMIDT, E.; TEIXEIRA, T. et al. *Rabies virus stability after twenty passages in mice*. RITA XVII- Rabie in the Americas. Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, p. 157, 2006.
- BELWOOD, J.; MORTON, A. *Vampires: The real Story*. Bat Conservation International, Spring, v. 9, n. 1, p. 11-16, 1991.
- BENGIS, R.; LEIGHTON, F.; FISCHER, J. et al. The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, v.23, n. 2, p. 495-511, 2004.
- BRANDÃO, M.; STEHMANN, J. Plantas medicinais regionais. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: p.653-672, 2005.
- BRANDER, G. C.; ELLIS, P. Change in the Modern World and new Health Hazards. *Animal and Human Health*. Brander, G. C., London: Baillière Tindall, 1976, p.1-14.
- BREDT, A. *Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 1996, 23p.
- BRIGGS, D. J. Rabies Prevention and Global awareness.. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance - Brasil, 2006, 52p.
- BUSOLOTI, A.; ARAÚJO, A.; RAMOS, M. et al. Rabia en murciélos en el área urbana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: Identificación de especies y estudios antigénicos. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 114p.
- CARNEIRO, E.; SANTOS, R. Análise espacial aplicada na determinação de áreas de risco para algumas doenças endêmicas (Clazar, Dengue, Diarreia, D.S.Y), no Bairro de Campo Limpo- Feira de Santana (BA). *Sitientibus*, nº 28, p. 51-75, 2003.
- CARNIELI JUNIOR, P.; OLIVEIRA, W.; CASTILHO, J. et al. Rabies in Cerdocyon thous (crab eating fox), northeastern Brazil: Genetic identification and foz rabies association with dogs and cats. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 76p.

- CARVALHO, M.; SPÍNDOLA, R.; CARVALHO, R. et al. Dog rabies transmitted by a bat in urban area of Teresina municipality- Piauí state-Brazil-2006- Repeated case. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 202p.
- CARVALHO, F e JACOBINA, R. Nina Rodrigues, epidemiologista: estudo histórico de surtos de beribéri em um asilo para doentes mentais na Bahia, 1897-1904. *História, Ciências, Saúde*, v. 8, n. 1, p. 283-303, 2001.
- CARVALHO, M. *Aplicação de Métodos de Análise Espacial na Caracterização de áreas de Risco à saúde*. 1997. Grau de Doutor em Engenharia Biomédica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RIO DE JANEIRO.
- CASSEB, L.; BARBOSA, T.; PEREIRA, A. et al. Antigenic characterization of Rabid animal isolates, northern Brazil, 2005/2006. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 78p.
- CASTILHO, J.; ROSA, E.; MANTILLA, A. et al. Human Rabies transmitted by Vampire Bats: antigenic and genetic characterization of Rabies virus isolates from Ecuador and Brasil. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 73p.
- CASTILHO, J.; CAVALCANTE, R.; SANTANA, A. et al. Rabia en murciéolo hematófago *Diphylla ecaudata* y *Desmodus rotundus* en el estado de Piauí, nordeste del Brasil. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 110p.
- CÂMARA, G.; CARVALHO, M. *Análise espacial de eventos*. In: *Análise Espacial de Dados Geográficos*, Planaltina-DF: Embrapa, p.55-75, 2004.
- CÂMARA, G. et al. Análise espacial e Geoprocessamento. In: *Análise Espacial de Dados Geográficos*, Planaltina-DF: Embrapa, p.21-54, 2004.
- CHAMONE, T.; GONTIJO, M.; LEMOS, F. et al. Description of Human Rabies case in veterinary, Minas Gerais state, 2006 RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 46p.
- CLIQUET, F.; PICARD-MEYER, E. Rabies and rabies-related viruses: a modern perspective on an ancient disease. *Rev.scl.tech.Off.int.Epiz.*, v.23, n.2, p. 625-642, 2004.
- CONSTANTINE.D. Bats in relation to the Health, Welfare, and Economy of Man. In: WIMSATT, A. *Biology of Bats*. London: Academic Press, 1970, p.320 -420.
- COSTA, A. *Os Caminhos do Ouro e a Estrada Real para as Minas*. Lisboa: Kapa editorial, 2005, p.28-151.
- COSTA, M.; TEIXEIRA, M. A concepção de "espaço" na investigação epidemiológica. *Cad. Saúde Pública*: v.15, n. 2, p. 271-279, 1999.
- CZERESNIA, D.; RIBEIRO, A. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. *Cad. Saúde Pública*: v.16, n. 3, p. 595-617, 2000.
- DIGGLE, P. J. Overview of statistical methods for disease mapping and its relationship to cluster detection. In: ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. *Spatial Epidemiology. Methods and Applications*. New York: Oxford University Press, 2000, cap.6, p.87-103.

DIGGLE, P. J. Spatial Statistics in the Biomedical Sciences: Future Directions. In: DURR, P. A.; GATRELL, A. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*. London: CABI Publishing, 2004, cap.4, p. 97-118.

DISEASE Mapping and Risk Assessment for Public Health Decision Making REPORT ON A WHO WORKSHOP. Rome: 1997.

DOMEN, F.; BELTRAN, F. Aislamiento de virus rabico en glandulas salivares de murcielos insectivoros. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 65p.

DRUMOND, G.; MOREIRA, G. Prioridades para a conservação da diversidade biológica indicados pelos grupos de trabalho. In: BIODIVERSIDADE em Minas Gerais: Um atlas para a sua conservação, Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005, p.43-150.

DRUMOND, G.; MOREIRA, G. A conservação da Biodiversidade em Minas Gerais. In: BIODIVERSIDADE em Minas Gerais: Um atlas para a sua conservação, Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005, p.161-198.

DURR, P. A. The tools of spatial epidemiology: GIS, Spatial Analysis and Remote sensing. In: Durr, P. A.; Gatrell, A. C. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*, London: CABI Publishing, 2004, p.1-34.

DURR, P. A. Spatial Epidemiology and Animal Disease: Introduction and overview. In: Durr, P. A.; Gatrell, A. C. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science.*, London: CABI Publishing, 2004, p.35-68.

ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. Spatial epidemiology: methods and applications. In: ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. *Spatial Epidemiology. Methods and Applications*. New York: Oxford University Press, 2000, cap.1, p.3-15, 2000.

ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J. Bias and Confounding in spatial epidemiology. In: ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. *Spatial Epidemiology. Methods and Applications*. New York: Oxford University Press, 2000, cap.5, p.68-84.

EPIDEMIOLOGIC Situation of Human Rabies en Latin America in 2004. Organization Panamericana de la Salud. 2005. Disponível em: <[www.paho.org/english/dd.ais/be\\_V26n1\\_e\\_n-rabia\\_humana.html](http://www.paho.org/english/dd.ais/be_V26n1_e_n-rabia_humana.html)> Acesso: 03-11-2006.

FABIS, M.; PHARES, T.; KOPROWSKI, H. et al. Consequences of the innate immunoresponse to Rabies virus infection. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 57p.

FALCÃO, F. *Morcegos do Planalto da conquista: Efeitos da estrutura da vegetação e da paisagem*. 2005. 103 p. Dissertação apresentada, para obtenção do título de Mestre em Zoologia. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus- Bahia.

FAVORETTO, S.; ALMEIDA, M.; MARTORELLI, L. et al. A new model to study an alternative pathway for Rabies transmission. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 63p.

FELSENFELD, O. Percutaneous Diease Transmission. In: Charles C. T. (ed.). *The epidemiology of Tropical Diseases*, Springfield: cap.8, p.44-47, 1966.

FELSENFELD, O. Host Factors. In: Charles C. T. (ed.). *The epidemiology of Tropical Diseases*, Springfield: cap. 4, p. 25-31, 1966.

FERNANDES, A. *Clinica de Espécies Pecuárias: Neuropatias*. Vila Real: UTAD, 2004. (Relatório Final de Estágio Curricular Licenciatura em Medicina. Veterinária)

FERRAZ, C.; ACHKAR, S.; KOTAIT, I. Primer relato de murciélo hematofago (*Desmodus rotundus*) infectado por el virus de la Rabia, encontrado en un centro urbano, SP, Brasil. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 108p.

FIALHO JUNIOR, R. *Informação em Saúde e Epidemiologia como coadjuvantes das práticas em saúde, na intimidade da área e da microárea- Como (o) usar mesmo?* 2004, 168 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Faculdade de Ciências Médicas, da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FRACCAROLI, C. *O fenômeno da forma e a sua relação com o fenômeno artístico; o problema visto através da Gestalt (psicologia da forma)*. São Paulo: FAU-USP, 1982. 32p.

FREITAS, C. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.8, n. 1, p. 137-150, 2003.

FRENCH, N.; WHITE, C. The use os GIS in Modelling the Spatial and Temporal Spread of animal diseases. In: DURR, P. A; GATRELL, A. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*. London: CABI Publishing, 2004, cap.7, p.177-204.

FROELICH, J.; FREYRE, G. A história ambiental e a "urbanização". *História, Ciências, Saúde*, v.7, n.2, 2000.

GAMEIRO, M. *Avaliação de métodos para obtenção dos fatores "L" e "S" da EUPS numa microbacia, via geoprocessamento e banco de dados*. 2003. 138 p.. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). INPE, São José dos Campos.

GATRELL, A. Geographical information Science and Spatial analysis in Human Health: Parallels and Issues for Animal Health research. In: DURR, P. A; GATRELL, A. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*. London: CABI Publishing, 2004, cap.3, p.69-98.

GOMES, M.; UIEDA, W. Abrigos os diurnos, composição de colônias, dimorfismo sexual e reprodução do morcego hematófago *Desmodus rotundus rotundus* (E. Geof Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) y no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.21, n. 3, p. 629-38, 2004.

GOMES, M. N. 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 SENSOREAMENTO REMOTO. 12, 2005, Goiânia, GO. Anais XII Goiânia: 2005l. p. 2733-2740.

GOULART, E. Navegar sempre, preciso é! In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: p. 11-26. (Projeto Manuelzão).

HENDRICKX, G.; BIESEMANS, J.; DEKEN, R. *The use of GIS in Veterinary Parasitology*. In: DURR, P. A; GATRELL, A. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*. London: CABI Publishing, 2004, cap. 6, p.145-176, 2004.

HENSON, O. The Ear and Audition. In: *Biology of Bats*. WIMSATT, A., New York Academic Press: 1970, p.181-256.

HIRSCH, A.; COSTA, B. Mamíferos, diversidade e representatividade In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: v.2, p.605-630, (Projeto Manuelzão).

INFORME tecnico OMS. Genebre: COMITE DE EXPERTOS DE LA OMS SOBRE RAIVA. *Informe técnico OMS*. Genebra: 1992, p. 34-51. (Report nº 8)

IPPOLITI, G.; COSTA, L.; SCHAEFER, C. et al. Análise Digital do terreno: Ferramenta na identificação de Pedoformas em microbacia na região de "Mar de Morros" (MG). *R.Bras.Ci.Solo*, v. 29, n. 2, p. 269-76, 2005.

KNEGT, L.; ARAÚJO, W.; WADA, M. et al. *Prevalence study on vampire-bat (Desmodus Rotundus) bites in a rural population following an outbreak of rabies-related deaths-Maranhão state, Brasil, 2005*. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÃO INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 45p.

KOTAIT, I. *Controle da raiva dos herbívoros*. São Paulo: Instituto Pasteur, 1998.15p.(Manual Técnico do Instituto Pasteur)

KULLDORF, M. *SatScan™ User guide for version 5.1.1*, vol.12>, 2005. Disponível em: <[www.satscan.org](http://www.satscan.org)>. Acesso em: 10-2-2005.

RUSCHI, A. *Morcegos do Estado do Espírito Santo*. Boletim do Museu de Biologia Melo Leitão, p. 7-25, 1952. 77p.

LEOPOLDI, J. *Raízes antropológicas da filosofia de Montesquieu*. In: ANTROPOLITICA, revista contemporânea de Antropologia e Ciência Política, Niterói: Universidade Federal Fluminense, 12/13, 2002, p. 181-202.

LISBOA, A.; GOULART, E. A travessia prossegue! In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: p.179-183 (Projeto Manuelzão).

LUARCA, E. *Aspectos Epidemiológicos da Raiva*. São Paulo, p.15-69, 1979. (Seminário sobre Técnicas de Controle da Raiva).

LUZ, C. R. *Estudo cronológico sobre a raiva em Minas Gerais, no período de 1976 a 1986*. 1998, 22 fl. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.

LYMAN, C. Thermoregulation and Metabolism in Bats. In: WIMSATT, A. *Biology of Bats*. New York: Academic Press, 1970. p. 301-327.

MACARTHUR, J. Some general characteristics of farming in a tropical environment. In: Ruthenberg, H. *Farming in the Tropics*, Oxford: Clarendon Press, 1976 p.19-27.

MACCOLL, K. A.; AGUILLAR-SETIÉN, A. *Infecciones por Lyssavirus do morcego*. *Rev.scl.tech.Off.int.Epiz.*, v.19, n. 1, p. 177-196, 2000.

MARGONARI, C.; FREITAS, C.; RIBEIRO, R. et al. Epidemiologia da Leishmaniose no Município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Utilizando Análises Espaciais. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, v.101, n. 1, p. 31-38, 2006.

MCKENZIE, J. *The use if GIS in the management of Wildlife Diseases*. In: DURR, P. A; GATRELL, A. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*. London: CABI Publishing, 2004, cap.10, p.249-284.

MEJIA, R. *Murcielagos Hematofagos y su importância Medica en Panamá*. Buenos Aires: Centro Panamericano de Zoonosis, 1972. p. 5-35.

MEJÍA, L. *Virus Rabia en Murciélagos Hematofagos y no hematofagos de areas urbanas y rurales en el departamento del Valle, Colombia*. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÃO INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 117p.



- MELÉNDEZ-FÉLIX, A.; MEDINA, J.; ROÍGUEZ, R. et al. *Molecular analysis of the aerial cycle of rabies virus in México*. RITA XVII- Rabie in the Americas. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RAIVA NAS AMÉRICAS. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 79p.
- MENDES, S.; OLIVEIRA, R.; WADA, M. et al. *Situation of animal Rabies in Brasil, 2005*. RITA XVII- Rabie in the Americas. Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 192p.
- MINAYO, M. et al. *Possibilidades e dificuldades nas relações entre ciências sociais e epidemiologia*. Ciência & Saúde Coletiva, v.8, n. 1, p. 97-107, 2003.
- MIRANDA, C. et al. *Análise da ocorrência de leishmaniose tegumentar americana através de imagem obtida por sensoriamento remoto orbital em localidade urbana da região sudeste do Brasil*. Rev.Saúde Pública, v.30, n. 5, p. 433-437, 1996.
- MIRANDA, C.F. *Áreas de Risco para a Raiva Humana em Minas Gerais, 1991-1999*. 2001, 139p. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.
- MIRANDA, O. et al. *Persistente epidemia de rabia bovina (Paresiante) en la provincia de Corrientes (Argentina), período 1997-2003 (estado de avance)*. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2003. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, 2003.
- MITCHELL, G.; CRESPO, R.; BURNS, R. et al. *Projeto de Investigación del murcielago Vampiro Palo alto, México*: Instituto Nacional de Investigaciones Pecuárias-Secretaria de Agricultura y Ganaderia- gobierno de México, 1971, p. 10-31. (Informe Anual de Actividades del año 1971)
- MONKEN, M.; BARCELLOS, C. *Vigilância em saúde e território utilizado: possibilidades teóricas e metodológicas*. Cad.Saúde Pública, v.21, n.3, p. 898-906, 2005.
- MONTEBELLO, L.; OLIVEIRA, R.; ARSKY, M. et al. *Evaluation of the information system of Program of the Rabies Epidemiological Surveillance, Brasil- 2001 to 2005*. RITA XVII- Rabie in the Americas. Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 32p.
- MORAIS, M. O Êxodo Rural. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: v. 2, p.393-407. (Projeto Manuelzão)
- MORRIS, E.; WAKEFIELD, J.C. Assessment of disease risk in relation to a pre-specified source. In: ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. *Spatial Epidemiology. Methods and Applications*. New York: Oxford University Press, 2000, cap. 9, p.153-184.
- MORRISON, A. et al. Exploratory Space-Time Analysis of Reportes Dengue cases during na outbreak in Florida, Puerto Rico, 1991-1992. *American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 58, n. 3, p. 287-298, 1998.
- MOTTA, R. Indicadores Ambientais no Brasil: Aspectos Ecológicos, de Eficiência e Distributivos. Rio de Janeiro: 1996. p. 47-84 Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada Rio de Janeiro.
- MOURÃO, A. Reflexões metodológicas como subsidio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In: I SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL. 2006. Campo Grande: INPE, 2006, 10 p.

- MOURÃO, A.; FONSECA, B.; CARVALHO, G. *Rotina para elaboração de MDE com o uso do ArcView: utilizando a base de dados da "Shuttle Radar Topography Mission" realizada pela NASA*. Belo Horizonte: UFMG-IGC, p.2006.
- MUZZI, M.; STEHMANN, J. A diversidade da vegetação. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: v. 2, p.631-652. (Projeto Manuelzão)
- NAJAR, A.; MARQUES, E. A sociologia urbana, os modelos de análise da metrópole e a saúde coletiva: uma contribuição para o caso brasileiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 8, n. 3, p. 703-712, 2003.
- NASSER, J. et al. *Levantamento de casos e ações de controle da raiva animal no município de Campinas (SP) -1998/2003. 3ª EXPOEPI, mostra Nacional de Experiências bem sucedidas em Epidemiologia, Prevenção e Controle de Doença.*, Salvador-BA: p. 60-62, 2003.
- NAVARRO, J. La epidemiologia en el pensamiento científico. *Rev.San Hig Púb*, v. 5, n. 6, p. 245-250, 1992.
- NEVES, V.; RODAS, L.; KATZ, G. et al. Utilização de ferramentas de análise espacial na vigilância epidemiológica de leishmaniose visceral americana-Araçatuba, São Paulo, Brasil, 1998- 1999. *Cad.Saúde Públ.*, v. 17, n. 5, p. 1263-1267, 2001.
- NICOLELLA, G. et al. Sistema de gestão ambiental: aspetos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP. Jaguariúma: EMBRAPA Meio Ambiente, 2004, 42p. (Documentos n. 39)
- NOCE, C.; RENGER, F. A História Geológica. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: v. 2, p.241-264.
- NUNES, E. *Saúde Coletiva: história e paradigmas*.Campinas: Departamento de Medicina Preventiva e Social, Faculdade de Ciências Médicas, Univ. Estadual de Campinas- Unicamp, 1998. 10p.
- NUNES, E. Pequeno guia/vocabulário para a utilização da história arqueológica como instrumento de pesquisa qualitativa. *Interface-Comunic, Saúde, Educ*, v. 6, p. 125-134, 2002.
- OLIVEIRA, A.; ANDRADE, M.; SILVA, M. et al. Immune Response in Cattle Vaccinated against Rabies. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, v. 95, n. 1, p. 83-88, 2000.
- OLIVEIRA, M. *Investigação da contaminação por metais pesados no sedimento de corrente e água do parque estadual de Itacolomi, Minas Gerais e arredores*. 1999. Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto.
- OLIVEIRA, R.; WADA, M.; PEREIRA, L. et al. *Cambios de Perfil Epidemiológico da Rabia en Brasil: Estudios Antigénicos e Genéticos*. RITA XVII- Rabie in the Americas.Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 26p.
- ORR, A. Development: Prenatal and Postnatal. In: WIMSATT, A. *Biology of Bats*, New York: Academic Press, 1970, p.217 - 230.
- OTONI, T. Notícias sobre os selvagens do Mucuri. Belo Horizonte: Organização Regina Duarte, UFMG, 2002. 184p.
- PACHECO, C. *Distribuição Espaço -temporal da raiva em Quirópteros em Minas Gerais, Brasil, 1969 a 2003*. 2005, 48 p. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.

- PARIZZI, M.; SOBREIRA, F.; GALVÃO, T. *Uso e a ocupação so Solo*. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: p.329-348. (Projeto Manuelzão)
- PAVLOVSKY, E. *Natural Nidality of Transmissible diseases*. Moscow: Peace Publishers, 1969. 250p.
- PEREIRA, P. *Estudo do Comportamento epidemiológico da Febre Aftosa no contexto do Triângulo Mineiro*. 1986, 80 p. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.
- PFEIFFER, D. *Geographical Information Science and Spatial analysis in animal Health*. In: DURR, P. A; GATRELL, A. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*. London: CABI Publishing, 2004, cap. 5, p.119-144.
- PIAGGIO, T.; OSORIO, I.; NEUBAUM, M. et al. *Population genetic study os *Desmodus rotundus* in an area of high bat rabies incidence in cattle, San Luis Potosi state, Mexico*. RITA XVII- Rabie in the Americas.Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 219p.
- PINHEIRO, T. *Produção- Consumo e Ambiente*. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: v. 2, p.511-536. (Projeto Manuelzão)
- PIRES, F. *Biologia dos Quirópteros e Raiva dos Herbívoros*. SIMPOSIO BRASILEIRO DE RAIVA, 1965. ANAIS, Rio de Janeiro: 1965. 135p.
- POLIGNANO, M. *As ações do Projeto Manuelzão*. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: v.2, p.73-94. (Projeto Manuelzão)
- POPULAÇÃO bovina 2005. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 8 de Setembro de 2005.
- RAMOS, F. *Análise Espacial de Estruturas intra-urbanas: o caso de São Paulo*. 2002. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- REICHMAN, M.; CORDEIRO, R. *Zoonosis control versus social pleas*. RITA XVII- Rabie in the Americas.Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 210 p.
- RELATÓRIO Semestral de Monitoramento de quirópteros na área de influência da hidroelétrica de Capim Branco II no Rio Araguaí-MG: IMA, 2005. 34p.
- RODRIGUES, M.; GOULART, F. *Aves regionais, de Burton aos dias de hoje*. In: *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: v. 2, p.589-604. (Projeto Manuelzão)
- ROJAS, L.; BARCELLOS, C. *Geografía y salud en América Latina: evolución y tendencias*. *Rev Cubana Salud Pública*, v. 29, n. 4, p. 330-343, 2003.
- ROTIVEL, Y.; GOUDAL, M. *Human Rabies: A survival from the past*. RITA XVII- Rabie in the Americas.Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 29p.
- ROUQUAYROL, R.; GOLDBAUM, M. *Epidemiologia e Saúde*, 4ª ed., Rio de Janeiro: 1994, p. 17-33.
- RUPPRECHT, C. *Antigenic relationships of Lyssaviruses*. In: BAER, G. *The Natural History of Rabie*. Boca Raton: CRC Press, 1991, p.69-102.
- RUTHENBERG, H. *Fallow systems*. In: RUTHENBERG, H. *Farming in the tropics*. 2.ed., Oxford: Clarendon Press, cap.4, 1976, p.67-103.

- RUTHENBERG, H. Shifting cultivation systems. In: RUTHENBERG, H. *Farming in the tropics*. 2.ed., Oxford: Clarendon Press, cap.3, 1976, p.28-66.
- RUTHENBERG, H. Introduction. In: RUTHENBERG, H. *Farming in the tropics*. 2.ed., Oxford: Clarendon Press cap.1, 1976, p.1-18.
- SAATY, T.L. *Multicritéria decision making-The analytical hierartical process*. Pittsburg: RWS Publications, 1992, 125p.
- SAHTOURIS, E. *A Dança da Terra*. 1ª ed., Rio de Janeiro: Ed.Rosa dos tempos, 1998.
- SALGADO, J. As Histórias Submersas, do rio que não quer morrer. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: p.209-240. (Projeto Manuelzão)
- SANSON, R. *The use of GIS in Epidemic Disease Response*. In: DURR, P. A; GATRELL, A. *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*. London: CABI Publishing, 2004, cap.9, p.223-248.
- SANTOS, R.; CARVALHO, M. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad.Saúde Públ.*, v. 16, n. 1, p. 31-42, 2000.
- SCHEFFER, M.; CARRIERI, M.; SANTOS, H. et al. *Isolation of Rabies virus in mice and N2A cells from naturally infected bats of the state os São Paulo, southern Brazil*. RITA XVII- Rabie in the Americas.Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 66p.
- SCHEINEIDER, M.; BELOTTO, A.; FERNANDES, D. et al. *Control de la Rabia: 30 años de trabajo intersectorial en las Américas*. RITA XVII- Rabie in the Americas.Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 27p.
- SCOLFORO, J.; CARVALHO, L. *Mapeamento e Inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais*, 1ª ed., Lavras: UFLA, 2006. 288p.
- SEVALHO, G. Tempos históricos, tempos físicos, tempos epidemiológicos: prováveis contribuições de Fernand Braudel e Ilya Prigogine ao pensamento epidemiológico. *Cad.Saúde Públ.*, v. 13, n. 1, p. 7-36, 1997.
- SILVA, A. *Organização do espaço agrário e distribuição da Raiva Bovina em Minas Gerais, 1976 a 1997*. 1999. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte. 199p.
- SILVA, L. O Conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. *Cad.Saúde Públ.*, p. 585-593, 1997.
- SILVA, L.; FAVORETTO, S.; CUNHA, E. et al. *Rabies in the Northwestern São Paulo State, Brasil: Antigenic and genetic characterization of virus isolates*. RITA XVII- Rabie in the Americas.Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasilia-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 211p.
- SILVA, M. *Ocupação Econômica da Terra e distribuição Espacial da Raiva Bovina no Norte de Minas Gerais, Brasil (1982 a 1991)*. 1993. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.
- SILVEIRA, A.; RESENDE, D. *Avaliação da Estratégia Global de Controle integrado da Malária no Brasil*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, Brasília, 2001. 119p.
- SOARES, F.; SILVA, A.; FERNANDES, M. A ocupação rural pela agricultura. In: GOULART, E. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: p.349-366, 2005. (Projeto Manuelzão)

- SOUZA, F.; CARNEIRO, D.; CERQUEIRA, C. *Epidemiological profile of the confirmed cases of animal Rabies between 2000 to 2005*. RITA XVII- Rabie in the Americas. Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, p. 200.
- STAINES, A.; JÄRUP, L. Health event data. In: ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. *Spatial Epidemiology. Methods and Applications*. New York: Oxford University Press, 2000, cap. 2, p.15-29.
- STEVENS, J.; GILBY, I. Conceptual framework for nonkin food sharing: Timing and currency of benefits. *Animal Behavior*, Elsevier, v. 67, n. 4, p. 603-614, 2004.
- LEVANTAMENTO dos Aspetos Históricos e Culturais do Parque do Itacolomi, Municípios de Ouro Preto e Mariana, Minas Gerais. TERRA, Consultoria e Assessoria em Estudos Geoambientais. *Primordios da área*. Belo Horizonte: 1994.
- TOBLER, W. R. A Computer Model Simulation Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, v. 46: 234-240, 1970.
- TURNER, D. *The Vampire Bat*. London: The Johns Hopkins University Press, 1975. 145p.
- UIEDA, W.; CRUZ, R.; ALBUQUERQUE, M. et al. *Attaks of the common vampire bats at indigenous from northern Brazil*. RITA XVII- Rabie in the Americas. Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 50p.
- VALLAT, B. *Zoonosis emergentes y reemergentes*. OIE: 2004. Disponível em: >[www.oie.int/esp/edito/es\\_edito\\_nov04.htm](http://www.oie.int/esp/edito/es_edito_nov04.htm) > Acesso em: 3-11-2006.
- VIANNA, R.; JORGE, D.; ARAÚJO, F. et al. *Evaluation of Rabies activities realied incenters of Control of Zoonosis- Brasil*. RITA XVII- Rabie in the Americas. Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 201p.
- WADA, M.; MONTEBELLO, L.; MENDES, S. et al. *Description of Human Rabies transmited by Wild Animals- Brasil*. RITA XVII- Rabie in the Americas. Reunión Internacional de Raiva nas Américas. Brasília-DF: Ministry of Health-Brasil. Secretariat for Health Surveillance Department of Epidemiological Surveillance, 2006, 28p.
- WAKEFIELD, J.; KELSSALL, J.; MORRIS, S. et al. Clustering, cluster detection, and spatial variation in risk. In: ELLIOT, P.; WAKEFIELD, J.; BEST, N. et al. *Spatial Epidemiology. Methods and Applications*. New York: Oxford University Press, 2000, cap.8, p.128-152.
- WHEELWRIGHT, S. C.; MAKRIDAKIS, S. *Forecasting Methods for Management*. New York: Willey-Interscience, p.241, 1973.
- WHO workshop on Genetic and antigenic molecular epidemiology of Lyssaviruses. Veterinary Public Health Unit, Niagara Falls, Canadá: 7/11/1994.
- WU, J.; WANG, J.; MENG, B. et al. Exploratory spatial data analysis for the identification of risk factors to birth defects. *BMC Public Health*, v. 4, n. 23, p.1-10 2004.

## 7. ANEXOS

### ANEXO I. Prejuízos econômicos da Raiva Bovina.

<b>ANO</b>	<b>PREJUÍZO</b>	<b>AUTOR</b>
1966	Obstáculo à expansão da economia agrícola.	WHO
1970	Brasil em 1965, números de casos de Raiva bovina foi 32.200, mortalidade anual estimada de 200.000, com perdas entre 1965 e 1966 de 22 milhões de dólares. 1966, 1967, estima-se que a perda foi de 47.6 milhões de dólares nas Américas.	(Constantine, 1970)
1970	Nas Américas um prejuízo de 350 milhões de dólares	(Constantine, 1970)
1971	50 Mil cabeças de bovinos com um valor de 50 milhões de dólares anualmente	(Alencar, 1977)
1971	Perdas anuais em cabeça de gado na América Latina se estima sendo 100.000 cabeças	(Mitchell, 1971)
1991	Perda de 50 milhões de dólares.	(Belwood e Morton, 1991)
1996	Custo social das agressões é elevado e deve estar ocorrendo com maior freqüência nas regiões norte e nordeste do Brasil. Em 1985, foi estimada a perda na média de 100 mil cabeças de gado mortas, anualmente pela Raiva, equivalente a 30 milhões de dólares	(Bredt, 1996)
1998	30 milhões de dólares/ano de prejuízo direto na América latina, com a morte de aproximadamente de 40.000 cabeças bovinas	(Kotait, 1998)
2005	40 milhões de dólares anuais na América latina. No Brasil seria de 15 milhões de dólares ano	(Pacheco, 2005)

**Teoria de GÉIA**  
**(SAHTOURIS, 1998):**

“Teoria de Geia” de James Lovelock e Lynn Margulis, tópico nada convencional, é atualmente reconhecido como base legítima e frutífera de investigação científica. Segundo esta teoria, o nosso planeta e as suas criaturas constituem um único sistema auto-regulador que é um grande ser ou organismos vivo. A Terra renova e ajusta constantemente os elementos químicos em sua atmosfera. Deste sistema pouco se sabe assim como o nosso sistema fisiológico.

Cientista escocês James Hutton em 1785 chamou a Terra de super-organismo vivo e disse que o seu estudo deveria ser a filosofia. No século XIX, Vladimir Vernadsky, acreditava que a vida era como um processo químico que transforma rochas em matéria viva, altamente ativa e vice-versa, dissolvendo-se e movendo-se de um lado para o outro num processo cíclico infundável. James Lovelock, cientista da NASA, durante a pesquisa de vida em Marte, sugere que o ambiente geológico é apenas produto e resto de vida passada, mas também a criação ativa de coisas vivas. Os organismos vivos renovam-se e regulam continuamente o equilíbrio químico do ar, rios, mares e solo, de maneira que lhe permite existência contínua - hipótese de Géia. Por isso a Fisiologia é a disciplina certa para estudar este super-organismo vivo.

Todos os ecossistemas de Geia podem ser consideradas como algo parecido com uma célula em nosso corpo e cada espécie como um órgão. A separação da natureza que nós mesmos nos impusemos, que é resultado de uma visão do mundo mecânica e objetiva que nos últimos milênios resultou no conhecimento científico que nos torna possível compreender e reintegrarmos-nos na auto-organização da natureza. A Terra e a humanidade tornaram-se num único ser vivo e não uma formação de pessoas e outras criaturas vistas contra um plano de fundo de ambiente. Também nos levou a compartilhar descobertas e compreensão com todo o planeta instantaneamente, trabalharmos juntos como um único corpo da humanidade na esperança de transcender e chegar a um futuro muito mais sadio e feliz, para nós mesmos e para todo o resto do planeta na Terra. Nenhum ser da natureza jamais poderá ser inteiramente independente, sendo a diversidade de importância crucial na natureza.

A Humanidade encontra-se realmente em perigo, um mundo novo e sadio precisa ser criado, no caos. Ainda causamos problemas suficientes para uma crise de vida ou morte da nossa espécie. Temos de aprender rápido a ajustar harmoniosamente novos estilos de vida ao resto da natureza, a nossa sobrevivência depende de satisfazermos a exigência evolutiva em sinergia cooperativa. Geia se salvará por si mesma, a nossa extinção ou suicídio será melhor para a sua saúde.

Cada forma de vida usa gradativamente ou degrada todos os suprimentos ambientais até que morre. Até aos dias de hoje 99% das espécies que algum dia viveram estão atualmente extintas.

Se procurarmos com humildade, na natureza encontraremos pistas biológicas que solucionarão todos os nossos maiores problemas, descobriremos como fazer a transição sadia para a “maturidade” da humanidade. O entendimento e prática biológica constituem grandes e importantes passos na compreensão do nosso relacionamento com o ambiente, sendo que o progresso será atingido à medida que formos descobrindo a fisiologia normal do nosso planeta. A Terra satisfaz a definição biológica como um sistema autopoietico e autocriativo. Apenas aspectos limitados de sua função, podem ser descritos com base de sistemas cibernéticos.

Décadas de guerra-fria levaram o mundo em que os custos de fabricação de armamento foram quatro vezes maiores do que seria necessário para pagar todas as dívidas das nações em desenvolvimento, proporcionar energia limpa e segura para todo o mundo, habitações, tratamento médico e água pura, estabilizar populações, eliminar a fome e a desnutrição, impedir o esgotamento da camada de ozônio, as chuvas ácidas, o desmatamento e a erosão do solo.