LUCIANO CARLOS HERINGER PORCARO PUGA

MODELAGEM ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DE MORDEDURAS DE MORCEGOS HEMATÓFAGOS NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T
P985m
2015

Puga, Luciano Carlos Heringer Porcaro, 1975-
Modelagem espacial da ocorrência de mordeduras de morcegos hematófagos na Zona da Mata de Minas Gerais / Luciano Carlos Heringer Porcaro Puga. – Viçosa, MG, 2015.
ix, 93f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.
Orientador: Paula Dias Bevilacqua.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.79-85.

1. Morcego hematófago. 2. Comportamento animal. 3. Alimentação animal. 4. Geoprocessamento. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Medicina Veterinária. Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária. II. Título.

CDD 22. ed. 599.45098151

LUCIANO CARLOS HERINGER PORCARO PUGA

MODELAGEM ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DE MORDEDURAS DE MORCEGOS HEMATÓFAGOS NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2015.

Mariana Machado Neves

Antônio Cândido de Cerqueira L. Ribeiro

Márcio Roberto Silva

Carlos Antônio Alvares S. Ribeiro
(Coorientador)

Paula Dias Bevilacqua
(Orientadora)

A Deus e a todos aqueles que, de forma
direta ou indireta, me auxiliaram neste
trabalho de pesquisa durante mais
de quatro anos, especialmente
à minha família...

“É muito frequente as evidências estarem escondidas nos dados, até serem reveladas pela aplicação de metodologia científica apropriada. A maior recompensa vem quando este trabalho revela a informação necessária para o gerenciamento adequado da situação, seja para prevenir, erradicar ou controlar uma doença animal ou uma emergência em saúde pública ou segurança alimentar.” (Preben Willeberg)

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Grande Arquiteto do Universo, pela minha existência e pelo acompanhamento durante todo o trabalho de pesquisa, principalmente durante o ano de 2014, talvez o mais difícil da minha vida.

À minha família, Edna, Luiz Guilherme e Clarisse que, nas minhas ausências frequentes se mantiveram unidos e preocupados com meu retorno e me apoiaram nos momentos de dificuldades.

Aos meus pais, Berenice e Djalma, pelo apoio intelectual, moral e incentivo para continuar nos estudos.

Aos colegas de serviço do IMA do Escritório Central, do Escritório Seccional e da Coordenadoria Regional de Juiz de Fora, os quais não cito nomes para não esquecer nenhum, pelo apoio e compreensão nas minhas ausências para estudo em Viçosa e durante a coleta de dados de campo para pesquisa.

Aos servidores municipais que me acompanharam nas vistorias de abrigos de morcegos, Luciano Stehling, Dilermando (Mandinho) e Donizete.

Aos produtores rurais e funcionários de mais de 180 propriedades que se dispuseram a responder o questionário para enriquecer essa pesquisa.

Aos estagiários de medicina veterinária Bárbara, Rafael, Kizzy, Bethania, Raíssa e Amanda, que me acompanharam em várias pesquisas de campo.

Aos meus Coorientadores, Professores Carlos Antônio e Abelardo, que me repassaram informações necessárias para meu crescimento profissional e para o andamento do trabalho e publicações.

Aos membros da banca de qualificação, Professores Pedro Henrique Nobre e Ita de Oliveira e Silva, que auxiliaram no aperfeiçoamento de vários trechos do trabalho escrito.

Aos colegas da Embrapa Gado de Leite, Márcio, Guilherme, Walter e Margarida pelo auxílio nos modelos estatísticos, análise de distâncias e referências.

Aos colegas que fizeram comigo a disciplina de geoprocessamento no Departamento de Engenharia Florestal da UFV, Gustavo, Paulo, Samuel, Leanes, pelo apoio no aprendizado do software.

À minha orientadora, Professora Paula Dias Bevilacqua, pelo acompanhamento e participação em todo o tempo de estudos e durante toda a elaboração do texto final.

SUMÁRIO

RESUMO vii
ABSTRACT ix
1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
2.1. Epidemiologia da raiva no mundo e no Brasil 3
2.2. Controle da raiva dos herbívoros no Brasil 10
2.2.1. Controle da raiva dos herbívoros em Minas Gerais 14
2.3. Sinais clínicos da raiva em herbívoros 20
2.4. Morcegos hematófagos: biologia e comportamento 20
2.5. Considerações gerais sobre espaço em estudos epidemiológicos 25
2.6. Aplicações de Sistemas de Informações Geográficas na vigilância epidemiológica da raiva 27
3. OBJETIVOS 29
3.1. Objetivo geral 29
3.2. Objetivos específicos 29
4. MATERIAL E MÉTODOS 29
4.1. Delimitação da região de estudo 29
4.2. Coleta de dados 32
4.2.1. Propriedades rurais objetos de estudo 33
4.2.2. Abrigos de morcegos 36
4.2.3. Georreferenciamento e criação de camadas no SIG 39
4.3. Análise espacial dos dados 40
4.3.1. Análise da distância entre os abrigos de morcegos e as propriedades 41
4.3.2. Análise espacial com relação ao relevo 41
4.3.3. Análise espacial com relação à distância e predição de locais com mais mordeduras 42
4.3.4. Análise estatística dos casos de raiva relatados nas propriedades e variáveis independentes 44
4.3.5. Análise estatística das distâncias em linha reta até às propriedades com ocorrência de mordeduras 44
4.4. Aspectos éticos 45
5. RESULTADOS 45
5.1. Propriedades rurais 45
5.1.1. Localização das propriedades vistoriadas na área de estudo 46

5.1.2. Propriedades com ocorrência de mordeduras 48
5.1.3. Conhecimento sobre sinais clínicos da raiva 48
5.1.4. Análise dos fatores de risco associados ao relato de ocorrência de caso de raiva em animais nas propriedades 49
5.1.5. Construção de um modelo de regressão logística para citação de casos de raiva nas propriedades 52
5.2. Abrigos de morcegos cadastrados/recadastrados 55
5.3. Análises geoespaciais para ocorrência de mordeduras nos animais das propriedades estudadas 64
5.3.2. Ocorrência e estimativa de mordeduras por morcegos hematófagos nas propriedades estudadas 65
5.3.3. Análise estatística dos dados espaciais encontrados para ocorrência de mordeduras recentes por morcegos nas propriedades estudadas 68
6. DISCUSSÃO 72
7. CONCLUSÕES 78
8. REFERÊNCIAS 79
ANEXO I – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS PROPRIEDADES RURAIS 86
ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO 90
ANEXO III – FORMULÁRIO DE CADASTRO DE ABRIGOS 91
ANEXO IV – OFÍCIO DO COMITÊ DE ÉTICA QUE APROVA O PROJETO 93

RESUMO

PUGA, Luciano Carlos Heringer Porcaro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2015. **Modelagem espacial da ocorrência de mordeduras de morcegos hematófagos na Zona da Mata de Minas Gerais.** Orientadora: Paula Dias Bevilacqua. Coorientadores: Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro e Abelardo Silva Júnior.

O presente trabalho teve por objetivo modelar o comportamento alimentar e caracterizar os abrigos de morcegos hematófagos, transmissores do vírus da raiva aos rebanhos, em 15 municípios situados na Zona da Mata de Minas Gerais e na Bacia do Rio Paraibuna, no entorno de Juiz de Fora, no período de fevereiro de 2012 a junho de 2014. Foram vistoriados 53 abrigos ativos de morcegos hematófagos e 180 propriedades para colheita de dados sobre os tipos de abrigos encontrados, uso da terra, tamanho de rebanho, ocorrência anterior de raiva no rebanho e a visualização de mordeduras de morcegos nos animais, utilizando aparelho de GPS para georreferenciamento. A pesquisa baseou-se em estudos de fisiologia dos quirópteros, pelo fato de que o morcego hematófago em geral teria baixa reserva energética, condição que supostamente poderia induzir a uma redução efetiva da área de trabalho no controle da população dessas espécies. Esta área, de acordo com normas oficiais, atualmente deve ser de 12 quilômetros de raio. Os dados foram reunidos em um sistema de informações geográficas utilizando programa de geoprocessamento para visualização e análise espacial. A análise dos fatores relacionados à ocorrência de raiva, distribuição dos abrigos de morcegos e mordeduras nos animais foi feita utilizando regressão logística e estatística espacial. Verificou-se que as propriedades com plantéis acima de 100 bovinos, com produção mista de leite e carne, com presença de abrigos de morcegos na propriedade e com histórico anterior e atual de mordeduras por morcegos apresentam significativamente ($p<0,05$) maior potencial de ocorrência de raiva; que na área de estudo, os morcegos hematófagos voavam 1.280 metros em média e no máximo 1.517 metros ($p<0,05$) para forrageamento. Confirma-se então que os morcegos hematófagos em uma região com relevo acidentado igual ao da área de estudo não teriam reservas energéticas para transpor grandes altitudes e distâncias e que os trabalhos de prevenção e controle da raiva e dos morcegos hematófagos poderiam ser reduzidos com segurança para apenas 3 quilômetros de raio a partir dos abrigos. O trabalho de controle populacional nos digestórios, que são os abrigos provisórios

noturnos de morcegos hematófagos, é de fundamental importância. Deve-se, portanto, modificar as estratégias oficiais de controle da raiva e dos morcegos hematófagos para atendimento às questões regionais, utilizando o geoprocessamento e análise espacial, com a finalidade de se adequarem aos recursos humanos e financeiros disponíveis para a atividade.

ABSTRACT

PUGA, Luciano Carlos Heringer Porcaro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2015. **Spatial modeling of the occurrence of bites from vampire bats in the Zona da Mata of Minas Gerais.** Adviser: Paula Dias Bevilacqua. Co-advisers: Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro and Abelardo Silva Júnior.

The present paper aims at shaping the feeding behavior and characterizing shelters of vampire bats, transmitters of the rabies virus to herds, in 15 townships located in the Zona da Mata of Minas Gerais, Brazil, and Paraibuna River basin, surroundings of Juiz de Fora, between February of 2012 and June of 2014. Fifty-three active shelters of vampire bats were surveyed as well as 180 properties, for data collection on the types of shelters found besides land use, herd size, previous occurrence of rabies in the herd and visualization of bat bites in animals using a GPS device for georeferencing. The research was based on studies about the physiology of chiropterans, due to the fact that the vampire bat, in general, has low energy reserves, a condition that could lead to an effective reduction of the work area of control of the population of these species. That must currently have, according to official standards, a radius of 12 kilometers. The data were gathered in a geographic information system through the GIS (Geographic Information System) software for visualization and spatial analysis. Statistical analysis of the variables found in the inspected properties was performed using logistic regression. It was found by the occurrence of teeth marks in the animals through the studied area that the vampire bats could fly at a distance of 1280 meters on average and at most 1517 meters ($p < 0.05$) for foraging. Also, it was found that having more than 100 cattle properties with mixed production of milk and meat, presence of bat shelters in the property and previous and current history of teeth markers by bats significantly present ($p < 0.05$) greater potential for occurrence of rabies. It is confirmed then that the vampire bats in a region of mountainous relief would not have enough energy reserves to overstep high altitudes and distances and that the work of prevention and control of rabies and vampire bats could be reduced safely to only 3 km radius from the shelters. The work of population control in nocturnal roosts, which are temporary shelters of vampire bats, is of crucial importance. Therefore it is appropriate to modify the official strategies to control the rabies and vampire bats in order to address regional issues, using GIS and spatial analysis, with the purpose of fitting the human and financial resources available for the activity.

1. INTRODUÇÃO

A raiva é uma importante zoonose de etiologia viral e distribuição mundial. O agente etiológico é transmitido pelo contato com a saliva contaminada de animais infectados. Há relatos de sua ocorrência em animais e seres humanos há mais de quatro mil anos (RUPPRECHT *et al.*, 2001). Mamíferos silvestres, como raposas, guaxinins, gambás e especialmente os morcegos, no Brasil, são considerados reservatórios do agente e, frequentemente, o transmitem para animais domésticos e seres humanos (OIE, 2004).

Segundo BRASIL (2014c), há pouco mais de 100 anos, a vacina contra a raiva foi desenvolvida por Pasteur e até hoje é ainda muito eficiente, com alto índice de proteção vacinal. Mas não há protocolo de tratamento clínico aprovado com recuperação total para debelar a doença e sequelas quando o animal ou ser humano já apresenta sinais neurológicos, levando o indivíduo afetado à óbito. Até o presente momento, apenas três pessoas com sinais clínicos da raiva não foram a óbito, entre eles um norte-americano do estado de Milwalkee, em 2004, que recebeu tratamento eficaz que levou à cura da doença, conhecido como Protocolo de Milwalkee. Foi o primeiro caso de cura citado na literatura. No Brasil, em 2008, um adolescente pernambucano, infectado por morcego, recebeu o tratamento adaptado à realidade brasileira e também foi curado. Este é o primeiro e único relato de tratamento da raiva realizado com sucesso em nosso país, porém como a doença proporciona sequelas neurológicas irreversíveis, deve-se preocupar sempre com a prevenção. Portanto, apesar de conhecida há milênios, a raiva ainda causa milhares de vítimas fatais anualmente e o protocolo atual para tratamento não apresenta viabilidade para uso em animais.

Causadora de diversos prejuízos econômicos diretos, devido à alta letalidade, a raiva gera diversos custos indiretos, tais como: a diminuição da produção animal, afastamento das funções para tratamento pré e pós-exposição de indivíduos que lidam com animais suspeitos, custos vacinais, entre outros (BRASIL, 2009). No Brasil, essa doença é considerada endêmica em grau variado, de acordo com cada região, e a prevalência em animais silvestres não é conhecida, pelo fato de que apenas raramente se fazem exames de materiais coletados desses animais para fins de vigilância epidemiológica da raiva (ITO, 2009; BRAGA, 2014).

Aproximadamente, 30 mil animais, entre herbívoros e suínos, foram a óbito entre 2000 e 2012 no Brasil, sendo 10.584 só na região Sudeste, com média de 814 óbitos confirmados para raiva anualmente. O número anual de casos confirmados diminuiu consideravelmente nesse período, pois além do trabalho dos serviços de defesa sanitária animal no controle da doença, o número de animais vacinados contra a raiva no período dobrou: pouco mais de 20 milhões de animais foram vacinados em 2000 e quase 43 milhões de animais em 2012 (BRASIL, 2012).

Apesar de a raiva já ser objeto de diversos estudos clínicos, epidemiológicos e comportamentais há mais de um século, os morcegos hematófagos são pouco estudados quanto à distância que saem para forragear. Como são reservatórios do vírus e o transmitem a animais sadios por meio da saliva contaminada quando se alimentam de sangue, o comportamento e a abrangência do voo dos morcegos hematófagos devem ser mais bem estudados. Várias justificativas para a realização de estudos sobre morcegos hematófagos podem ser propostas, tais como: (i) o enorme prejuízo causado pela raiva e pelas espoliações das mordeduras de morcegos, vacinação e perda de animais; (ii) a possibilidade de populações de morcegos hematófagos atingirem a zona urbana por haver diminuição de seus abrigos naturais; (iii) a possibilidade de criação de um mecanismo de avaliação da incidência de mordeduras de morcegos ao redor dos abrigos cadastrados e (iv) a necessidade de melhoria da eficiência do combate ao morcego hematófago e de interferência na cadeia de transmissão da raiva aos herbívoros. Ainda, considerando a distribuição espacial das diferentes espécies de morcegos e seus padrões de voo, estudos que abordem tais aspectos são importantes para o conhecimento da dinâmica de transmissão do vírus da raiva aos animais e seres humanos e o efetivo controle dos reservatórios.

Em se tratando da Zona da Mata de Minas Gerais, local de realização deste estudo, há necessidade de pesquisas sobre a distribuição dos morcegos hematófagos, visto que a região é endêmica para a raiva de herbívoros e há poucos dados publicados sobre o assunto.

Nesse sentido, o principal objetivo desse trabalho foi estudar as características do comportamento dos morcegos hematófagos com relação à distância para forrageamento a partir dos seus abrigos, incluindo o estudo do relevo.

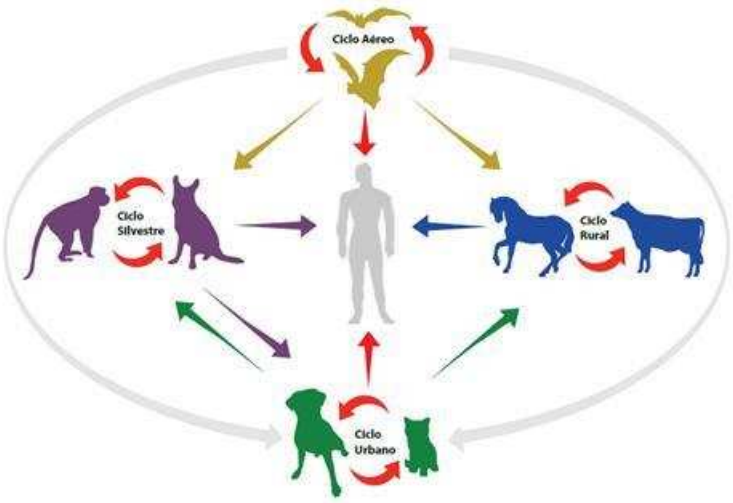
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Epidemiologia da raiva no mundo e no Brasil

A raiva é uma das zoonoses de maior importância em saúde pública, de distribuição cosmopolita, com estimativa de causar, anualmente, centenas de milhões de dólares em prejuízos diretos e indiretos, pela perda de animais e pessoas em toda a América Latina e Caribe; no ano de 2013, 256 bovinos, 29 equinos, 173 cães e 38 gatos mortos com sintomatologia nervosa foram confirmados positivos para raiva, através de exames laboratoriais nessa região (PANAFTOSA, 2014).

Além disso, há custos indiretos em consequência da vacinação prévia de animais e humanos em áreas endêmicas ou tratamento pós-contato com animais em risco de serem acometidos pela doença. Por ano, aproximadamente, 15 milhões de pessoas no mundo são expostas a animais suspeitos de raiva (WHO, 2014) enquanto, no Brasil, mais de 400 mil pessoas são expostas e entram em tratamento pós-exposição (SES-PE, 2009; BRASIL, 2011a).

A transmissão do vírus da raiva entre animais e para o ser humano se dá conforme se demonstra na Figura 1, onde estão listados os diferentes ciclos do vírus rábico na natureza. Particularmente, a presente pesquisa enfatizou os ciclos rural e aéreo, pois tratou de estudar o comportamento alimentar do morcego hematófago em relação à distância de forrageamento.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2011a).

Figura 1. Ciclos epidemiológicos da raiva no Brasil.

Desde 1935, reconhece-se que morcegos podem transmitir o vírus da raiva a animais e seres humanos. Entretanto, o primeiro diagnóstico de raiva em bovinos no Brasil ocorreu em 1911, época em que ainda não era conhecida a participação de morcegos hematófagos como reservatórios do vírus (GREENHALL, *et al.*, 1983; BRASIL, 2009).

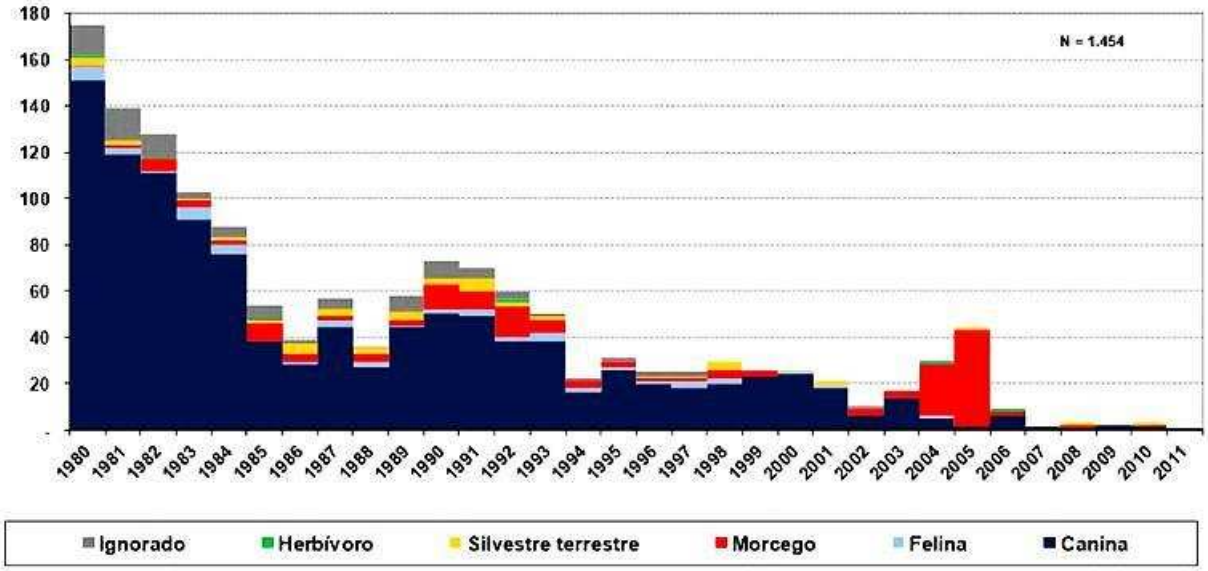
Até o final da década de 1970, considerava-se que a raiva humana associada a morcegos era insignificante e que não havia participação de morcegos na transmissão do vírus da raiva a seres humanos na região amazônica (MOK e LACEY, 1980).

Posteriormente, já no século XXI, houve um grande acréscimo nos casos de raiva humana originários de morcegos no Brasil. Segundo Brasil (2011a), a existência de morcegos hematófagos e animais silvestres portadores do vírus da raiva em todos os estados brasileiros é um fato que deve ser levado em conta, haja vista o aumento significativo das agressões por morcegos hematófagos a seres humanos, verificadas em séries históricas, conforme apresentado na Figura 2. Assim, a partir dos anos 2004 e 2005, os morcegos se tornaram os maiores transmissores do vírus da raiva aos seres humanos no Brasil, o que foi confirmado por meio das variantes dos vírus encontradas e relato dos casos clínicos referentes às pessoas que foram previamente agredidas por morcegos. O aumento significativo de casos de raiva em humanos causada por morcegos, nesses anos, deveu-se à ocupação humana em áreas situadas dentro ou próxima às florestas nos estados do Pará e Maranhão, cujas moradias eram vulneráveis à entrada e ataque de morcegos hematófagos.

Ainda de acordo com Brasil (2011a), em consequência da melhoria e eficiência na vacinação de cães e gatos, um trabalho em parceria da União com estados e municípios, a raiva urbana praticamente inexiste no Brasil; poucos casos isolados foram notificados, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, referentes a animais não vacinados. Por isso, também, o número anual de casos de raiva em seres humanos foi reduzido de mais de 170 em 1980, para apenas cinco em 2007. Nenhum caso foi relatado nos anos de 2013 e 2014. No período de 1980, a janeiro de 2011, foram registrados 1.454 casos de raiva humana no Brasil (Figura 2), com tendência de decréscimo na ocorrência.

Entretanto, no ano de 2014, a vacinação contra a raiva canina e felina não foi realizada em vários municípios brasileiros, dentre esses os de Minas Gerais, por

dificuldades na entrega de vacina pelo fornecedor. Assim, o Ministério da Saúde priorizou a vacinação canina e felina conforme “critério epidemiológico, mantendo prioridade para os estados e municípios com risco iminente de transmissão da raiva canina e felina, estados e municípios de difícil acesso na região amazônica e áreas de fronteiras com a Bolívia e Paraguai”. (ESTADO DE MINAS DIGITAL, 2014).



Fonte: Adaptado de BRASIL (2011a)

Figura 2. Distribuição anual dos casos de raiva humana por animal agressor no Brasil, no período de 1980 a janeiro de 2011.

De acordo com Brasil (2011a) e analisando a Figura 2, verifica-se que, a partir de 2004, a letalidade dos casos humanos relacionados a morcegos superou a de cães, sendo que, em 2005, o número de óbitos registrados foi superior a 40. O número de casos humanos, tendo o cão como fonte de infecção, diminuiu significativamente de 50, em 1990, para nenhum, em 2008, e dois no Maranhão, em 2009. Entre 2002 e 2009, o morcego foi o principal transmissor do vírus, estando associado a 63,8% dos casos de raiva humana no Brasil, seguido pelo cão, com 30,2% do total. No período de 1990 a 2009, 82% dos casos de raiva humana, no Brasil ocorreram nas regiões Norte e Nordeste, destacando-se os estados do Pará e Rondônia, na região Norte, e Maranhão, Bahia, Pernambuco, Ceará e Alagoas na região Nordeste. Outro estado brasileiro com destaque para ocorrência de raiva humana, nesse período, foi Minas Gerais, na região Sudeste do país.

Na Figura 3 verifica-se que há ocorrência de casos de raiva em mais de 150 países, em todos os continentes, com exceção da Antártida. Os maiores riscos de

ocorrência da raiva humana estão associados aos países dos continentes Africano, Asiático, Oceania e Américas (WHO, 2014), cujos reservatórios são várias espécies de animais silvestres, incluindo os morcegos hematófagos. No Brasil o risco é considerado moderado.

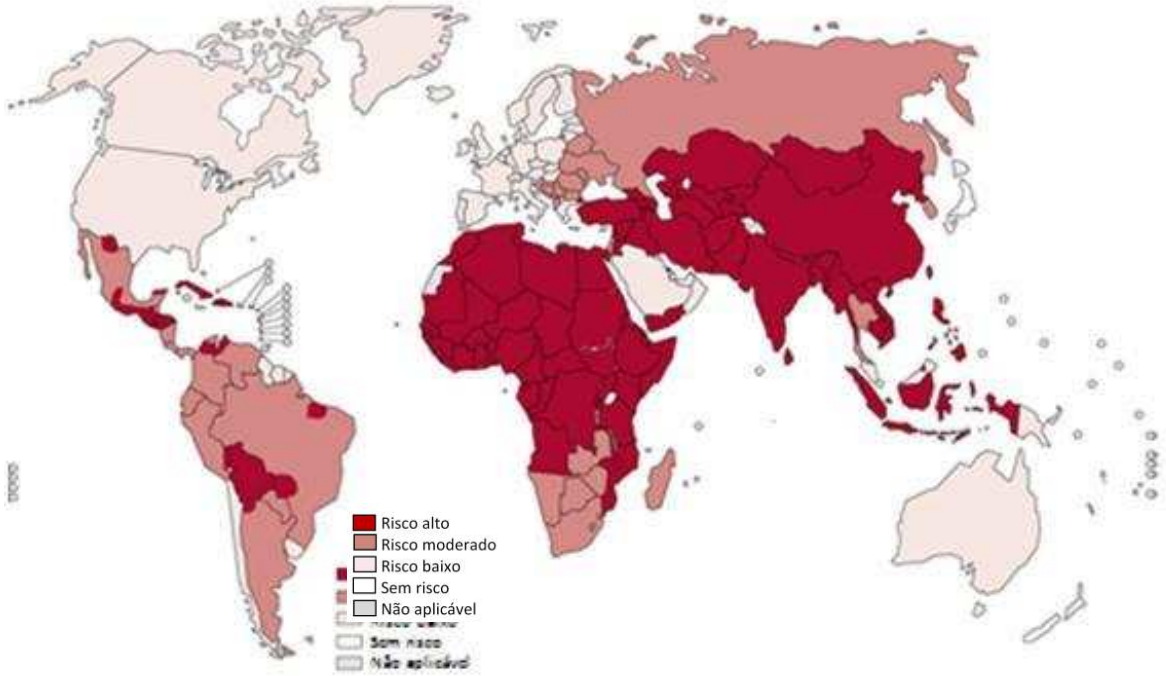
Relatos da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2014) indicam que quase 60.000 pessoas morrem no mundo, anualmente, vitimadas pela raiva, sendo 40% do total de casos representado por crianças e jovens até 15 anos de idade, agredidos por animais infectados. O vírus da raiva tem potencial de atingir até três bilhões de seres humanos residentes na Ásia e na África, com maior probabilidade de ocorrência em pessoas residentes em áreas rurais remotas, pela dificuldade de tratamento e envio de soro ou vacina. Ainda, segundo a Organização Mundial da Saúde, é considerada uma doença negligenciada, ou seja, doença endêmica que ocorre em populações de baixa renda e, tanto as autoridades de saúde pública quanto a indústria farmacêutica, direcionam escassos esforços para seu controle e erradicação. Na Ásia e na África, o tratamento pós-exposição para raiva varia em torno de 40 dólares por pessoa, custo relativamente alto para uma população que sobrevive abaixo de linha da pobreza, ou seja, com menos de dois dólares dia para sobrevivência.

Na América Latina, várias ações iniciadas na década de 1980 têm reduzido a incidência de raiva em animais e humanos como, por exemplo, a vacinação anual de mais de 45 milhões de cães nessa região (WHO, 2014). O Brasil iniciou o Programa de Profilaxia de Raiva em 1973, com campanhas de vacinação em massa de cães e gatos, desde a década de 1980; outras ações eficazes que auxiliaram na redução da raiva urbana e humana foram: o controle da população de cães e gatos, a vacinação pós-exposição de animais e a educação em saúde (MIRANDA *et al.*, 2003; PORTAL BRASIL, 2012).

Segundo Vigilato *et al.* (2013), atualmente a ocorrência de raiva humana urbana no Brasil é praticamente insignificante, estando restrita a regiões longínquas onde a população desconhece a etiologia e o risco relacionados à ocorrência de raiva nos animais. Faltam informações quanto à necessidade de realização de tratamento imediato, profilaxia e como acessar esses serviços quando há exposição ao vírus. Em 2011, houve apenas dois casos de raiva em humanos, ambos causados por cães, no estado do Maranhão. Em 2012, houve cinco casos humanos, sendo dois transmitidos por cães no estado do Maranhão, um por morcego em

Minas Gerais e dois por macacos no estado do Ceará. No ano de 2010, houve três casos de raiva em humanos no Brasil, cujas transmissões foram: por morcego, no estado do Rio Grande do Norte; por cão e por macaco no Estado do Ceará.

Entretanto, no estado de Minas Gerais, casos de raiva em humanos são pouco frequentes. Existe risco de mudança no comportamento da população de morcegos hematófagos, que passariam a se alimentar em seres humanos e, assim, aumentaria a probabilidade de transmissão do vírus. Recentemente ocorreram neste estado dois casos de raiva humana com muita repercussão na mídia e em publicações do Ministério da Saúde, sendo um em Prados, próximo a São João Del Rei, no ano de 2006 (BRITO *et al.*, 2011) e outro em Rio Casca – região da Zona da Mata, no ano de 2012 (VELOSO, 2012). O primeiro se refere a um médico veterinário que manipulou material contaminado de um caprino sem a devida precaução e tratamento pós-exposição. O segundo tratou-se de um produtor rural mordido, de forma defensiva, por um morcego hematófago ao manipulá-lo quando esse se alimentava do sangue de um animal em sua propriedade.



Fonte: Adaptado de WHO (2014).

Figura 3. Distribuição dos níveis de risco para raiva humana no mundo, 2011.

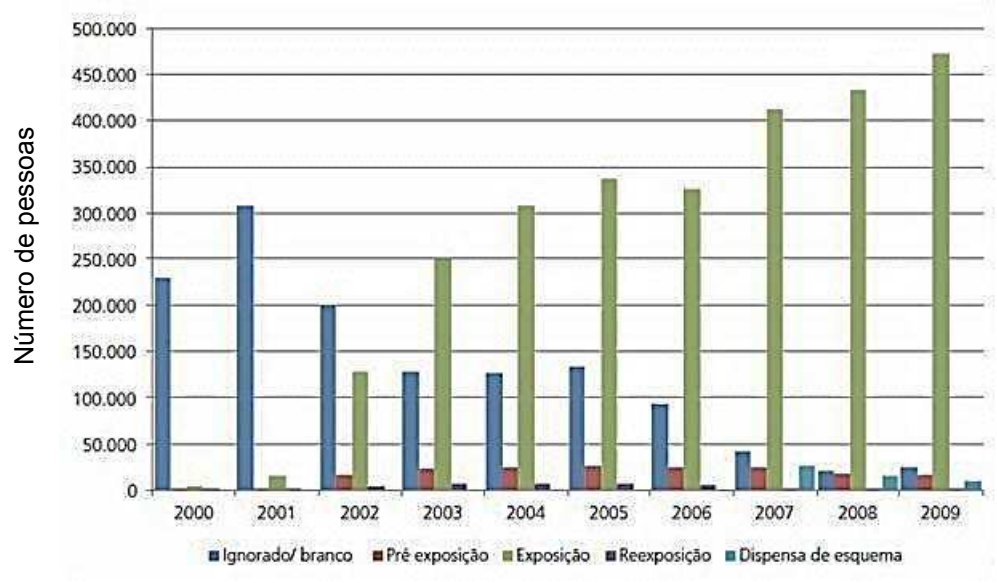
Com relação ao tratamento pós-exposição para a raiva humana, verificou-se, na Figura 4 no Brasil, aumento de poucas centenas de atendimentos em 2000 para mais de 460 mil em 2009 (BRASIL, 2011a). Ainda, de acordo com Brasil (2011a), de 1998 a 2009, foram notificados 218 casos de raiva humana. Desses, 144 pacientes

(66,0%) não receberam tratamento profilático, seja por desconhecerem a necessidade de profilaxia, seja pela falta de acesso ao atendimento médico/hospitalar em tempo hábil; 23 pacientes (10,5%) que tiveram acesso à profilaxia foram a óbito por terem sido inadequadamente tratados e/ou porque abandonaram o esquema profilático (BRASIL, 2011a).

Das pessoas que iniciam a profilaxia que envolve o uso de vacina e soro hiperimune, entre 10% e 12% abandonam o tratamento ou não tomam todas as doses prescritas (SES-PE, 2009; BRASIL, 2011a). Esse fato é extremamente grave para o paciente, porquanto o vírus da raiva é altamente letal quando atinge o sistema nervoso central.

Tais informações são importantes para corroborar o fato de que a raiva, ou, mais frequentemente, a agressão por animais potencialmente reservatórios do vírus rábico, ser frequentemente negligenciada por profissionais e serviços de saúde e mesmo pela população que, em geral, desconhece o risco de se contrair a doença. Levantamento feito pelo Ministério da Saúde, após surto de raiva humana, ocorrido em 2005 no Brasil, relatou que 410 pessoas foram agredidas por morcegos hematófagos somente no estado do Maranhão. Essas informações foram obtidas somente após a visita de técnicos do Ministério da Saúde no trabalho de contenção do foco da doença, fato que pode explicar o desconhecimento do risco de se contrair raiva ou da necessidade de tratamento pós-exposição ao vírus. No Pará, 100% dos casos confirmados em 2004 revelaram desconhecer a necessidade de tratamento profilático para agressões por morcegos (BRASIL, 2014b).

Braga *et al.* (2014) informaram em seu estudo que, no ano de 2010, em 2.260 municípios brasileiros com abrigos de morcegos cadastrados, apenas 300 (13,3%) apresentaram casos de bovinos positivos para raiva. Em 565 municípios, não havia dados para correlação de abrigos e municípios com ocorrência ou não de raiva, informações que auxiliam Dias *et al.* (2011) a relatar os casos de raiva subnotificados no Brasil.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2011a).

Figura 4. Distribuição anual da profilaxia para raiva humana, Brasil, 2000 a 2009.

A raiva em caninos e felinos segue tendência de queda ao longo dos anos, em virtude das campanhas de vacinação promovidas pelo Ministério da Saúde em parceria com os estados e municípios da Federação, inseridas no Programa Nacional de Profilaxia da Raiva implantado em 1973 (PORTAL BRASIL, 2012). Em 2000, houve notificação de 921 casos de raiva canina e, em 2010, 18 casos confirmados em 16 municípios brasileiros, apresentando redução superior a 90%. Em 2011, houve aumento pontual, com 63 casos de raiva canina e 18 de raiva felina, até novembro daquele ano. Relatórios do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Ministério da Saúde mostram que, de janeiro a outubro de 2010, no Brasil, apenas 12 caninos, três felinos e dois humanos haviam sido confirmados positivos para raiva; em contraste, 453 bovinos, 44 equinos e 14 outros animais de produção foram confirmados positivos para essa doença; esses dois humanos que foram confirmados positivos para raiva eram residentes na região Nordeste (BRASIL, 2011b, 2012, 2014a).

Conforme apresentado no Quadro 1, as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste concentraram, entre 2009 e 2012, 79% dos casos de raiva notificados em herbívoros e suínos e as regiões Norte e Nordeste, 21%. Essas diferenças identificadas possivelmente estão mais relacionadas com os melhores sistemas de vigilância epidemiológica e acesso a laboratórios para diagnóstico nas regiões com maiores percentuais de casos notificados do que com a existência de riscos diferenciados

para ocorrência de raiva em herbívoros e suínos entre as regiões. Esse número de casos também está ligado de forma proporcional à população de herbívoros existentes em cada região (BRASIL, 2012).

Quadro 1. Casos de raiva dos herbívoros e suínos notificados no Brasil, por região, de 2009 a 2012.

Regiões	2009	2010	2011	2012	Total
Norte	178	287	118	70	**653**
Nordeste	231	178	134	115	**658**
Sudeste	444	367	369	536	**1.716**
Sul	252	209	293	458	**1.212**
Centro Oeste	712	576	417	404	**2.109**

Fonte: Adaptado de BRASIL (2012).

Com relação à profilaxia da raiva dos herbívoros, no Brasil, foram comercializadas 57.583.679 doses de vacina contra raiva em 2009; 52.200.634 doses em 2010; 45.423.746 doses em 2011 e 42.961.303 doses em 2012, representando, no período, decréscimo na venda de quase 26% (BRASIL, 2012). Considerando a população do rebanho bovino nacional, estimada em torno de 200 milhões de bovinos no ano de 2012, menos de 25% da população foi vacinada contra raiva nesse ano (BRASIL, 2012).

O Brasil é, portanto, país cuja ocorrência de raiva é endêmica, assim como o estado de Minas Gerais e, principalmente, a Zona da Mata Mineira, pela grande disponibilidade de abrigos naturais e artificiais de morcegos hematófagos, especificamente pela ocorrência de casos de raiva em animais de produção (BRASIL, 2012; IMA, 2012).

2.2. Controle da raiva dos herbívoros no Brasil

No Brasil, a publicação do Decreto Federal nº 24.548/1934 instituiu a raiva como doença passível de aplicação de medidas de defesa sanitária animal. A Portaria nº 126/1976, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceu as primeiras normas de controle da raiva para animais em geral e dos reservatórios silvestres - morcegos hematófagos - pela aplicação de anticoagulantes nesses animais, visando diminuir a população de transmissores do vírus (BRASIL, 1934; 1976). A Instrução Normativa nº 5/2002, do MAPA, revogou a Portaria nº 126/1976, incluindo, além da raiva, o controle de outras encefalopatias, por

necessidade sanitária e da exigência de barreiras econômicas ligadas ao comércio internacional de carnes e derivados, estando vigente até o momento (BRASIL, 2002; 2009).

A Instrução Normativa nº 5/2002 do MAPA define as estratégias para o controle da raiva em herbívoros e institui o Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros (PNCRH). Esse programa considera como área de ocorrência de raiva aquela onde a doença tenha sido confirmada durante os dois anos precedentes e, como área controlada, aquela onde o controle da raiva tenha alcançado níveis satisfatórios, com os bovídeos e equídeos devidamente vacinados e a população de transmissores reduzida. Ainda, de acordo com o programa, a realização de vacinações focais e perifocais compreenderão todas as propriedades existentes na área de ocorrência de raiva, abrangendo um raio de até 12 km, em cuja área também deve ser feito o combate aos transmissores; a vigilância dos transmissores deverá ser constantemente mantida por meio da verificação do coeficiente de mordeduras e da dinâmica de suas populações (BRASIL, 2009). De acordo com o Manual de Encefalopatias do Instituto Mineiro de Agropecuária[1] (IMA) e o Manual Técnico para Controle da Raiva do MAPA, o atendimento a foco de suspeita de raiva, ou qualquer outra síndrome nervosa deve ser feito em um prazo inferior a 24 horas após a notificação (VASCONCELOS, 2004; BRASIL, 2009).

Assim, num raio de 12 km, a partir dos focos confirmados de raiva e/ou dos abrigos de morcegos hematófagos, deve ser feito o combate sistemático aos morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus* e a vacinação perifocal. Esse combate pode ser realizado por meio de 'círculos concêntricos' a partir do foco, ou por 'bloqueio linear', nos casos em que o relevo ou hidrografia possibilita esse tipo de controle. É também necessário que haja controle com vacinação em massa da população susceptível e exames em animais suspeitos de raiva nessa região delimitada anteriormente (BRASIL, 2002).

O bloqueio por círculos concêntricos é feito com a definição de um ponto central denominado foco, a partir do qual as propriedades em volta são inspecionadas de forma centrífuga, até que não haja mais risco potencial, seja por ausência de transmissores ou de animais susceptíveis à raiva. Esse procedimento pode ser de difícil operacionalização, principalmente quando as propriedades estão

[1] Autarquia ligada à Secretaria de Estado da Agricultura que é responsável pela defesa sanitária animal no estado de Minas Gerais.

dispersas em uma área geográfica extensa e/ou quando as vias de acesso são precárias ou mesmo inexistentes (BRASIL, 2002).

Segundo Brasil (2009), o bloqueio linear compreende o controle do possível foco seguindo os desníveis próprios dos terrenos, bacias hidrográficas, margens de uma represa ou rodovias, entre outros. O bloqueio linear, apesar do nome utilizado, leva em consideração a topografia e o possível trajeto dos morcegos hematófagos, locais geralmente livres de vegetação e obstáculos em que haja grande decréscimo de altitude e sem transpor grandes vertentes. Acredita-se que esse método de bloqueio é mais interessante e prático, pois tem relação com o comportamento do morcego hematófago, que evita os locais com vegetação mais densa e prefere voar em alturas menores em comparação com outras espécies de morcegos, que preferem voar na altura do dossel das árvores. Entretanto, é necessário ter conhecimento das características geográficas locais/regionais para realização do bloqueio linear.

Pela Instrução Normativa nº 141 do IBAMA, de 19 de dezembro de 2006, que regulamenta o controle e o manejo da fauna sinantrópica nociva (BRASIL, 2006b), define-se fauna sinantrópica nociva como aquela *"que interage de forma negativa com a população humana, causando-lhe transtornos significativos de ordem econômica ou ambiental, ou que represente riscos à saúde pública"*. São incluídas entre as *"espécies passíveis de controle por órgãos do governo"*, os quirópteros da espécie *D. rotundus* em áreas endêmicas ou de risco para a raiva. Apesar de ser uma espécie animal silvestre, por apresentar riscos a outros animais e humanos, o controle da população de morcegos dessa espécie é permitido. Ainda, a Lei Federal nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967, que dispõe sobre a proteção à fauna define, em seu artigo 3º, parágrafo 2º: *"é permitida a destruição de animais silvestres considerados nocivos à agricultura ou à saúde pública"*. Nesse sentido, o controle da população de morcegos hematófagos da espécie *D. rotundus*, visando ao controle da raiva no meio rural e urbano, tem respaldo legal (BRASIL, 2002; 2006b; 2009).

A pasta vampiricida é usada no controle da população de morcegos hematófagos desde a década de 1970, para uso tópico em mordeduras nos animais (método indireto) e para aplicação nos morcegos capturados (método seletivo direto). O método direto, mostrado na Figura 5, possui maior eficiência no controle de fêmeas e morcegos jovens de qualquer sexo, pois esses animais têm o hábito de se limparem, ao contrário dos machos que possuem hábitos agonistas entre si e

disputam território e, por isso, praticamente, não se limpam. Para controle de machos e consequentemente da raiva, o ideal seria combinar o métodos indireto e direto para reduzir efetivamente a população de morcegos transmissores do vírus aos herbívoros (FLORES-CRESPO, 1978; PICCININI *et al.,* 1985; BRASIL, 2009).

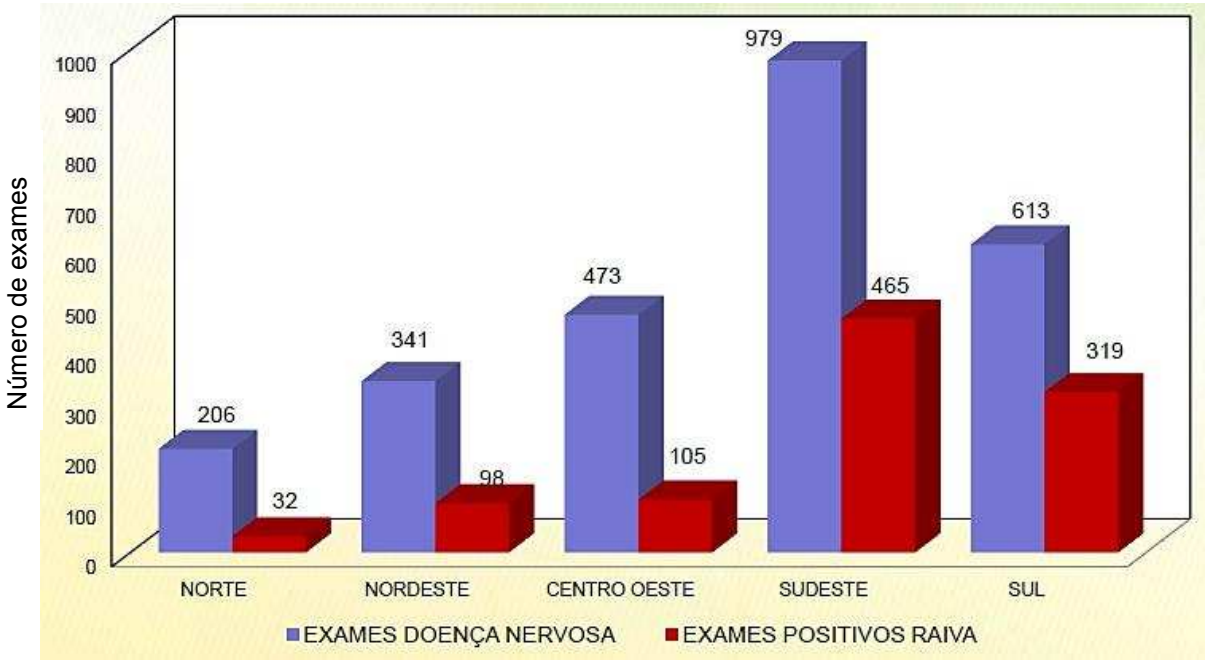
Fonte: arquivo próprio.

Figura 5. Aplicação de pasta vampiricida à base de warfarina no dorso de morcego hematófago para controle da população – método seletivo direto.

Flores-Crespo (1978) realizou estudo com o uso da pasta vampiricida à base de warfarina a 2% nas mordeduras recentes de bovinos em cativeiro e houve redução efetiva de 96,4% do número de mordeduras após 14 dias da aplicação; no mesmo trabalho, foi feita a aplicação direta da pasta vampiricida num morcego de uma colônia mantida em cativeiro com 20 indivíduos, que apresentou um resultado de 100% de morte dos morcegos. Essa pasta vampiricida é até hoje utilizada no controle de morcegos hematófagos, pois é bastante específica e pouco tóxica, com risco pequeno para contaminação ambiental e de seres humanos.

De 2009 a 2012, 24.986 abrigos de morcegos hematófagos foram trabalhados para controle da população de morcegos, sendo 14.762 na região Sudeste e 5.584 no estado de Minas Gerais, representando, respectivamente, 59% e 22% do montante de abrigos trabalhados no Brasil nesse período (BRASIL, 2012).

A região Sudeste, de acordo com o gráfico da Figura 6, apresentou o maior número de exames realizados para raiva no ano de 2012, com 979 exames e 465 positivos (47,5 %) e a região Sul aparece com 613 exames e 319 positivos (52,0 %).



Fonte: BRASIL (2013)

Figura 6. Resultados dos exames coletados para vigilância epidemiológica da raiva e encefalopatias, por região do Brasil, 2012 (BRASIL, 2013).

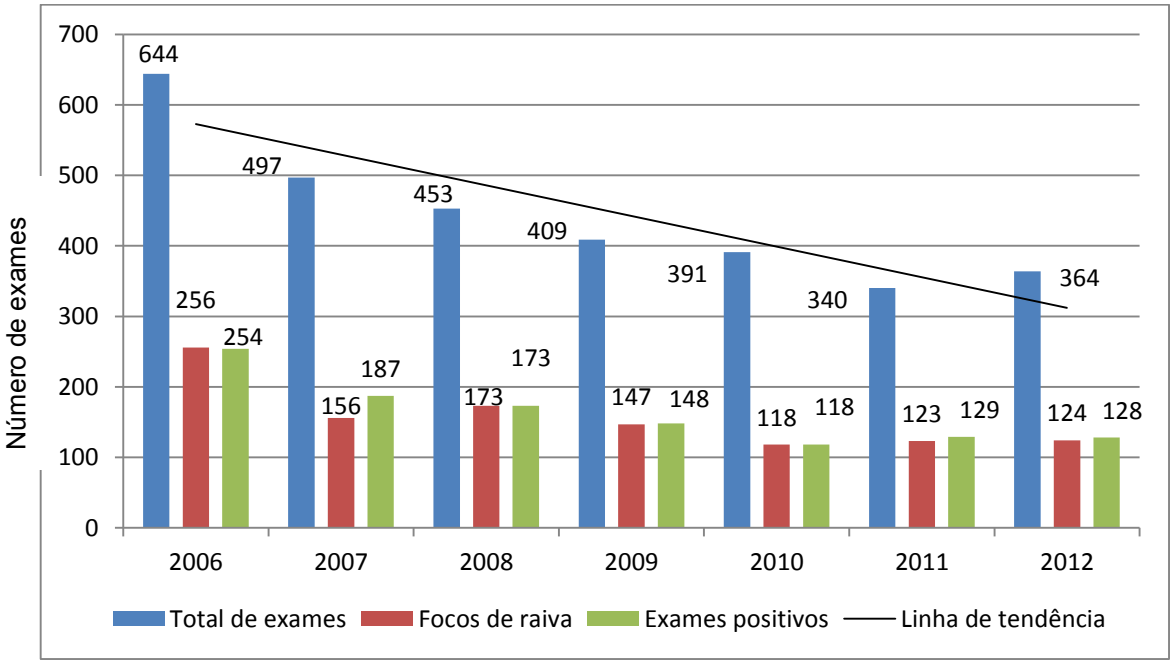
2.2.1. Controle da raiva dos herbívoros em Minas Gerais

Em Minas Gerais, a raiva dos herbívoros é uma doença endêmica, pois há focos confirmados por todo o estado e o ciclo aéreo/silvestre mantém a viremia nos morcegos e em gambás, guaxinins, entre outros animais que são mais resistentes ao vírus e o transmitem a animais sadios por vários meses (IMA, 2012; BRASIL, 2009).

Minas Gerais apresenta diversas áreas com relevo acidentado, como a região da Zona da Mata, em que há grande possibilidade de existência de abrigos diurnos de morcegos hematófagos. Ações humanas, como o desmatamento e a construção de barragens para usinas hidrelétricas fazem reduzir o número de abrigos naturais havendo, assim, maior aproximação do morcego hematófago com o ser humano e animais domésticos de produção ou de estimação. O grande número de abrigos diurnos naturais e artificiais, bem como o aumento gradual da população de

bovídeos e equídeos resulta em maior capacidade de multiplicação e manutenção de morcegos hematófagos nesse estado. Outro fator que influencia a mudança comportamental e a população dos morcegos é o elevado índice de aproveitamento da capacidade hidrelétrica dos rios em Minas Gerais e a redução de áreas florestais naturais ao longo dos anos. Todos esses fatores de risco para aumento da população de morcegos hematófagos e, consequentemente, a ocorrência de casos de raiva nos herbívoros são produtos da intensificação da utilização do espaço geográfico pelo homem (SILVA, 2001; BRASIL, 2009).

Apesar de ser decrescente o número de amostras coletadas para exame laboratorial de raiva e encefalopatias (Figura 7), Minas Gerais possui a maior representatividade quantitativa entre todos os estados brasileiros, com 13,94 % dos exames totais realizados no país, no ano de 2012 (BRASIL, 2013).



Fonte: BRASIL (2013).

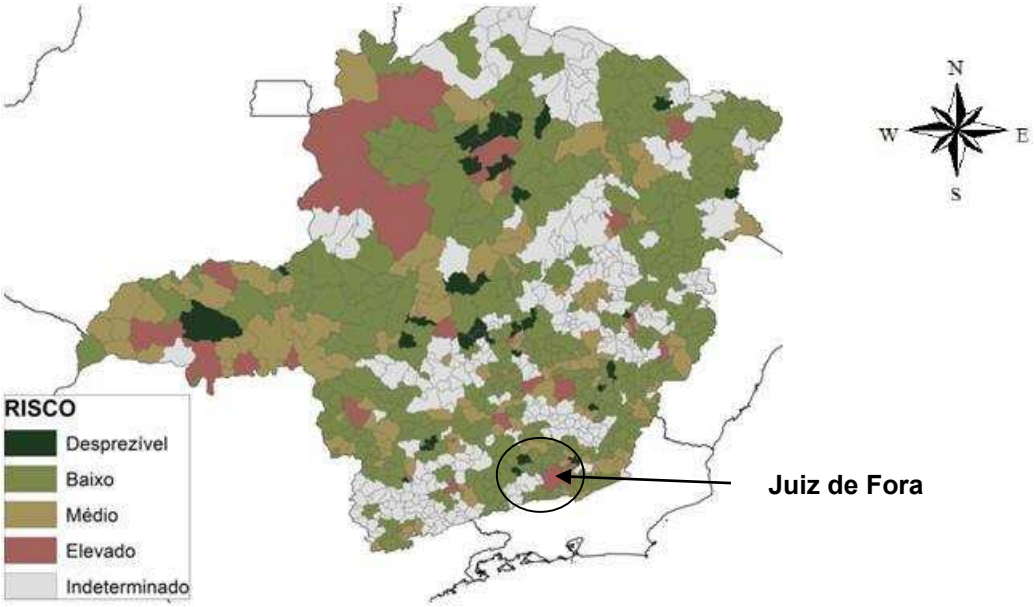
Figura 7. Exames de raiva e encefalopatias realizados em Minas Gerais, Brasil, de 2006 a 2012.

Analisando a Figura 7, o número de exames anuais em Minas Gerais vem decrescendo de 2006 a 2012, passando de 644 a 364 (redução de 43,5%), mas este ainda é o estado com maior representatividade no número de exames realizados. O estado de São Paulo realiza 13,13 %, e Paraná 12,02 % do total de exames de raiva (BRASIL, 2013).

Silva *et al.* (2001) verificaram, em estudo realizado de 1976 a 1997, que a

ocorrência de raiva em Minas Gerais está ligada ao uso da terra nas propriedades. Esse risco aumenta com o incremento do rebanho efetivo bovino e é determinado pelas transformações antrópicas do meio, como construções abandonadas e aumento da população bovina. Isso pode ser verificado na pesquisa de Gomes e Monteiro (2011), em que os casos de raiva estão relacionados a locais onde a atividade agrícola é prejudicada e a pecuária prevalece.

Conforme a classificação do risco para raiva dos herbívoros, elaborada pelo IMA no ano de 2012 (Figura 8), destaca-se, na região da Zona da Mata, o município de Juiz de Fora, classificado como de risco elevado e, no seu entorno, municípios com risco classificado como baixo e outros, indeterminado (IMA, 2012). Valente e Amaral (1972) verificaram que, para cada animal morto por raiva, confirmado por meio de exame laboratorial, seis já foram a óbito por essa doença. Atualmente, essa subnotificação de doenças nervosas que acometem os animais de produção ainda é elevada, o que pode ser demonstrado pelo não desprezível número de municípios com classificação de risco como indeterminado nessa região, na Figura 8.



Fonte: IMA (2012).

Figura 8. Risco de ocorrência de raiva em herbívoros segundo os municípios, Minas Gerais, 2012.

De acordo com o IMA (2012), é importante salientar que essa classificação de risco foi obtida por meio dos resultados positivos para raiva em animais, cujos proprietários ou responsáveis notificaram sintomatologia nervosa e assim solicitaram coleta de material para exame laboratorial. Logo, os municípios ou regiões em que

há mais informação da população sobre a doença, ou médicos veterinários aptos para coleta e encaminhamento de material de forma correta ao laboratório, poderão ser considerados de maior risco, pois o número de animais diagnosticados e confirmados como positivos será maior. Da mesma forma, áreas do mapa consideradas de menor risco, podem ser assim classificadas, devido à menor notificação da doença em função da ausência ou precariedade de condições para a identificação de casos da doença (falta de pessoal capacitado, dificuldades de acesso a laboratórios para diagnóstico, desconhecimento sobre a doença, dentre outras).

Especificamente, em relação à área da Coordenadoria Regional de Juiz de Fora (CRJF), divisão administrativa do IMA que inclui quatro mesorregiões (Zona da Mata, Campos das Vertentes, partes da Metropolitana e do Sul de Minas), entre 2010 e maio de 2014, foram examinados para raiva 127 animais, representando 7,6% dos animais examinados em Minas Gerais, no mesmo período; desses, 47% resultaram em diagnóstico positivo, sendo que 90% dos casos confirmados ocorreram em bovinos; 6,7% em equinos e 3,3% em ovinos/caprinos (Quadro 2). Estes dados secundários referentes à confirmação de animais positivos foram obtidos do Laboratório de Sanidade Animal do IMA, como número e espécies de animais confirmados positivos para raiva e municípios de ocorrência. Tais dados foram relativos ao período de 2010 a 2014.

O estudo realizado por Valente e Amaral (1972) menciona a subnotificação de animais positivos quando há um surto da doença. Se extrapolarmos esses dados de subnotificação (um confirmado positivo para seis animais mortos por raiva) na área da CRJF, em que houve 60 casos confirmados (Quadro 2). Isto representaria número superior a 360 animais mortos pela doença no período de 2010 a maio de 2014.

Quadro 2. Animais examinados e positivos para raiva, Coordenadoria Regional de Juiz de Fora e Minas Gerais, 2010 a maio de 2014[2]

Ano	Área da CRJF		Minas Gerais
	Animais examinados	Animais positivos	Animais examinados
2010	36	14	404
2011	17	5	362
2012	28	16	341
2013	28	14	369
2014	18	11	188
Total	**127**	**60**	**1.664**

Fonte: Adaptado de IMA (2014a).

Dias *et al.* (2011) informaram que onde há negligência nas notificações de casos de raiva e alta receptividade para o vírus, principalmente com ligação ao tamanho do rebanho bovino, o risco de ocorrência da raiva é considerado médio. A falta de informações epidemiológicas de uma real incidência da raiva ligada à ocorrência de outros fatores, como as mudanças ambientais e a presença de morcegos e outros animais silvestres portadores do vírus da raiva, predispõem a um alto risco de ocorrência de raiva, ainda que casos positivos tenham sido negligenciados ou não confirmados.

A vacinação antirrábica anual dos herbívoros domésticos, apesar de obrigatória e prevista em lei (Lei Estadual nº 10.021/1989), não é incluída no calendário de vacinação dos estabelecimentos criadores e verifica-se que os surtos de mortalidade por suspeita de raiva voltam a ocorrer nas regiões em que há maior população de morcegos (MINAS GERAIS, 1989). Não há campanha de vacinação contra raiva dos herbívoros estabelecida como programa de governo nem se aplica infração administrativa às propriedades inadimplentes, apenas é feito o controle da venda de vacina nos estabelecimentos comerciais. Nos 106 municípios que compõem a CRJF foram contabilizadas, de janeiro de 2013 a junho de 2014, 667.867 doses de vacina antirrábica vendidas para herbívoros. A meta para o período era de 1.399.861 doses, tendo sido atingido apenas 47% do esperado, o que resulta em menor proteção dos herbívoros e maior risco de ocorrência da raiva (IGA, 2010; IMA, 2014c).

Albas *et al*. (2005) sugerem, para proteção efetiva do rebanho, aplicação de três vacinas iniciais, sendo os dois reforços aplicados em um intervalo de 30 a 180 dias após a primeira dose ou início da vacinação. Minas Gerais já realiza controle efetivo da população de morcegos há mais de 20 anos, antes mesmo da criação do

[2] Nota: Os resultados de exames de novembro e dezembro de 2012 e de janeiro de 2014 não foram computados, por falta de informações específicas nos relatórios relativas a esses meses.

IMA. Porém há diversos locais com presença de morcegos e de ocorrência "silenciosa" da raiva. A atividade de controle populacional de morcegos é realizada de acordo com metas estabelecidas entre Governos Estadual e Federal sendo que, atualmente, em quase todo o estado, diversos abrigos de morcegos já estão cadastrados e controlados periodicamente (BRASIL, 2009; IMA, 2014c).

Na região da CRJF foram trabalhados, de janeiro de 2013 a junho de 2014, 110 abrigos de morcegos, sendo que 25 cavernas, 23 casas, 23 bueiros e 13 outros abrigos apresentavam morcegos hematófagos. Foram, ainda, também foram vistoriados nove abrigos sem presença de morcegos e 27 abrigos com morcegos não hematófagos, sendo que em alguns desses havia coabitação com hematófagos. No mesmo período, foram examinados, pelo serviço de defesa sanitária oficial, apenas nove bovinos e dois equídeos com suspeita de doença neurológica (IMA, 2014b).

De acordo com o Quadro 3, nos cinco municípios que compõem o Escritório Seccional de Juiz de Fora, uma das 18 divisões administrativas da CRJF, foram realizadas 105 vistorias em abrigos com morcegos, do ano de 2011 a 2014, com captura de 298 morcegos hematófagos no período, os quais foram tratados com pasta vampiricida para controle da população. Vários dos abrigos trabalhados se repetem durante o período, pois são revistoriados periodicamente a cada seis meses ou ano, em média, para verificar se houve aumento da população de morcegos hematófagos ou repovoamento, no caso de abrigos provisoriamente inativos.

Quadro 3. Abrigos trabalhados e morcegos hematófagos capturados na área de atuação do Escritório Seccional de Juiz de Fora – IMA, 2011 a 2014.

Atividade	2011	2012	2013	2014[3]	Total
Abrigos trabalhados	22	26	43	14	105
Morcegos hematófagos capturados	85	78	92	43	298

Fonte: IMA (2014c).

Verificando as informações do Sistema de Vigilância Continental (SIVCONT) do Panaftosa (PANAFTOSA, 2014) foram examinados, entre janeiro de 2010 a junho de 2014, 137 animais com sinais neurológicos sugestivos de raiva na região da CRJF; esses dados do SIVCONT incluem os meses de novembro e dezembro de

[3] Dados parciais, até junho de 2014 inclusive.

2012 e o mês de janeiro de 2014, que não foram informados pelo Laboratório do IMA (IMA, 2014a). Nesse período, houve 25 coletas de material no município de Juiz de Fora, nove em Ibertioga, seis em Leopoldina, seis em Lima Duarte e cinco em Simão Pereira, representando os municípios em que houve maior demanda para diagnóstico de raiva ou encefalopatias (IMA, 2014c). As coletas de material encefálico de animais com suspeita de doença neurológica foram realizadas na maioria em Juiz de Fora, por ser o maior município da região, com maior concentração de médicos(as) veterinários(as) tanto no serviço de defesa sanitária estadual quanto na iniciativa privada.

2.3. Sinais clínicos da raiva em herbívoros

De acordo com Brasil (2009), os sinais clínicos predominantes da raiva nos herbívoros, sem diferença acentuada entre as espécies, são de natureza neurológica, podendo haver alteração de comportamento, como a raiva furiosa e a paralisia. Os sinais clínicos iniciais são: afastamento do rebanho, apatia, perda de apetite, aumento da sensibilidade, prurido na região da mordedura, tenesmo, hiperexcitabilidade, salivação constante com dificuldade para engolir alimentos e água. Outros sinais aparecem com a evolução da doença, tais como: tremores, incoordenação motora, movimentos de “pedalagem” quando em decúbito lateral, opistótono, paralisia de membros anteriores e posteriores e asfixia. A morte pode ocorrer dentro de até dez dias, com média entre três e seis dias após o aparecimento dos sinais. Alguns animais podem apresentar poucos ou vários desses sinais listados acima. Por isso deve ser diferenciada de outras encefalites que causam sinais semelhantes fazendo, quando possível, a coleta de material encefálico e encaminhamento à análise laboratorial para confirmação da raiva. Além do diagnóstico laboratorial, que é essencial, o diagnóstico pode ser apenas clínico e/ou epidemiológico em regiões onde houve ocorrência confirmada para a doença, mas dessa forma há o risco de ocorrência da raiva concomitantemente com outros distúrbios que causam sinais neurológicos os quais podem ser confundidos com os da raiva.

2.4. Morcegos hematófagos: biologia e comportamento

Os morcegos *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngii* são as três espécies que se alimentam exclusivamente de sangue de animais

domésticos e silvestres no estado de Minas Gerais, listados acima em ordem decrescente de ocorrência (Figura 9), e estão presentes em quase toda a América, desde o México até a Argentina (BRASIL, 2009). De acordo com a literatura, a gestação de uma fêmea de morcego demora sete meses, com geração de apenas um descendente por ano. Os nascimentos ocorrem durante todo o ano, porém com maior frequência nos meses mais chuvosos e o desmame dos filhotes ocorre aos quatro meses de idade (GOMES e UIEDA, 2004; REIS *et al.,* 2007). Os morcegos hematófagos, em geral, vivem em colônias com machos dominantes (alfa), sendo a razão média entre machos e fêmeas, igual a 1/15, formando um sistema de acasalamento de harém. Quando aprendem a voar, os machos (não dominantes) são expulsos da colônia e passam a viver em poleiros isolados no mesmo abrigo ou em abrigos próximos, podendo ter atividade sexual com fêmeas de diversos abrigos na área de convívio (GREENHALL, 1983; REIS *et al.,* 2006).

Fonte: arquivo próprio.

Figura 9. Espécies de morcegos hematófagos do Brasil. A – *Desmodus rotundus*; B – *Diphylla ecaudata*; C – *Diaemus youngii*.

Os morcegos hematófagos, em geral, são pouco resistentes ao jejum

prolongado, pois o pâncreas deles (Figura 10) não fabrica insulina em quantidade suficiente e, assim, possuem escassas reservas energéticas de glicogênio nos músculos, sobrevivendo, no máximo, 60 horas sem se alimentarem (GOMES, 2008; QUEIROZ, 2008; FREITAS *et al.*, 2013). Como a dieta à base de sangue bovino, por exemplo, é rica em proteína (93,1 % da matéria seca do sangue) e extremamente carente em carboidratos (concentração de glicose inferior a 1%), produzem carboidratos no fígado a partir da gliconeogênese da proteína, o que demanda muita energia do metabolismo do próprio animal (BREIDENSTEIN, 1982; GOMES, 2008; QUEIROZ, 2008).

Segundo o estudo de McFarland e Wimsatt (1969), os morcegos hematófagos chegam a ingerir até 16mL de sangue por dia em jejum, o que representa até 40% de seu peso corporal. Porém, durante o forrageamento, urina por até 30 vezes em meia hora, devido à rápida absorção de água ainda no estômago, para acelerada diminuição do peso adquirido durante a alimentação e para a excreção de nitrogênio não proteico (UIEDA, 1982; MCFARLAND e WIMSATT, 1969).

O voo dos morcegos *D. rotundus* é geralmente baixo, no máximo a poucos centímetros do chão, e ocorre em áreas livres de obstáculos naturais, preferencialmente sobre estradas ou cursos d'água, em corredores (LINHART *et al.*, 1972; UIEDA, 1982; BRASIL, 2009; PEREIRA, 2010).

Fonte: Jerusa Oliveira, *M.Sc.* (UFV).

Figura 10. Evisceração de morcego *Desmodus rotundus* para retirada de fígado, pâncreas e outros órgãos.

Durante o dia, os morcegos hematófagos ficam em locais seguros contra predadores, geralmente escuros e de preferência úmidos, que são os abrigos definitivos (BERNARDO-PEDRO *et al.*, 2010). Esses abrigos podem ser naturais ou artificiais. Entre os abrigos naturais existem as cavernas, furnas, oco de árvores, bueiros naturais em locais com erosão. Os abrigos artificiais tornaram-se atualmente habitats para esses morcegos, que têm utilizado bueiros, porão ou sótão de casas, cisternas e outras construções desabitadas com ambientes escuros e protegidos. Durante o período noturno, quando o morcego sai para forrageamento ou acasalamento, pode vir a frequentar outros abrigos, chamados abrigos noturnos, noturnos temporários, de pouso noturno ou digestório, conforme exemplos mostrados na Figura 11. Os digestórios são chamados, assim, por serem locais situados entre a localização do animal sugado (fonte de alimento – sangue) e o abrigo definitivo, nos quais os morcegos defecam e diminuem o seu peso. A digestão do sangue pelo morcego, até à expulsão das fezes, ocorre após duas horas e meia do forrageamento. Por isso deve ficar em local seguro com ausência de potenciais predadores até que consiga defecar e diminuir o seu peso, o que ocorre nos abrigos

chamados digestórios ou abrigos noturnos temporários, para depois retornar ao abrigo diurno definitivo (UIEDA, 1982; GREENHALL *et al.,* 1983; (BRASIL, 2009; BERNARDO-PEDRO *et al.*, 2010).

Fonte: arquivo próprio.

Figura 11. Abrigos definitivos (A e B) e digestórios (C e D), todos ativos, em locais próximos às criações de bovinos, com presença de fezes recentes.

As fezes dos morcegos hematófagos são identificadas na Figura 11, imagens C e D, como os pontos semelhantes a gotas de coloração escura e de consistência pastosa nas paredes e no chão. Nos digestórios ativos são encontradas fezes recentes de morcegos que durante a noite provisoriamente ocupam esses espaços. De dia não são encontrados morcegos no local, apenas em períodos breves durante a noite.

Acredita-se que as áreas próximas a cursos d'água são mais propícias aos ataques de morcegos (TADDEI *et al.*, 1991). Porém há estudos publicados que contradizem essa suposição, como os de GOMES *et al.* (2005, 2007), em que há citação de vários abrigos como cisternas abandonadas e outros abrigos artificiais em áreas distantes dos principais rios.

A disseminação da raiva em diferentes localidades é um tema difícil de

explicar, visto que a maior parte dos estudos científicos não aborda os efeitos migratórios das populações de morcegos em diferentes habitats. Em um abrigo, por contato direto ou aerossóis em suspensão, o vírus da raiva pode disseminar dentro da mesma espécie de morcegos, por interações agonísticas ou entre outras espécies de quirópteros (FLORES-CRESPO, 1978; ROCHA, 2005).

O desmatamento frequente e a modificação do espaço silvestre reduz o número de abrigos naturais dos morcegos hematófagos, o que induz à migração dessas espécies para áreas onde haja intensificação da produção pecuária ou próximas às cidades, podendo aumentar a exposição de populações humanas (REIS *et al.*, 2007).

Os abrigos diurnos representam os locais onde os morcegos repousam durante o dia. Por passar pelo menos a metade de seu tempo diário nesses locais, os abrigos devem oferecer as condições físicas mínimas que permitam a sobrevivência dos morcegos, como temperatura ambiente estável, umidade relativa do ar e menor luminosidade. Tais fatores determinam a sua ocupação, como provisória ou definitiva (BRASIL, 2009). Morcegos hematófagos não se encontram na lista de animais ameaçados de extinção (REIS *et al.*, 2007) e, devido à baixa taxa de natalidade, seriam indivíduos de fácil controle populacional, exceto pelo fato de viverem em locais de difícil acesso ou desconhecidos. Como são reservatórios do vírus da raiva e o transmitem a animais sadios por meio da saliva contaminada quando se alimentam de sangue de animais, o comportamento e a abrangência do voo desses morcegos devem ser mais bem estudados.

2.5. Considerações gerais sobre espaço em estudos epidemiológicos

Nos surtos de cólera na cidade de Londres, anos de 1848 e 1849, John Snow, médico considerado o pai da epidemiologia moderna, lançou hipótese sobre a contaminação da água de consumo da cidade, proveniente do Rio Tâmisa, onde os dejetos eram lançados. Posteriormente, na epidemia de cólera de 1855 em Londres, John Snow correlacionou a maioria dos casos por ingestão de água contaminada proveniente da bomba d'água situada em Broad Street, utilizando um mapa que indicava as residências dos casos de óbito por cólera (LORCA e CABRERA, 2007). Foi um dos trabalhos pioneiros na utilização de mapas para estudo da distribuição espacial de doenças, antes mesmo da descoberta de microrganismos patogênicos.

Segundo a revisão de Czeresnia e Ribeiro (2000), espaço, em epidemiologia, é o lugar geográfico, separado do tempo e de pessoas, onde há a ocorrência de doenças, podendo ser concebido como um recipiente em que existe aumento ou diminuição do contato entre hospedeiros e seus agentes etiológicos. A partir do estudo de vetores, foi possível tornar mais objetiva a abordagem espacial em epidemiologia e a relação tempo/espaço na ocorrência de doenças. Um foco natural de doenças é relacionado a uma geografia específica onde há condições favoráveis para transmissão de agentes de doenças dos vetores aos hospedeiros ou recipientes. Pavlosvsky, em 1930, criou o conceito de foco antropúrgico: resultado direto da ação do ser humano no espaço. Já Sinnecker, em 1971, propôs o conceito de território nosogênico, com seus aspectos ecológicos e sociais, incluídas ainda as características naturais e a ação humana, que transformam as condições de ocorrência de doenças, para mais ou menos. Max Sorre, em 1984, foi além, criando o conceito de complexo patogênico, incluindo variantes ecológicas. O complexo patogênico é visto por Sorre como a interdependência de organismos na produção de uma doença. Samuel Pessoa, em 1978, propôs que o meio geográfico cria as condições constantes e necessárias para a incidência de doenças, principalmente com relação às metaxênicas – causadas por vetores.

Santos (1996) definiu o espaço como as relações entre a materialidade das coisas e a vida que as animam e transformam e o território como uma produção histórica dinâmica resultante dessas relações.

Variáveis espaciais, como distância e vizinhança, são muito utilizadas hoje em trabalhos epidemiológicos apenas como citações em um plano geográfico. Porém, há abordagens que incluem diferenciações socioambientais e, mais ainda, que as circunstâncias do espaço podem criar riscos à saúde. Por isso as tecnologias, cada vez mais acessíveis para aplicação do geoprocessamento em saúde devem pressupor um embasamento metodológico prévio (BARCELLOS e BASTOS, 1996).

Principalmente a partir da década de 1970, a geografia voltou a se aproximar da epidemiologia, com processos relacionados à globalização e fragmentação, redes e fluxos, de modo a explicar a mudança nas formas de adoecer e morrer (FARIA e BORTOLOZZI, 2009).

Segundo Medronho *et al.* (2009), o estudo da relação de doenças com o espaço físico é tão antigo quanto a própria medicina e cita Hipócrates que, no século V A.C., escreveu “Dos ares, dos mares e dos lugares”, obra pioneira nesse estudo. A

análise espacial em saúde é utilizada para identificação de padrões espaciais de morbidade ou mortalidade e de quais fatores estão associados a esses padrões, visando gerar o conhecimento sobre a etiologia de doenças, predição e controle. Na epidemiologia, assim como em outras ciências, verifica-se maior probabilidade de ocorrência de doenças em volta de um foco quanto mais próximo este se encontra, que é o conceito de vizinhança. À medida que se vai distanciando do foco, a tendência é de verificação de menor ocorrência de doenças ou de evidências epidemiológicas que poderiam gerar essas doenças.

Segundo Gatrell e Bailey (1996), a análise espacial propriamente dita é dividida em três grupos, a listar: visualização, ferramenta primária para o mapeamento de eventos; análise exploratória de dados, para descrição de padrões espaciais e relações entre mapas; modelagem, para teste de hipóteses ou estimativa de relações entre a incidência de uma doença e as variáveis ambientais.

2.6. Aplicações de Sistemas de Informações Geográficas na vigilância epidemiológica da raiva

O uso de sistemas de informações geográficas possibilita juntar diversas fontes de dados referentes ao local de estudo, associando a uma ou mais enfermidades e proporciona, assim, o estudo e o mapeamento de zonas propícias para a ocorrência destas (Correia *et al.*, 2004). Com informações sobre o relevo, hidrografia, uso do solo, produção agrícola e/ou pecuária é possível correlacionar os dados geográficos com os referentes às doenças e pragas, para confirmação ou rejeição de hipóteses.

Diversos softwares já são usados para a elaboração de mapas, mas o que possui maior aplicabilidade e ferramentas eficazes para edição e análise estatística espacial é o ArcGIS® da empresa ESRI, considerado um dos melhores programas com essa finalidade, atualmente. A utilização de mapas na visualização e na aplicação de análise espacial é essencial para a compreensão da dinâmica da transmissão de agentes patogênicos entre os reservatórios e os animais susceptíveis (BRASIL, 2009).

Ainda há poucos estudos científicos, publicados no Brasil, sobre a distribuição espacial de morcegos. Um exemplo é o de Bredt *et al.* (1999), no Distrito Federal, que realizou o mapeamento dos morcegos cavernícolas e a distribuição das espécies nesses habitats. Outro é de Gomes e Uieda (2004), no estado de São

Paulo, que analisou a distribuição espacial de morcegos hematófagos quanto à localização e à composição sexual das colônias em 12 abrigos de morcegos trabalhados. A partir de 2001, houve maior direcionamento na pesquisa com morcegos, usando-se a tecnologia da geoinformação (GOMES *et al.*, 2005). Ainda assim, são poucos os estudos nessa área, necessários para melhor entendimento do comportamento de voo e forrageamento dessas espécies. Podem ser citados os seguintes trabalhos de pesquisa no estado de São Paulo: Gomes *et al.* (2007), na região de São João da Boa Vista, e Taddei *et al.* (1991), realizado em várias regiões desse estado. Gomes *et al.* (2007) confirmaram, em seu estudo, que havia alta incidência de mordeduras nas propriedades com maior número de bovinos alojados e que a migração dos morcegos ocorre, então, para locais com maior disponibilidade de alimento.

O trabalho de Taddei *et al.* (1991) tratou da delimitação de áreas de abrigos naturais de morcegos hematófagos, as quais foram estabelecidas como sendo de até três quilômetros a partir dos cursos d'água. Gomes *et al.* (2007) questionaram esse fato, visto que os morcegos geralmente migram para outras áreas e já estão adaptados a abrigos artificiais, como cisternas e casas abandonadas, os autores indicam, ainda, que os motivos para os morcegos estabelecerem colônias em determinados locais ainda não foram totalmente esclarecidos.

Recentemente, Mialhe (2010) realizou trabalho de pesquisa no município de São Pedro, estado de São Paulo, e identificou diversos abrigos de morcegos e a taxa de ataque nos rebanhos nesse município, cujos resultados de georreferenciamento dos abrigos concordaram parcialmente com os obtidos no estudo de Taddei *et al*. (1991), em que a maioria dos abrigos vistoriados ficava situada a menos de três quilômetros de cursos d'água.

Braga *et al.* (2014) fizeram o gerenciamento do risco de raiva com relação aos municípios brasileiros, com maior predição para o estado de São Paulo, com base no estudo de Dias *et al.* (2011), que instituiu os riscos de ocorrência de raiva correlacionando os fatores ambientais, a densidade do rebanho bovino existente e a negligência de informações referentes a surtos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Modelar espacialmente o comportamento alimentar de morcegos hematófagos relacionados aos seus abrigos e a associar com a incidência de mordeduras e raiva em animais de produção em municípios da Zona da Mata de Minas Gerais.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar e georreferenciar abrigos de morcegos hematófagos;
- Caracterizar os abrigos de morcegos hematófagos quanto a variáveis físicas (localização, artificial/natural) e presença de morcegos (número de indivíduos, espécies, sexo, tipo de colônia);
- Caracterizar as propriedades rurais existentes em torno dos abrigos de morcegos hematófagos quanto a variáveis físicas, socioeconômicas e produtivas;
- Estimar a área de abrangência de voo dos morcegos hematófagos a partir da identificação do padrão de ocorrência de mordeduras em animais de produção;
- Caracterizar focos de raiva em animais de produção ocorridos nos municípios em anos anteriores à pesquisa;
- Estimar áreas de maior ocorrência de raiva em animais de produção e de ocorrência de mordeduras de morcegos hematófagos por meio da aplicação de estatística espacial;
- Produzir informação para discussão da Instrução Normativa MAPA nº 05/2002, com relação à área de vigilância epidemiológica dos focos de raiva em animais de produção.

4. MATERIAL E MÉTODOS

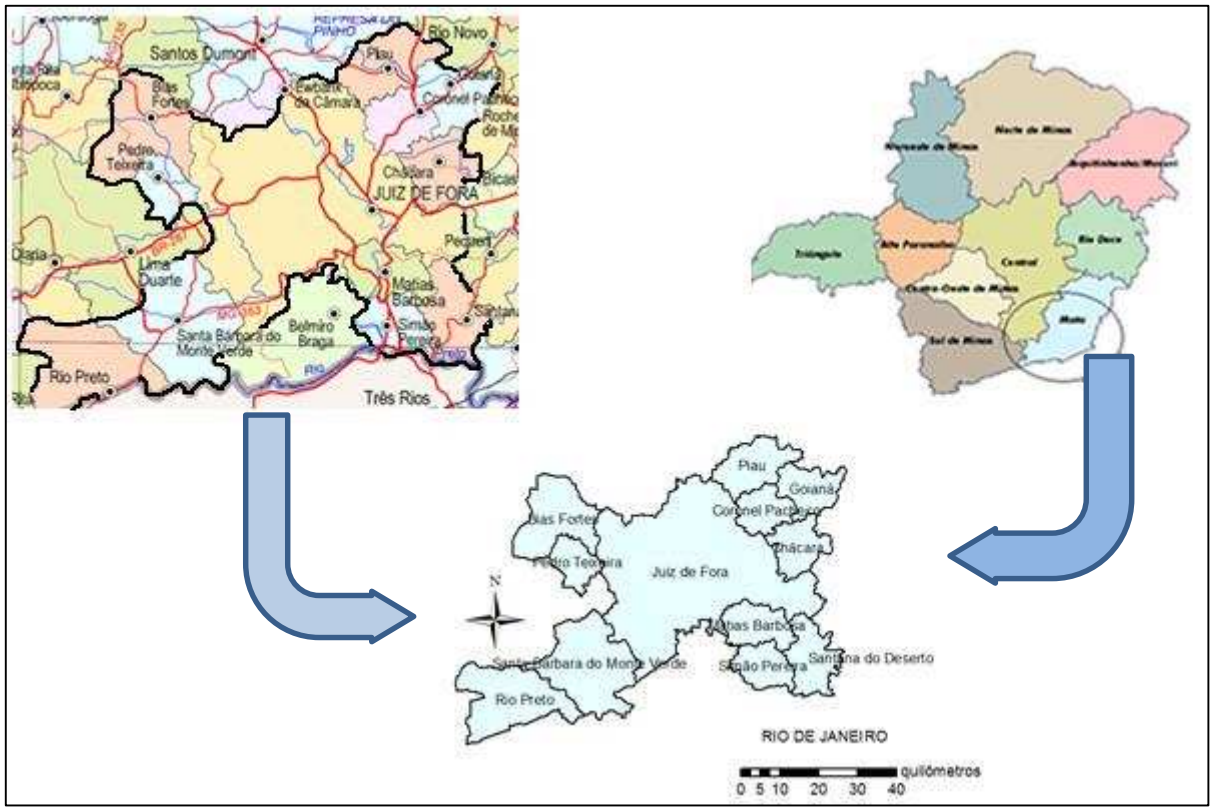
4.1. Delimitação da região de estudo

A Zona da Mata Mineira está localizada no sudeste do Estado de Minas Gerais e tem como referência o município de Juiz de Fora, que é o maior em extensão e em população humana. Essa região é caracterizada pela existência de diversos abrigos naturais de morcegos, como cavernas, grutas e ocos de árvores. Além desses, há os abrigos artificiais, como bueiros e canais de passagem de água

sob estradas e ferrovias, minas abandonadas utilizadas no passado para exploração de caulim e malacacheta e construções desabitadas. Há, ainda, diversas reservas florestais, cujas áreas são pouco examinadas quanto à ocorrência de morcegos e a manutenção do vírus da raiva em animais silvestres.

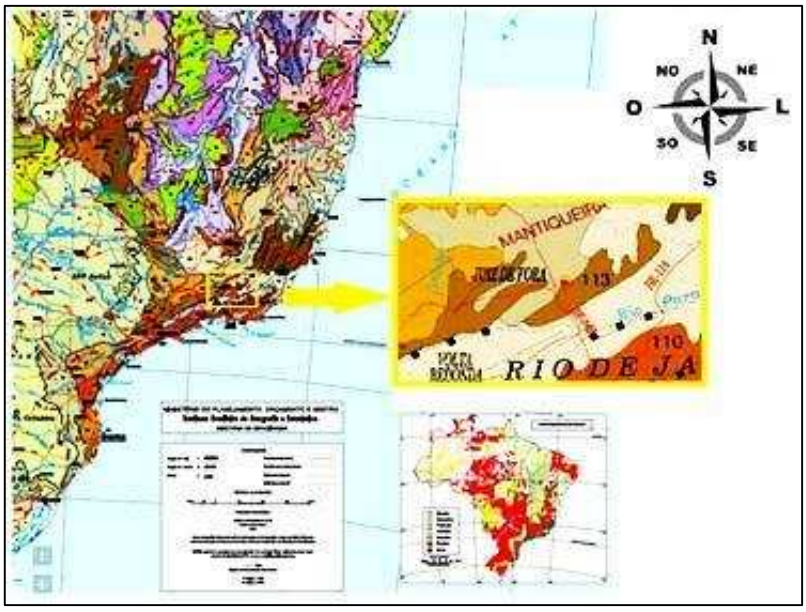
A Coordenadoria Regional de Juiz de Fora (CRJF) abrange 106 municípios que estão situados entre os paralelos 20° e 23° Sul e entre os meridianos 42° e 45° Oeste (Figuras 12 e 13). A área de estudo inicial dessa pesquisa compreendeu 12 municípios da CRJF, totalizando aproximadamente 4.000 km^2 (Quadro 4 e Figura 14). Havia 3.137 propriedades cadastradas no serviço de defesa sanitária animal do IMA na área de pesquisa em junho de 2014 (Quadro 4).

Esses municípios possuem relevo acidentado típico da Zona da Mata Mineira (Figura 12), estão localizados em altitudes que variam entre 200 e 1.500m. Os rios predominantes da região pertencem à bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Conforme visualizado nas Figuras 12, 13 e 14, a área de estudo compreendeu área situada, principalmente, na região da Serra da Mantiqueira, Planaltos do Alto Rio Grande e dos Campos das Vertentes e Depressão do Rio Paraíba do Sul (IGA, 2010).

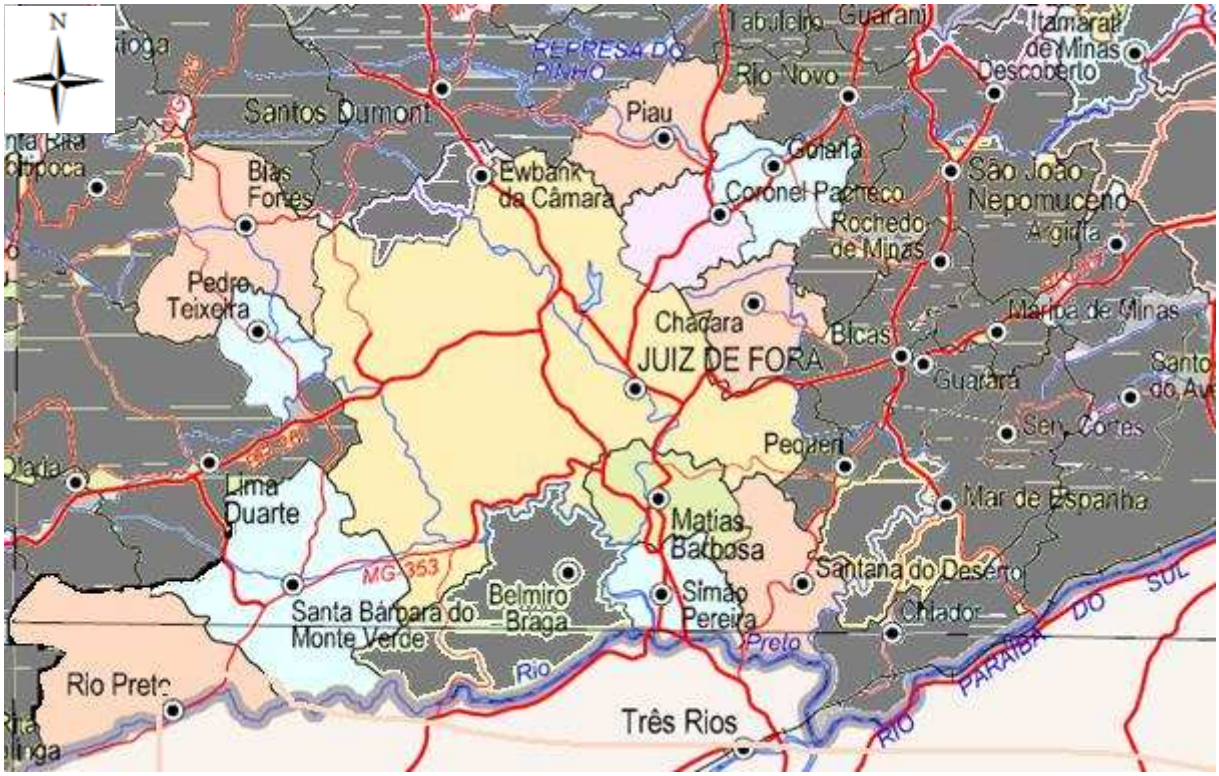


Fonte: Adaptado de IGA (2010).

Figura 12. Área de estudo, segundo divisão administrativa, Minas Gerais, 2010.



Fonte: Brasil (2006; 2010).
Figura 13. Área de estudo, segundo o relevo, Minas Gerais, 2006.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2006) e IGA (2010).
Figura 14. Mapa geopolítico da área de estudo dos 12 municípios contemplados.

A seleção dos municípios para a pesquisa, listados no Quadro 4, teve como critério o fato de que seus limites encontravam-se em uma área de até 100 km de raio a partir do centro de Juiz de Fora, facilitando o deslocamento até às propriedades rurais e abrigos de morcegos para obtenção de informações relativas à pesquisa. Além disso, todos possuíam relevo acidentado, com clima semelhante,

mesma bacia hidrográfica e produção agropecuária semelhante, com pouca variação. Os centros dos municípios de Belmiro Braga, Bicas, Ewbank da Câmara, Lima Duarte e Santos Dumont, apesar de estarem situados em raio inferior a 100 km do centro de Juiz de Fora e serem limítrofes a esse município, não foram contemplados na pesquisa porque não houve demanda de produtores rurais e entidades como prefeituras e associações para o trabalho de pesquisa de campo.

Havia, em junho de 2014, mais de 150 mil bovinos nas 3.137 propriedades cadastradas no IMA, nos municípios da área de estudo (?).

Quadro 4. Informações dos municípios integrantes da área de estudo, Minas Gerais, 2014.

Município	Área total em km²	Propriedades cadastradas	Rebanho bovino
Bias Fortes	283,5	384	11.496
Chácara	152,8	184	8.455
Coronel Pacheco	131,5	110	10.344
Goianá	152,0	98	6.544
Juiz de Fora	1.435,7	979	50.243
Matias Barbosa	157,1	141	8.076
Pedro Teixeira	113,0	167	5.276
Piau	192,2	210	8.358
Rio Preto	348,1	299	12.444
Santa B. do Monte Verde	417,8	359	16.086
Santana do Deserto	182,7	109	6.563
Simão Pereira	135,7	97	6.510
Total	**3.702**	**3.137**	**150.395**

Fonte: IMA (2014b).

4.2. Coleta de dados

Os dados relativos à pesquisa foram obtidos de propriedades rurais e de abrigos de morcegos hematófagos, de forma primária (vistoria *in loco*, aplicação de questionários e observação direta) ou secundária (informações obtidas por meio de relatórios e cadastros do IMA, como o número de animais da propriedade, número de cadastro, área, casos relatados ou confirmados de raiva), entre outros.

Entre fevereiro de 2012 e junho de 2014, os 12 municípios listados anteriormente foram visitados para coleta de informações sobre os abrigos de morcegos e caracterização das propriedades rurais. Reuniões e palestras com distribuição de material informativo para produtores rurais, autoridades municipais e agentes de saúde foram realizadas para auxílio na identificação dos prováveis abrigos diurnos de morcegos nas diferentes localidades. A finalidade principal desse contato prévio foi mobilizar indivíduos da comunidade, principalmente ligados à

atividade rural, utilizando-se dos meios disponíveis para divulgação do trabalho de pesquisa, obtendo-se o máximo possível de adesão à pesquisa e disponibilidade para participar da coleta de dados.

4.2.1. Propriedades rurais objetos de estudo

As propriedades rurais foram selecionadas para o estudo, considerando-se os seguintes critérios de inclusão:

a) propriedades com abrigo(s) de morcegos hematófagos no entorno: propriedades com presença de animais de produção, localizadas em uma área de até três quilômetros de raio ao redor dos abrigos de morcegos hematófagos cadastrados;

b) propriedades sem abrigo de morcego hematófago cadastrado ou vistoriado no entorno: propriedades localizadas externamente à área de três quilômetros de raio a partir dos abrigos de morcegos hematófagos cadastrados.

As propriedades caracterizadas conforme os critérios especificados no item “a” foram visitadas realizando-se vistoria e entrevista com uso de questionário fechado (Anexo I) para coleta de dados sobre variáveis físicas, socioeconômicas e produtivas, tais como tipo de produção, espécies animais existentes, uso da terra, número de mordeduras recentes por morcegos hematófagos, dentre outras. Houve também o georreferenciamento do curral ou estábulo principal da propriedade, no momento da vistoria, como ponto principal da ocorrência de mordeduras por morcegos em animais de criação, para lançamento posterior em um sistema de informações geográficas.

As propriedades citadas no item “b” também foram visitadas e caracterizadas, conforme o descrito para as propriedades citadas no item “a”’. Essas propriedades foram escolhidas aleatoriamente, seguindo os sentidos das estradas de acesso aos abrigos de morcegos hematófagos. Os currais principais dessas propriedades deveriam se situar além do raio de três quilômetros definido para incluir as propriedades caracterizadas no item “a”. Foram incluídas também algumas propriedades onde abrigos de morcegos próximos não foram identificados. Utilizou-se o mesmo modelo de questionário e termo de consentimento nas entrevistas realizadas nas propriedades relacionadas no item “a” (Anexos I e II).

As propriedades citadas nos itens “a” e “b” foram georreferenciadas nos seus currais ou estábulos principais, tendo sido escolhidos por serem locais onde há maior aglomeração de animais em determinados períodos do dia, como ordenha,

forrageamento, vermifugação ou vacinação. Também são locais onde há melhor estrutura física, instalações e, portanto, com maior possibilidade de verificação de mordeduras por ventura existentes nos animais.

Para georreferenciamento dos pontos mencionados foi utilizado aparelho de sistema de posicionamento global (GPS) modelo Garmin eTrex Legend®, utilizando-se o sistema de coordenadas geográficas (graus, minutos e segundos, com apenas uma casa após a vírgula), e o *datum* South American 1969. Posteriormente, os dados foram transformados para o *datum* UTM Sirgas 2000, com utilização de unidades métricas para distâncias e altitude.

A caracterização e a descrição das variáveis utilizadas nas análises estão apresentadas no Quadro 5. Algumas variáveis não foram utilizadas nos estudos analíticos, porque não forneceram dados com significância estatística para a pesquisa, o valor de p era inferior a 0,20. Algumas informações como nomes e cadastros, eram de cunho pessoal e por isso não foram utilizadas. As respostas foram transferidas para planilha do software MS Excel®, para análise descritiva, categorização e uso posterior dos softwares EpiInfo® e SPSS®.

Quadro 5. Características das variáveis primárias obtidas com a aplicação dos questionários.

Nome	Tipo	Descrição
Área total da propriedade	Numérica	Área total em hectares da propriedade
Condição do(a) agricultor(a)	Categórica	propriedade própria, arrendada, sociedade ou empresa ou posse.
Finalidade da propriedade	categórica	produção pecuária, agrícola, lazer agroindústria, turismo, alojamento ou outra
Produção pecuária	categórica	espécies animais existentes na propriedade (bovino, equino, caprino/ovino, suínos, aves e outra)
Tipo da principal exploração animal	categórica	corte, leite, mista, lazer, alojamento, outra
Tipo de produção animal	categórica	tecnificada, semitecnificada ou sem qualquer tecnificação
População animal existente	categórica e numérica	número de animais existentes na propriedade, por espécie
Histórico de animais sugados por morcegos na propriedade	categórica	sim/não
Animais sugados recentemente (semana anterior, ou no máximo, 10 dias anteriores)	categórica	sim/não
Número de animais sugados recentemente (na semana da entrevista)	categórica e numérica	sim/não
Aplica pasta vampiricida nos	categórica	sim/não

animais sugados		
Houve casos de raiva animal na propriedade	categórica	sim/não
Espécies animais envolvidas quando da ocorrência de casos de raiva	categórica	bovina, equina, caprina/ovina, suína, canina, felina, outra
Origem do(s) animal(is) envolvidos no(s) caso(s) de raiva relatado(s)	categórica	comprado, trocado ou nascido na propriedade
Quando o animal envolvidos no(s) caso(s) de raiva relatado(s) entrou na propriedade?	categórica	semana passada, mês passado, semestre passado, ano passado, outro momento
Os casos foram confirmados?	categórica	sim/não
Critério de confirmação	categórica	exame clínico, exame laboratorial ou outra forma
Número de animais examinados que tiveram sinais semelhantes e que foram examinados por terceiros	numérica	número de animais
Número de animais positivos confirmados	numérica	número de animais
Os animais do rebanho são vacinados contra raiva?	categórica	sim/não
Qual é o esquema de vacinação utilizado?	categórica	anual, semestral, uma dose com reforço 30 dias após ou outro esquema
Entrevistado tem conhecimento da sintomatologia da raiva	categórica	sim/não
Quais sinais clínicos conhece?	livre, posteriormente foi categorizada	sinais clínicos citados pelos entrevistados
Tem conhecimento de ocorrência de casos de raiva animal em vizinhos?	categórica	sim/não
Em que momento?	categórica	semana passada, mês passado, semestre passado, ano passado, outro momento
Nome da propriedade/ proprietário	nominal	Para auxiliar nas informações, se os casos foram concomitantes
Há presença de abrigos de morcegos hematófagos cadastrados na propriedade	categórica	sim/não
Código dos abrigos cadastrados no IMA	numérica	números dos cadastros
Tipo de abrigo cadastrado na propriedade	categórica	caverna, bueiro, casa, túnel, oco de árvore ou outro
Houve captura anterior no abrigo cadastrado?	categórica	sim/não
Códigos dos abrigos e data	nominal	para citar a data de trabalho de captura anterior realizada nos abrigos
Existe outro lugar que poderia abrigar morcegos diferente dos cadastrados?	categórica	sim/não
Tipo do local	categórica	mata fechada, capoeira, pedreira íngreme ou outro
Os abrigos foram cadastrados na visita?	categórica	sim/não
Se não, qual o motivo?	categórica	local inacessível, falta de condições logísticas, horário inadequado, outro
A propriedade está localizada próxima de rios?	categórica	sim/não

A propriedade está localizada próxima de matas?	categórica	sim/não
Outras observações	nominal	outras informações relevantes mencionadas pelo/a entrevistado/a ou observadas pelo/a entrevistador/a

No Quadro 6 estão relacionadas seis variáveis que durante a construção do modelo estatístico se mostraram importantes e necessárias para uso nesta pesquisa. Essas variáveis foram derivadas dos dados obtidos de forma primária, para auxílio no modelo estatístico utilizado. A população animal total e a densidade de animais, por exemplo, são necessárias para verificação da taxa de mordeduras por morcegos hematófagos, que se tornou uma variável derivada também. A variável abrigos de morcegos hematófagos ativos, derivada do cadastro de abrigos, serviu para informar se na propriedade em estudo há pelo menos um abrigo ativo ou não. Por último, a variável existência de abrigos ativos definitivos de morcegos hematófagos serviu para diferenciar se os abrigos das propriedades seriam provisórios (digestórios) ou definitivos.

Quadro 6. Variáveis derivadas dos questionários, após sistematização.

Nome	Tipo	Descrição
População animal total	numérica	soma de todas as espécies animais existentes na propriedade
Densidade de animais	numérica	razão do número de animais existentes pela área da propriedade, em hectares
Total de animais sugados recentemente	numérica	soma de todos os animais sugados por morcegos recentemente
Taxa de mordeduras	numérica	razão do número de animais com mordeduras recentes e animais existentes
Existência de abrigos ativos de morcegos	categórica	sim/não
Existência de abrigos ativos definitivos de morcegos	categórica	sim/não

4.2.2. Abrigos de morcegos

De acordo com a demanda decorrente da possibilidade de existência de abrigos nos locais propícios para ocorrência de morcegos, os abrigos foram identificados, georreferenciados e caraterizados por meio de formulário (ANEXO III),

cujas informações foram transcritas para planilha eletrônica do MS Excel® para a elaboração do sistema de informações geográficas. Alguns abrigos já estavam georreferenciados, cadastrados e eram trabalhados para controle populacional de morcegos desde o ano de 2006, obtidas de arquivos do IMA, ano em que começou o uso intensivo do geoprocessamento no cadastro de abrigos de morcegos. As variáveis coletas com o formulário estão detalhadas no Quadro 7. Por isso mesmo, alguns deixaram de ser ativos, pois a população de morcegos foi controlada no período anterior à pesquisa. As variáveis com asterisco (*) não foram utilizadas nos estudos descritivo e analítico, porque não forneceram dados importantes à presente pesquisa, apenas ofereceram dados informativos para auxílio na caracterização dos abrigos e não foram incluídas no estudo estatístico.

No Quadro 8, estão apresentadas as variáveis que foram derivadas do Quadro 6. A variável que define se os abrigos encontravam-se ativos na época da pesquisa é necessária para informar se os morcegos estariam habitando os abrigos na época do levantamento de dados no campo. Essa variável foi criada após observação dos abrigos vistoriados, pela presença de fezes recentes ou visualização de morcegos hematófagos. A variável círculos concêntricos foi criada no ArcGIS® para definição de círculos de um a 12 km de raio a partir dos abrigos, em atendimento ao que define a Instrução Normativa nº 2/2005 do MAPA, que prevê atividades de vigilância veterinária nessa área total Os círculos foram criados utilizando a ferramenta *buffer* do ArcGIS®, tendo como ponto central o georreferenciamento dos abrigos.

Quadro 7. Variáveis existentes no formulário de abrigo de morcegos e descrição.

Nome	Tipo	Descrição
Natureza do abrigo	categórica	natural ou artificial
Tipo de abrigo	categórica	caverna, oco de árvore, bueiro, túnel, casa abandonada, outro
Ocupação do abrigo	categórica	ocupação permanente ou provisória, pela presença de morcegos e/ou de fezes
Já houve controle populacional anterior	categórica	sim/não
Quando houve o controle	categórica	data do último controle populacional
Espécie de morcego	categórica	*Desmodus rotundus, Diphylla ecaudata* ou *Diaemus youngii*

Tipo de colônia predominante	categórica	maternidade, de machos solteiros ou não sabe
Coabitação com outras espécies	categórica	sim/não
Quais outras espécies	categórica	frugívoros, insetívoros, carnívoros, outros
Ocupação do solo, ao redor do abrigo	categórica	pastagem, mata, outro
Via de acesso	nominal	como chegar ao abrigo
Houve captura no dia do cadastramento / recadastramento	categórica	sim/não
Número de morcegos capturados	categórica e numérica	número de morcegos capturados, por classificação (jovens ou adultos, e por sexo)
O abrigo possui locais inacessíveis?	nominal	sim/não
Há outros abrigos próximos?	categórica	Informa se há outros abrigos na propriedade ou em vizinhos próximos
Qual a distância desse abrigo?	numérica	Informa a distância aproximada em metros do abrigo mais próximo
Observações gerais	nominal	informações diversas

Quadro 8. Variáveis derivadas do formulário de abrigos de morcegos.

Nome	Tipo	Descrição
Abrigo ativo	categórica	sim/não
Área estimada de abrangência de voo ou "*buffers"*	*shapefile* ou *layer*	círculos concêntricos ao redor dos abrigos

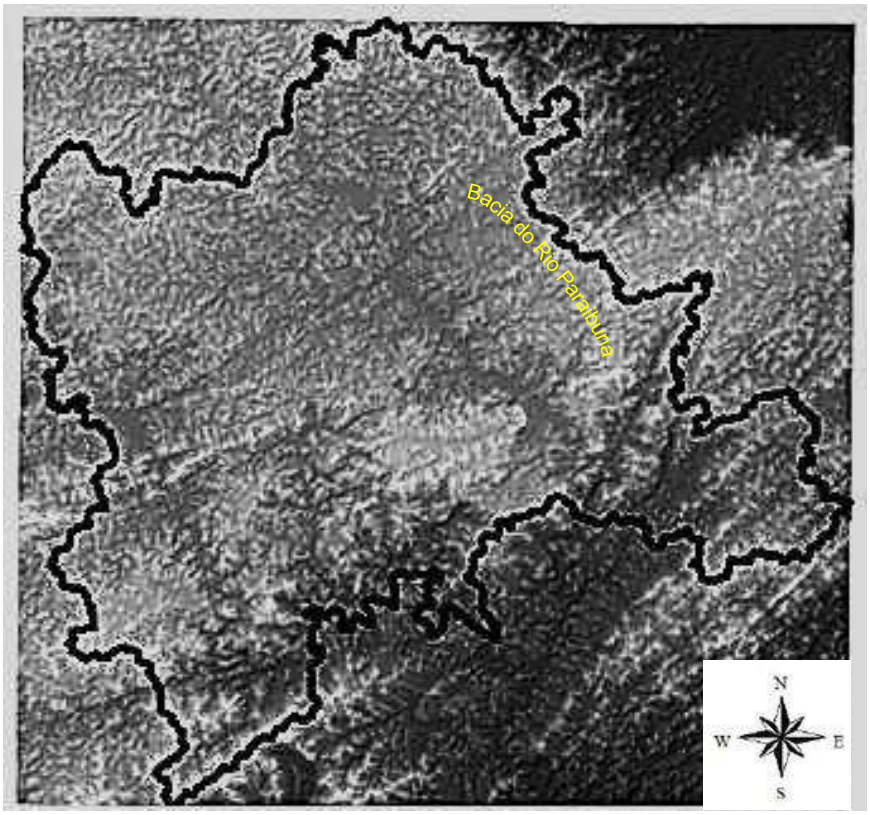
Nos abrigos em que não foi possível entrar, a presença e o número de morcegos existentes foram estimados com base na verificação da quantidade de fezes na entrada e a concentração do odor amoniacal característico dessas fezes, resultante da digestão de proteínas do sangue. A estimativa do número de morcegos existentes foi feita com base na experiência do pesquisador, derivada das atividades de vistoria realizadas como técnico do IMA na região da Coordenadoria Regional de Juiz de Fora, desenvolvida desde 2001 na região da Zona da Mata, Campos das Vertentes, partes do Sul de Minas e da Região Metropolitana de Minas Gerais.

4.2.3. Georreferenciamento e criação de camadas no SIG

Os abrigos e as propriedades rurais foram georreferenciados com o uso de aparelho GPS, modelo Garmin eTrex Legend®, utilizando-se o sistema de coordenadas geográficas (graus, minutos e segundos, com apenas uma casa após a vírgula), e o *datum* South American 1969. Posteriormente, os dados foram transformados para o *datum* UTM Sirgas 2000, com utilização de unidades métricas para distâncias e altitude.

As coordenadas geográficas das propriedades rurais (currais principais) e dos abrigos de morcegos foram inseridas no SIG da região dos 15 municípios como camadas isoladas, de forma a representar espacialmente sua localização.

Foram utilizadas como mapas de relevo as imagens no formato *raster* (imagem formada por pixels que possuem valor de altitude), com resolução máxima de 30x30m ou 900m² e monocromática, em escalas de cinza. No caso específico desse trabalho, as escalas de cinza representaram as diferentes altitudes do relevo, assim, a análise espacial no software (programa ArcGIS® 10.2.2), permitiu identificar a altitude de cada local nos mapas elaborados. Um exemplo de imagem raster com dados de altitude do município de Juiz de Fora pode ser visualizado na Figura 15, onde pontos mais escuros representam menor altitude, como na Bacia do Rio Paraibuna, em destaque.



Fonte: Adaptado de CGIAR-CIS (2014).

Figura 15. Exemplo de imagem raster, com os limites do município de Juiz de Fora – MG e variações de altitude do terreno e, em amarelo, a localização da bacia do Rio Paraibuna.

A diferença de altitude na Figura 15 está representada por tonalidades diferentes de cinza: quanto mais escuro, menor a altitude do ponto relacionado. Assim, pode-se identificar alguns vales relacionados aos rios que cortam o município de Juiz de Fora e vizinhos.

4.3. Análise espacial dos dados

As planilhas eletrônicas referentes às propriedades rurais e aos abrigos de morcegos hematófagos foram transformadas em camadas a serem visualizadas no SIG, utilizando-se o programa ArcGIS® 10.2.2, conforme modelo proposto por Puga *et al.* (2012) e adaptado para esse estudo. As imagens *raster* de cada município foram obtidas gratuitamente por meio de download (CGIAR-CSI, 2014). Dados dos limites dos municípios foram obtidos por download do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006). Dados de hidrografia, curvas de nível e imagens de satélite Landsat foram obtidas gratuitamente do Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

4.3.1. Análise da distância entre os abrigos de morcegos e as propriedades

A inferência estatística da distância foi feita com base nas ferramentas de análise estatística espacial do software ArcGis®, primeiro utilizando-se a dispersão espacial das mordeduras de morcegos nas propriedades rurais com relação aos abrigos trabalhados. Utilizou-se a ferramenta *Point distance* para o cálculo da distância entre as propriedades alvo de mordeduras e os abrigos mais próximos, localizados em área delimitada por raio de três quilômetros a partir das propriedades, tendo o curral principal como ponto de referência. Essa medida de três quilômetros foi utilizada devido ao fato que há visualização de um decréscimo acentuado ou mesmo ausência de mordeduras em animais de propriedades em que os abrigos ativos de morcegos mais próximos encontram-se no limite dessa medida. Outra limitação seria para melhorar a operacionalização e diminuição da área de estudo.

Parâmetros descritivos da variável distância dos abrigos até os currais principais das propriedades rurais para a medida da ocorrência de mordeduras tais como média, intervalo de confiança, mediana, desvio padrão e percentis, foram calculados no programa EpiInfo®, versão 7.1.2.0.

4.3.2. Análise espacial com relação ao relevo

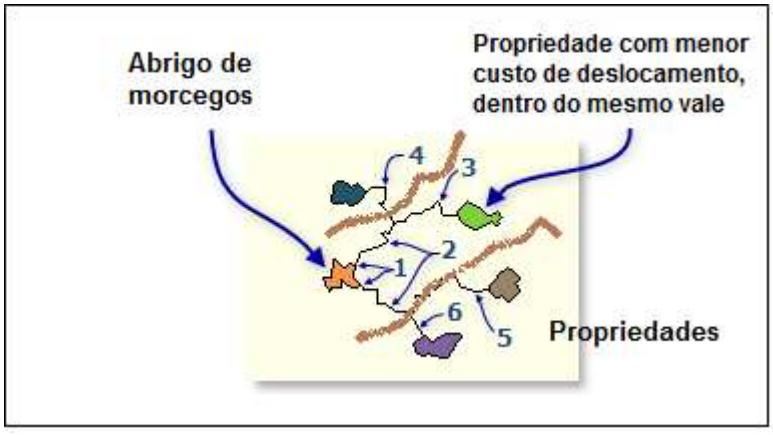
Os pontos obtidos por meio de georreferenciamento, como os abrigos e currais das propriedades, foram lançados no software ArcGIS®, com as informações de cada local. As variáveis número de mordeduras, ocorrência de casos de raiva, existência de abrigos de morcegos ativos e inativos, rebanho total, entre outras, foram compiladas em um sistema de informações geográficas. Foi utilizado como base o modelo criado por Puga *et al.* (2012), que descreve metodologia a ser usada no ArcGIS® de forma que, em qualquer momento, é possível alterar tanto a altitude máxima quanto o limite máximos de voo dos morcegos. Essa rotina, denominada *BatModel,* é uma ferramenta desenvolvida no *Model Builder*, ambiente de programação do ArcGIS®, que serve para criar camadas em um SIG com visualização dos cortes em áreas cujo relevo não é o desejado na pesquisa.

Para a criação de um modelo espacial para visualização dos entornos dos abrigos em relação às propriedades e relevo, foram utilizadas como camadas: abrigos de morcegos e uma feição de raio de três quilômetros (*buffer*) a partir da sua

localização e classificação, como natural ou artificial; uma camada de imagem vetorial do município de Juiz de Fora e municípios vizinhos; uma imagem no formato *raster*, cujos pontos têm dados de altitude, com sombra na superfície (*hillshade*) estando o sol a 45° acima do horizonte, cujo aspecto visual é ideal para a visualização de depressões e aclives.

4.3.3. Análise espacial com relação à distância e predição de locais com mais mordeduras

Ocorre isotropia quando um fenômeno, medida ou propriedade possui o mesmo valor, independentemente da direção, sentido ou local onde se encontra, sendo portanto uma característica não vetorial. A anisotropia ocorre quando fatores externos podem alterar os valores de uma medida. Portanto, a distância ou relevo percorrido pelos morcegos poderia ser fator determinante de anisotropia para direcionamento do voo dos morcegos quando estes saem para forrageamento, pois de acordo com as pesquisas de Gomes (2008), Queiroz (2008) e Freitas *et al.* (2013), os morcegos possuem poucas reservas energéticas. No entanto, é uma situação difícil de ser explorada em um modelo, visto não haver informações específicas sobre o trajeto preferencial feito pelo animal. Assim, foram feitas suposições de custos de deslocamento devido ao maior gasto energético para rompimento de grandes altitudes e criou-se um modelo em menor escala com as medições em linha reta, seguindo as alterações de relevo e com as medições seguindo os vales, para comparação dos custos de deslocamento. A ferramenta utilizada foi a *path distance,* disponibilizada pelo ArcGIS®, que tem a finalidade de calcular o menor custo acumulado, com base no deslocamento horizontal e vertical entre dois pontos. Um exemplo do uso dessa ferramenta está apresentado na Figura 16.



Fonte: Adaptado de ArcGIS 10 Help.

Figura 16. Exemplo de uso da ferramenta *path distance*, do ArcGIS para uma suposta rota de menor custo de deslocamento.

A ferramenta *path distance* foi utilizada para definição do melhor trajeto em situações em que foram identificadas maiores valores de deslocamento dos abrigos até à(s) propriedade(s) mais próxima(s). Como no exemplo da Figura 16, de seis rotas mostradas, para pontos representando propriedades rurais a que apresenta menor custo é a rota de número 3, que demonstraria um vale por onde os morcegos poderiam se deslocar com menor custo energético. Fatores como distância e altitude (diferença de relevo) que demandariam maior custo (tempo, desgaste energético ou outro resultado esperado) seriam os menores valores no exemplo dado. Portanto, seria o de melhor utilização nesse modelo. Assim, no modelo para cálculo de trajetos dos abrigos até às propriedades com animais, visando diminuir os gastos energéticos, os morcegos hematófagos prefeririam utilizar vales e locais com menor desnível e, portanto, menor custo energético ao longo da rota do que por linha reta, apesar de as distâncias serem menores.

A ferramenta utilizada no ArcGIS® para predizer locais com maior ocorrência de uma determinada variável numérica é o *kriging* (ou *krigagem*), que se baseia na probabilidade de ocorrência de um agravo ou variável (UFV, 2010). A variável numérica utilizada para análise de semivariância foi o número de mordeduras nos bovinos. Foi utilizado um modelo de *krigagem* ordinária, com semivariograma esférico e de raio variável, para predição dos locais de maior probabilidade de incidência de mordeduras na região estudada, cujos resultados são visíveis em diferentes tonalidades ou cores, de acordo com o número de mordeduras esperadas nos animais.

A ferramenta IDW - média ponderada pelo inverso da distância - fornece uma interpolação determinística com base nos pontos amostrados e, assim, gera uma superfície, cujas variações nas cores ou tons visíveis demonstram maior ou menor ocorrência de uma variável resposta que, no caso em estudo, foi o número de animais com mordeduras no rebanho bovino. Essa ferramenta serve, portanto, para avaliação da magnitude de ocorrência de uma variável em um determinado ponto ou região, quando a *krigagem* não fornecer resultados satisfatórios. Fez-se uma modelagem anisotrópica em que há diversos fatores de influência para a quantidade de mordeduras. Então, utilizou-se a IDW com raio variável, pois os valores de

altitude e distância seriam importantes para a predição da probabilidade de incidência de mordeduras. Poderia ocorrer anisotropia por outros fatores, por exemplo: alterações bruscas de relevo do trajeto dos morcegos até aos animais sugados; excesso de luminosidade ambiente no abrigo e no local onde se encontravam os animais; fontes de alimento para os morcegos; presença ou ausência de predadores; concentração de animais, entre outros (UFV, 2010).

Para medição das distâncias máximas entre os abrigos de morcegos e os currais das propriedades, foram criados 12 círculos concêntricos - *buffers* de 1 (um) até 12 km de raio a partir dos abrigos. A definição do valor máximo de 12 km de raio teve como referência a recomendação da IN MAPA nº 5/2002 que estabelece para a condução de medidas sanitárias (como o controle de morcegos hematófagos) em área de foco de raiva em herbívoros, a fixação de uma distância de 12 km a partir do foco para atuação, seja com base no modelo de círculos concêntricos ou de bloqueio linear (BRASIL, 2009).

4.3.4. Análise estatística dos casos de raiva relatados nas propriedades e variáveis independentes

Os fatores de riscos para casos de raiva relatados nas propriedades visitadas foram analisados considerando as variáveis independentes: tipo de produção, tecnificação, número de animais e animais sugados recentemente, obtidas com a aplicação do questionário. Inicialmente foi realizada análise univariada, utilizando o programa Epiinfo® versão 7.1.2.0. As variáveis explicativas com significância $p \leq 0,05$ foram submetidas ao teste de Wald para verificação da distribuição normal. Em seguida foram submetidas ao teste de Hosmer e Lemershow para ajuste de qualidade do modelo final utilizando regressão logística. Essa análises foram realizadas no programa SPSS®.

4.3.5. Análise estatística das distâncias em linha reta até às propriedades com ocorrência de mordeduras

Os dados da variável distância dos abrigos até as propriedades com ocorrência de mordeduras foram transportados inicialmente para uma planilha Excel® e trabalhados quanto à estatística descritiva, utilizando média, mediana,

quartis e frequência relativa. As variáveis explicativas foram analisadas no programa EpiInfo® em análise univariada, tendo-se a incidência de mordeduras como variável resposta. Para análise multivariada, as variáveis explicativas foram escolhidas considerando os seguintes critérios: significância p≤0,20 na análise univariada; importância epidemiológica e/ou relação com a biologia dos morcegos (existência de abrigos de morcegos nas propriedades, número de animais existentes, distância dos focos de morcegos, densidade de animais por área). Variáveis explicativas com significância p≤0,20 foram submetidas ao teste de Wald para verificação da distribuição normal no programa SPSS®. Em seguida, foram submetidas ao teste de Hosmer e Lemershow para ajuste da qualidade do modelo final na análise multivariada de regressão logística; para entrada no modelo final, as variáveis deveriam possuir significância p≤0,10. A análise multivariada serviu para explicar o efeito independente de cada variável explicativa sobre a variável resposta de chances de ocorrência de mordeduras, em um modelo final ajustado, cujas variáveis explicativas apresentaram valores significativos de p≤0,05.

4.4. Aspectos éticos

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Viçosa (Of. Ref. N° 093/2012) (Anexo IV).

5. RESULTADOS

5.1. Propriedades rurais

Foram investigadas 180 propriedades, sendo que apresentaram perfil de exploração pecuária semelhante, considerando o município em que estavam sediadas. A população média de bovinos por propriedade esteve abaixo de 50 animais e a exploração direcionada, principalmente, para a pecuária leiteira ou mista. A população de equídeos, caracterizada por reduzido efetivo, (dois por propriedade, em média), era utilizada principalmente para trabalho de tração. Em todas as propriedades (), a exploração de aves e suínos servia apenas para subsistência. Com relação à área, 49,4% das propriedades se caracterizaram por pequeno porte (área igual ou abaixo de 50 ha), quatro propriedades tinham 1.000 ha

ou mais de área, o que acabou por impactar a média final de 120,81 ha de área para as propriedades analisadas.

De acordo com o tipo de posse, 160 (88,9%) eram propriedades particulares; 11 (6,1%) arrendadas; 6 (3,3%) sociedades ou empresas e 3 (1,7%) não informaram.

Quanto à finalidade principal de uso, 87,2% das propriedades serviam principalmente para pecuária; 7,8% para agricultura; 1,7% para agroindústria; 1,7% para lazer; 1,1% principalmente para turismo e para 0,5% não houve informação. Em 171 (95,0%) propriedades, os principais herbívoros eram da espécie bovina e em nove (5,0%), da espécie equídea. Do total, 171 propriedades criavam bovinos e 163 criavam equídeos.

5.1.1. Localização das propriedades vistoriadas na área de estudo

As propriedades estiveram situadas em uma área compreendida entre as latitudes 22,072ºS e 21,736ºS; longitudes 43,91ºO e 43,115ºO. As altitudes variaram entre 330 e 1.054 metros (média de 691 m).

O número de propriedades vistoriadas por município está apresentado na Tabela 1 e a distribuição espacial das mesmas pode ser visualizada na Figura 17.

Tabela 1. Propriedades vistoriadas e entrevistas realizadas na área de estudo, segundo o município, Zona da Mata – MG, fevereiro de 2012 a junho de 2014.

Município	Número de propriedades com entrevistas (%)	Município	Número de propriedades com entrevistas (%)
Bias Fortes	29 (16,1)	Pedro Teixeira	2 (1,1)
Chácara	12 (6,7)	Piau	8 (4,4)
Coronel Pacheco	34 (18,9)	Rio Preto	7 (3,9)
Goianá	1 (0,6)	Santa B. do Monte Verde	12 (6,7)
Juiz de Fora	51 (28,3)	Santana do Deserto	4 (2,2)
Matias Barbosa	5 (2,8)	Simão Pereira	15 (8,3)
		TOTAL	**180**

Segundo os resultados das entrevistas nas 180 propriedades, apenas 10 (5,6%) estavam longe de cursos d'água e apenas 13 (7,2%) estavam distantes de

matas ou capoeiras.

Dentre as propriedades pesquisadas, a maioria estava localizada nos municípios de Juiz de Fora (28,3%) e Coronel Pacheco (18,9%).

O maior número de propriedades pesquisadas ocorreu no município de Juiz de Fora, com 28,3%, seguido de Coronel Pacheco, com 18,9% do total de vistorias realizadas, primeiramente pela extensão do município de Juiz de Fora e por haver vários abrigos de morcegos cadastrados no município, mais propriedades no entorno desses abrigos foram vistoriadas. Em três municípios: Ewbank da Câmara, Santos Dumont e Belmiro Braga, apesar de situados próximos a Juiz de Fora, não houve condições de realizar entrevistas e vistoria de abrigos, nem procura por parte de produtores rurais locais para a atividade de controle da população de morcegos no período da pesquisa.

No município de Coronel Pacheco, apesar do número reduzido de propriedades existentes, o total de propriedades vistoriadas foi relativamente grande e segundo dados secundários obtidos do IMA, houve vários casos de raiva relatados pelos proprietários e muitos abrigos de morcegos cadastrados antes e durante a pesquisa de campo.

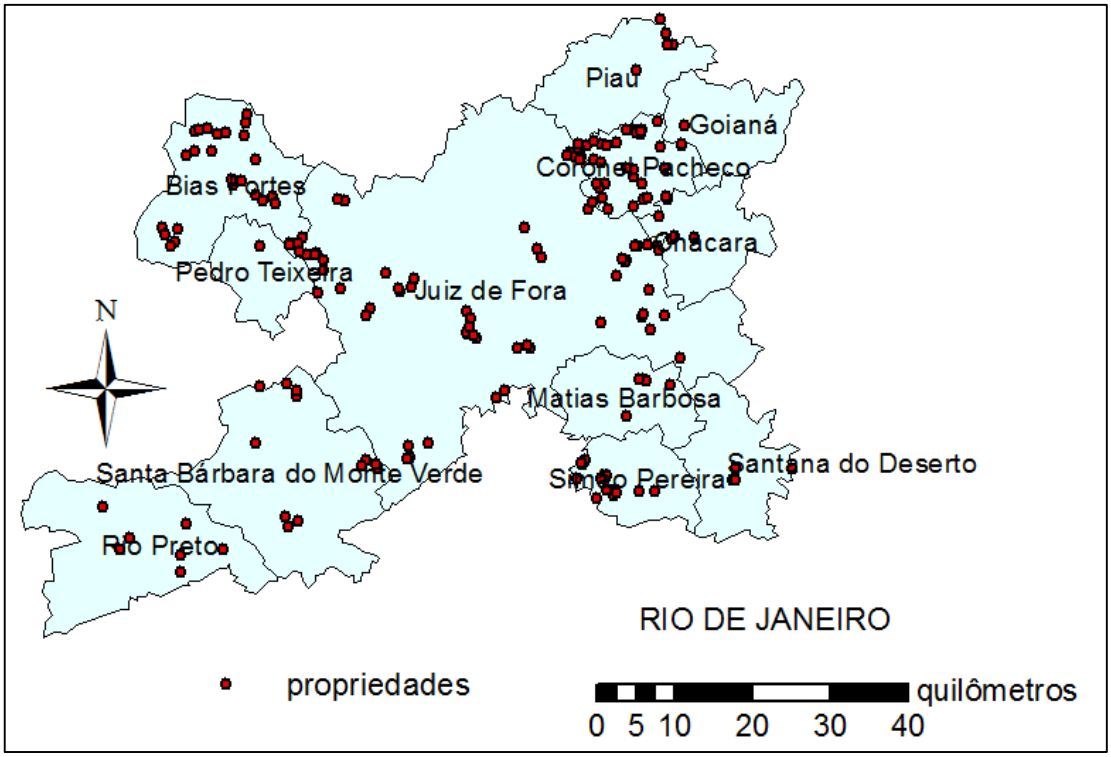


Figura 17. Localização das propriedades objeto de estudo, Zona da Mata – MG, 2014.

5.1.2. Propriedades com ocorrência de mordeduras

Dentre as 180 propriedades, em 143 (79,4%), o entrevistado relatou histórico anterior de mordeduras em animais da propriedade; três (1,7%) não souberam responder e 34 (18,9%) disseram nunca ter visto mordeduras em animais. Do total de entrevistados, 77 (42,8%) informaram haver animais com mordeduras recentes, ou seja, na semana da entrevista. Na Tabela 2, verifica-se o total de mordeduras por espécie animal nas propriedades vistoriadas, sendo que a espécie equídea apresentou a maior frequência de relato de mordedura recente (10,6%). Nenhum caprino ou ovino, segundo os entrevistados ou após verificação pelo entrevistador, apresentou mordeduras recentes por morcegos hematófagos.

Tabela 2. Frequência de relato de mordedura recente segundo a espécie animal, Zona da Mata – MG, fevereiro de 2012 a junho de 2014.

Espécie animal	Número de animais existente nas propriedades	Animais mordidos recentemente	Frequência de mordeduras (%)
Equídeos	752	80	10,6
Bovinos	14.829	338	2,2
Aves	4.773	49	1,0
Suínos	473	3	0,6
Caprinos e ovinos	131	0	0,0

5.1.3. Conhecimento sobre sinais clínicos da raiva

De acordo com as respostas ao questionário, verificou-se que os entrevistados, em geral, associam a raiva animal com sialorreia (51,1% das respostas), queda dos quartos traseiros (47,8%) e ocorrência de morte aproximadamente cinco dias após início dos sinais clínicos (36,7%). Entretanto, os sinais clínicos mais citados espontaneamente e como primeira resposta pelos entrevistados foram a queda dos quartos traseiros, sialorreia e mudança de comportamento do animal. Dos 180 entrevistados, seis (3,3%) não quiseram responder ou não opinaram.

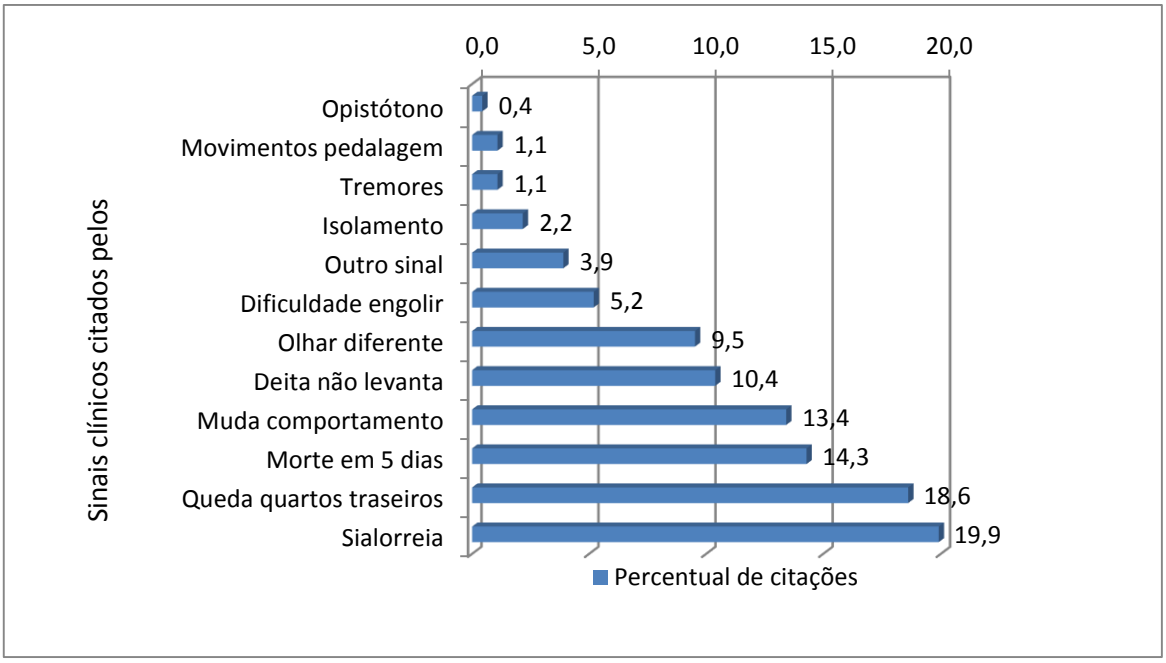


Figura 18. Percentual de citações de sinais clínicos sugestivos para raiva

5.1.4. Análise dos fatores de risco associados ao relato de ocorrência de caso de raiva em animais nas propriedades

Na Tabela 3, dentre as 180 propriedades vistoriadas no período de fevereiro de 2012 a junho de 2014, 165 (91,7%) apresentaram relato de ocorrência (33,3%) ou não (66,7%) de casos de raiva em animais de produção (Tabela 3). Em 15 (8,3%) propriedades, o entrevistado não soube responder se ocorreram casos de raiva em períodos anteriores, por isso não fizeram parte dessa análise.

: Dentre as propriedades com relato de ocorrência de caso de raiva, em 51 (92,7%), o animal acometido era bovino e em quatro (7,2%), equídeos. Em cinco casos (9,0%), os animais haviam sido adquiridos recentemente, sugerindo que podem ter se infectado antes de chegar à propriedade, pois o período de incubação da raiva pode ser de até seis meses (BRASIL, 2009). Do total, 23 casos (41,8%) ocorreram há mais de 10 anos e 16 (29,1%) em outro período não categorizado ou não informado.

Na Tabela 4, está apresentada a distribuição de frequência dos relatos de caso de raiva segundo as variáveis: características da produção; efetivo total de animais (bovinos e equídeos); ocorrência de mordedura por morcego hematófago; controle da população de morcegos; características dos casos de raiva (espécie acometida, origem dos animais, época do caso, confirmação do caso); número de

casos e óbitos; vacinação e esquema vacinal do rebanho; época de ocorrência de casos de raiva em propriedades vizinhas; existência de abrigo de morcego na propriedade.

Tabela 4. Distribuição de frequência dos relatos de caso de raiva segundo variáveis explicativas

Variável	Resposta	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Tipo de produção*	Corte	31	19,9
	Leite	97	62,2
	Mista	28	17,9
Nível de tecnificação	Tecnificada	46	27,9
	Semi-tecnificada	81	49,1
	Sem tecnificação	38	23,0
Número total de bovinos e equinos	Menor ou igual a 100	107	75,4
	Maior que 100	35	24,6
Histórico de mordida(s) de morcegos na propriedade*	Não	29	17,7
	Sim	135	82,3
Animais sugados recentemente, na semana da entrevista*	Não	90	55,6
	Sim	72	44,4
Uso de pasta vampiricida tópica nas mordidas dos animais*	Não	117	71,3
	Sim	47	28,7
Espécie acometida por raiva*	Bovino	50	71,3
	Equino	4	28,7
Origem dos animais (casos suspeitos de raiva)*	Compra de fora	5	9,4
	Próprio rebanho	48	90,6
Época de ocorrência do caso suspeito em referência ao momento da entrevista*	Semana anterior	4	7,3
	Mês anterior	2	3,6
	Ano anterior	4	7,3
	+ 5 anos	6	10,9
	+ 10 anos	23	41,8
	Outro período	16	29,1
O(s) caso(s) foi(foram) confirmado(s)?*	Sim	40	72,7
	Não	15	27,3
Critério para confirmação*	Clínico	22	53,7
	Laboratorial	19	46,3
Casos positivos*	0	2	4,8
	1	26	61,9
	2	4	9,5
	3	2	4,8

	4	4	9,5
	5	2	4,8
	10	1	2,4
	17	1	2,4
Número de óbitos por raiva nas propriedades	1	27	62,8
	2	4	9,3
	3	3	7,0
	4	4	9,3
	5	2	4,7
	6	1	2,3
	10	1	2,3
	17	1	2,3
Vacina contra raiva?*	Sim	149	92,0
	Não	13	8,0
Esquema de vacinação antirrábica*	Semestral	25	17,6
	Anual	115	81,7
	Outro	1	0,7
Época dos casos no vizinho em referência ao momento da entrevista*	Semana anterior	1	2,0
	Mês anterior	4	7,8
	Ano anterior	9	17,6
	+ 5 anos	15	29,4
	+ 10 anos	5	9,8
	Outro período	17	33,3
Abrigo de morcego cadastrado na propriedade	Não	133	80,6
	Sim	27	16,4
	Não sabe	5	3,0
Possíveis abrigos de morcegos dentro ou próximos à propriedade	Não	115	69,7
	Sim	38	23,0
	Não sabe	12	7,3

* Soma das respostas inferiores a 165, pois não foi preenchido ou não soube responder.

Verificou-se que 149 propriedades (92,0%) realizavam a vacinação antirrábica nos seus rebanhos, sendo 115 (77,2%) anualmente, 25 (16,8%) com vacinação semestral e 9 (6,0%) com respostas diferentes (outro esquema vacinal). A grande maioria dos casos ocorreu nos anos anteriores à entrevista. Apenas 5 casos de raiva (10,0%) ocorreram no ano da entrevista. As respostas sobre casos de raiva foram obtidas de pessoas que no período citado de ocorrência da doença já estavam na propriedade. Os períodos citados da ocorrência de casos de raiva anteriores à data

da entrevista não geraram vieses de informação, pois os casos foram confirmados por dados secundários obtidos dos arquivos do IMA.

Das 165 propriedades em geral, 27 (16,4%) possuíam pelo menos um abrigo de morcego já cadastrado. Ainda, segundo os questionários, havia 38 (23,0%) propriedades com locais que eram inacessíveis ou não foram vistoriados no período da pesquisa por falta de equipamento ou condições logística, tais como pedreiras íngremes, matas fechadas, entre outros, que possivelmente poderiam abrigar morcegos hematófagos. Houve casos de propriedades muito extensas em que não foi possível identificar possíveis abrigos de morcegos hematófagos e havia citação de casos de raiva e mordeduras recentes nos animais.

5.1.5. Construção de um modelo de regressão logística para citação de casos de raiva nas propriedades

Com base nos questionários realizados nas propriedades, pode-se analisar a significância das variáveis para criação de um modelo de análise de regressão. Para tanto, foi feita a análise univariada utilizando-se o teste qui-quadrado para 11 variáveis que inicialmente poderiam ser associadas à ocorrência de casos de raiva, conforme descrito na Tabela 6. As variáveis explicativas “tipo de produção”, “nível de tecnificação”, “número de bovinos e equinos”, “histórico de mordidas de morcegos”, “animais sugados recentemente” e “abrigo na propriedade” apresentaram resultados significativos ($p<0,05$), para a presença de suspeita de raiva na propriedade ou “casos de raiva no rebanho”. Então, o tipo de produção mista (leite e carne), a produção tecnificada, a soma do número de bovinos e equídeos, histórico positivo anterior e recentemente de mordeduras por morcegos hematófagos e a presença de abrigos de morcegos na propriedade influenciaram positivamente a ocorrência de casos de raiva.

Tabela 6. Distribuição de frequências e análise univariada entre a variável resposta “casos de raiva” e as possíveis variáveis explicativas.

Variável	Resposta	Casos de raiva no rebanho		p valor
		Total	Positivos	
			N (%)	
Tipo de produção*	Corte	31	4 (12,9)	0,009
	Leite	99	34 (35,1)	
	Mista	28	14 (50,0)	

Nível de tecnificação	Tecnificada	46	23 (50,0)	0,018
	Semi-tecnificada	81	22 (27,2)	
	Sem tecnificação	38	10 (26,3)	
Número de bovinos e equídeos	Menor ou igual a 100	107	29 (27,1)	0,001
	Maior que 100	35	21 (60,0)	
Histórico de mordida de morcego*	Não	29	2 (6,9)	< 0,001
	Sim	135	53 (39,3)	
Animais sugados recentemente*	Não	90	22 (24,4)	0,012
	Sim	72	31 (43,1)	
Uso de pasta vampiricida*	Não	47	18 (38,3)	0,413
	Sim	117	37 (31,6)	
Vacinação contra raiva	Sim	149	51 (34,2)	0,801
	Não	13	4 (30,8)	
Esquema de vacinação	Semestral	25	8 (32,0)	0,854
	Anual	115	39 (33,9)	
Casos de raiva no vizinho	Não	156	54 (34,6)	0,146
	Não sabe	9	1 (11,1)	
Abrigos na propriedade	Não	134	37 (27,6)	0,009
	Sim	26	14 (53,8)	
Possíveis abrigos na propriedade	Não	116	33 (28,4)	0,118
	Sim	37	17 (45,9)	
	Não sabe	12	5 (41,7)	

Os resultados de significância para as variáveis “tipo de produção”, “nível de tecnificação”, “número de bovinos e equídeos”, “histórico de mordeduras por morcegos”, “animais sugados recentemente” e “presença de abrigos de morcegos”, demonstraram associação com a variável resposta “casos de raiva” na análise univariada, com resultados de $p<0,05$. Porém, algumas dessas variáveis com $p<0,05$, com alta significância na análise univariada, demonstraram pouco poder para serem utilizadas simultaneamente na análise multivariada, após ajuste final, como: nível de tecnificação, histórico de mordeduras por morcegos e animais, sendo descartadas do modelo final. Outras variáveis, sem significância na univariada ou

cujas frequências e resultados eram próximos na análise multivariada, não foram introduzidas nesse modelo, como por exemplo a ocorrência de casos de raiva em vizinhos e a tecnificação da propriedade. A vacinação contra raiva pode ter ocorrido em momento ulterior à existência de focos suspeitos de raiva, fato que poderia causar viés na análise dessa variável. A utilização de pasta vampiricida nos animais com mordeduras em um período anterior serviria (117 respostas afirmativas) para explicar que houve controle da população de morcegos, mas o resultado na análise estatística não foi significativo. O modelo final ajustado contou com três variáveis independentes: “tipo de produção”, “número de bovinos e equídeos” e “abrigo na propriedade”. Foi feita uma categorização do número de bovinos e equídeos somados em “menor ou igual a 100” e “maior que 100”, devido à aproximação do valor da média dessa variável.

Assim, o modelo final de regressão logística para o relato de ocorrência de casos de raiva nas propriedades é apresentado a seguir – LOGIT (Yijk) = β_0 + β_1(i) + β_2(j) + β_3(k) , onde: Yijk é a variável dependente "relato de casos”, “i” é o “tipo de produção, “j” é quanto à presença de “abrigo na propriedade” e “k” é o “número de bovinos e equídeos” somados. Os resultados estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6. Resultado da análise multivariada para o relato de ocorrência de casos de raiva nas propriedades.

Variável	Categoria	p valor	Razão de Chances	IC(1) (95%)
Tipo de produção	Carne	0,06	1,00	-
	Leite	0,003	9,94	(2,17 – 45,52)
	Misto	0,002	14,04	(2,64 – 74,72)
Abrigo na propriedade	Não	0,027	1,00	-
	Sim		3,37	(1,15 – 9,91)
Número de bovinos e equídeos	>100	<0,001	6,03	(2,35 – 15,50)
	≤100		1,00	-

(1) Intervalo de confiança

Para os resultados da análise multivariada apresentados na Tabela 6, verificou-se: nível de significância do modelo (p < 0,001); nível de significância do teste de Hosmer e Lemershow para avaliar o ajuste do modelo (p=0,784) e coeficiente de determinação do modelo de regressão logística Nagelkerke (R^2=0,292). Conforme os resultados, a chance de relato de ocorrência de casos de raiva nas propriedades foi 9,94 vezes maior em propriedades de produção leiteira e 14,04 vezes maior em propriedades de produção mista, quando comparadas às

propriedades de produção para carne, sendo a diferença estatisticamente significante.

Propriedades com abrigo de morcego hematófago apresentaram aproximadamente três vezes mais chance de relato de ocorrência de casos de raiva do que propriedades sem abrigo, sendo essa diferença também estatisticamente significante. E, propriedades com rebanhos maiores (> 100 bovinos e equídeos) apresentaram aproximadamente seis vezes mais chance de relato de ocorrência de casos de raiva do que propriedades com rebanhos menores (< 100 bovinos e equídeos), sendo essa diferença também estatisticamente significante.

5.2. Abrigos de morcegos cadastrados/recadastrados

Considerando os dados obtidos no IMA e aqueles produzidos pela pesquisa, foram georreferenciados 103 abrigos de morcegos no período de agosto de 2006 a outubro de 2014, sendo 53 (51,4%) considerados ativos, devido à presença de morcegos hematófagos ou visualização de fezes recentes no momento da vistoria. Do total de abrigos cadastrados, 28 eram digestórios (27,2%) e, desses, 12 eram ativos (42,9%). Nos digestórios, não houve como confirmar a presença de machos somente ou de machos e de fêmeas ao mesmo tempo, sendo assim, para essa variável, o abrigo foi categorizado como não identificado. Os 50 abrigos cadastrados restantes (48,6%) foram considerados inativos, pois já apresentaram morcego hematófago em algum momento desde 2006, quando foi iniciado o georreferenciamento; ou são abrigos potenciais em que não foi identificada presença de morcegos hematófagos desde 2006. Abrigos potenciais são aqueles em que há grande possibilidade de abrigar morcegos hematófagos, seja pela presença de outras espécies de morcegos ou pelas características físicas dos locais (mais afastado, escuro, úmido e seguro em relação à presença de predadores como corujas e serpentes).

Na Figura 19, pode-se verificar a localização espacial dos 103 abrigos de morcegos hematófagos em 13 municípios, incluídos os ativos e inativos.

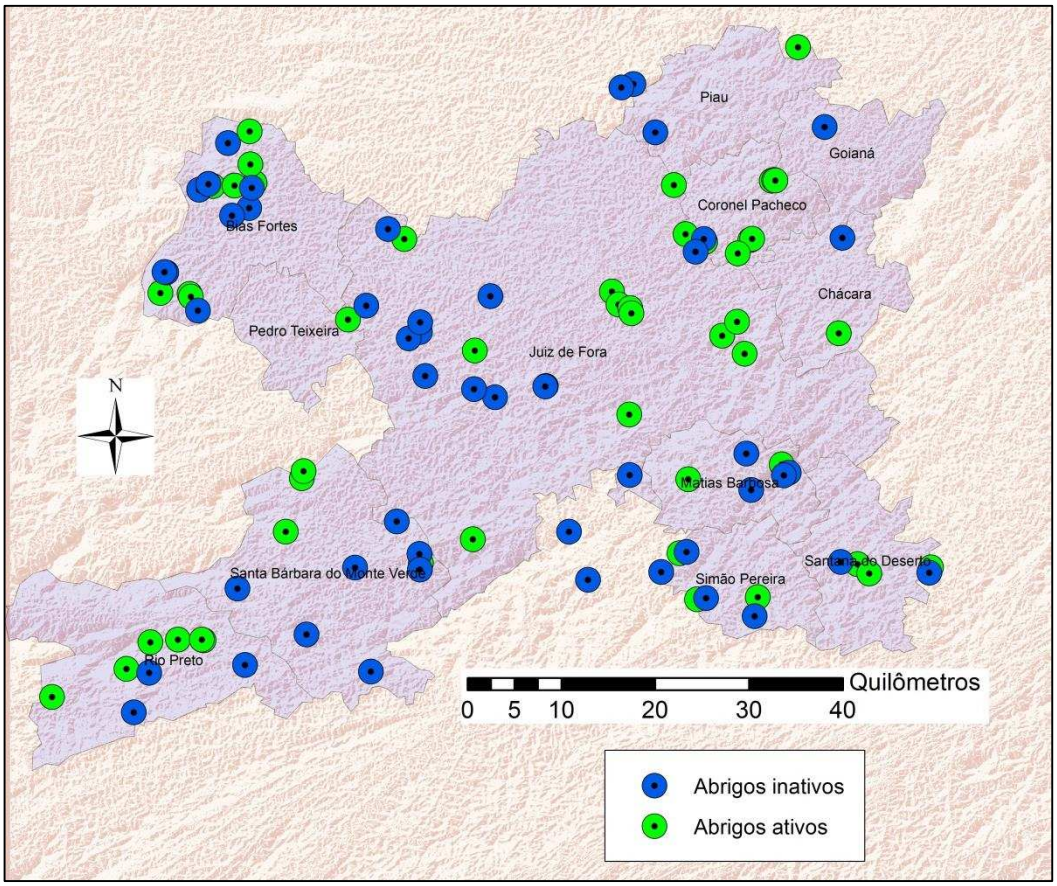


Figura 19. Localização espacial dos abrigos de morcegos hematófagos na área de estudo, Zona da Mata - MG, 2014.

Na Tabela 7, é apresentada a distribuição de 99 abrigos cadastrados na pesquisa, de acordo com o tipo de abrigo (natural ou artificial), se era maternidade ou abrigo de machos solteiros. Quatro abrigos foram georreferenciados e cadastrados anteriormente à pesquisa, contudo não foram classificados segundo essas variáveis, assim, não foram incluídos na tabela. Entre os abrigos artificiais, foram vistoriados, no período, 16 bueiros, sendo 11 ativos, e desses três apresentavam ocupação provisória, servindo apenas de digestórios; foram ainda vistoriadas 40 casas abandonadas, sendo 18 abrigos ativos e 22 inativos (em 16 desses houve controle anterior da população de morcegos hematófagos e consequentemente a inativação) e 15 apresentavam ocupação definitiva de morcegos. Foram vistoriados 12 túneis e, desses, quatro eram abrigos definitivos e estavam ativos no momento da pesquisa, ou seja, apresentavam morcegos hematófagos.

Entre os abrigos naturais, havia 17 cavernas ativas, sendo sete colônias maternidade. Verificou-se que entre os possíveis abrigos naturais de morcegos

hematófagos, ocos de árvore ou furnas não foram cadastrados no período, apenas cavernas.

Tabela 7. Distribuição dos 99 abrigos de morcegos hematófagos segundo ocupação, tipo, classificação e distribuição de gênero.

		Abrigos				
		Naturais (cavernas) (%)	Artificiais			TOTAL (%)
			túneis (%)	cueiros (%)	casas (%)	
Abrigos ativos	maternidade	7	5	7	6	25
	machos solteiros	3	1	1	5	10
	não identificado	7	1	3	7	18
Abrigos inativos		14	5	5	22	46
Total		**31 (31,3)**	**12 (12,1)**	**16 (16,2)**	**40 (40,4)**	**99 (100,0)**

No município de Juiz de Fora, havia dois abrigos definitivos de morcegos hematófagos cadastrados dentro do perímetro urbano, em bairros na região norte do município, sendo uma construção abandonada e um bueiro de águas pluviais. Além desses, havia dois digestórios (abrigos provisórios) cadastrados em área periurbana, com grande quantidade de fezes de morcegos hematófagos.

As altitudes dos abrigos, em geral, variaram entre 337 e 1.073m (média: 704,2m) e, para os abrigos ativos, a altitude mínima foi de 381m e máxima de 1.067m (média: 714,6m e mediana: 740m). Os abrigos ativos, incluindo digestórios, apresentaram entre 0 a 80 morcegos hematófagos estimados (média: 24,7). A presença de abrigos com 80 morcegos hematófagos não é um fato comum na Zona da Mata e 11 abrigos apresentaram em média 50 morcegos ou mais. De todos os abrigos cadastrados 68, (67,3%) eram artificiais; 31 (31,3%) naturais e dois (2,0%) sem informação.

Na Tabela 8, verifica-se que a média das distâncias entre os currais principais nas propriedades em que havia relato ou observações de mordeduras por morcegos hematófagos e os abrigos ativos de morcegos mais próximos era 1.280,5 metros, com mediana igual a 1.124,7 metros e o primeiro quartil igual a 581,5 metros. Após análise dos valores da distância entre os currais principais nas propriedades em que havia relato ou observação de mordeduras por morcegos hematófagos e os abrigos ativos de morcegos mais próximos verificou-se que não houve distribuição normal da variável distância das mordeduras ($p<0,05$), utilizando o teste Shapiro-Wilk.

Tabela 8. Resultados da análise descritiva da distância entre os currais principais nas propriedades em que havia relato de mordeduras por morcegos hematófagos e os abrigos ativos de morcegos mais próximos.

Estatística descritiva		**Valores**
Número de observações		57
Média		1.280,47m
Intervalo de confiança da média (p<0,05)	Limite inferior	1.043,22m
	Limite superior	1.517,72m
Percentis	5%	40,40m
	10%	151,87m
	25%	581,50m
	50% (Mediana)	1.124,70m
	75%	2.130,77m
	90%	2.566,38m
	95%	2.880,28m
Desvio padrão		894,14m
Coeficiente de variação		0,70
Mínimo		4,21m
Máximo		2.979,19m
Amplitude		2.974,98m

Os abrigos de morcegos ativos e as propriedades em que havia relatos e verificação de mordeduras por morcegos hematófagos estão representados na Figura 20. A soma das áreas (*buffers*) com três quilômetros de raio de todos os 53 abrigos ativos cadastrados, somadas as áreas que são comuns (intersecções) a dois ou mais abrigos, resulta em 1.157,18 km² de superfície de atuação.

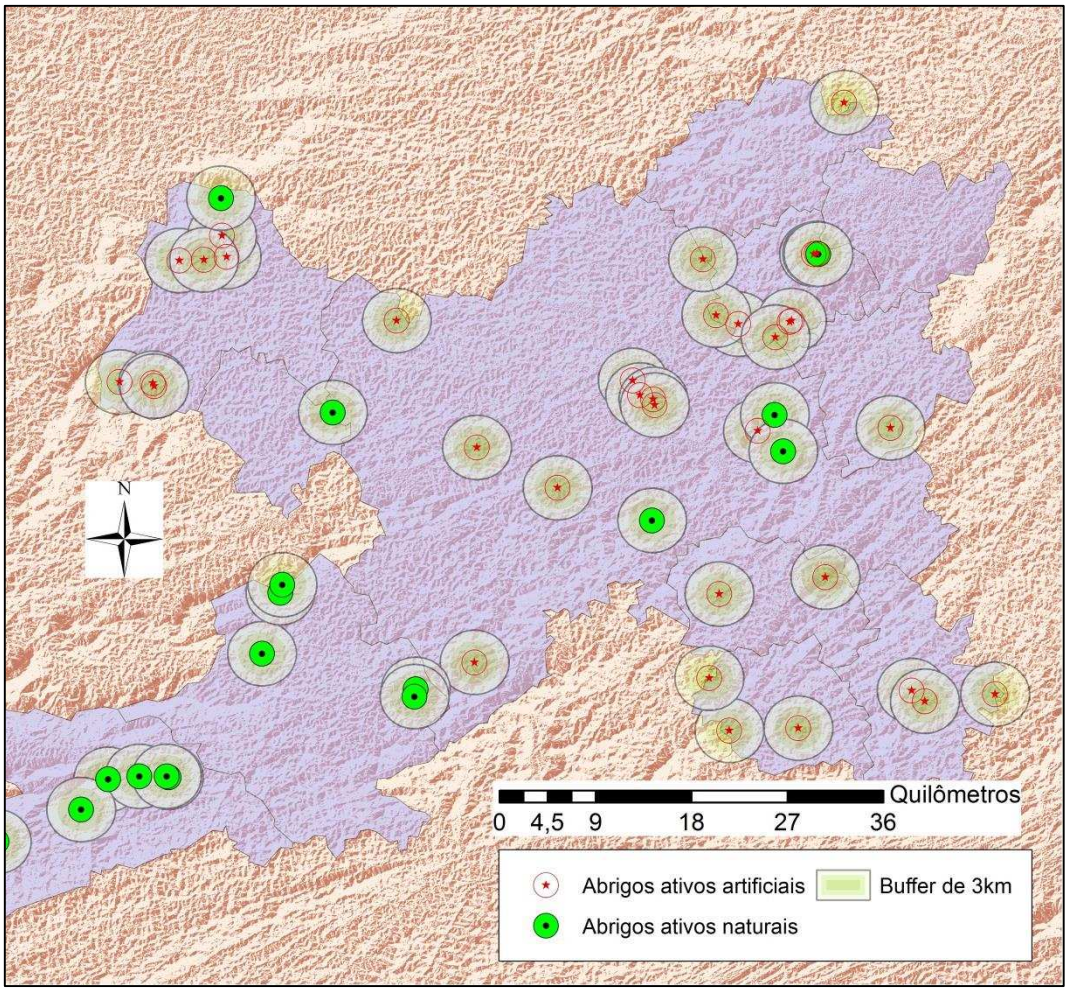


Figura 20. Localização dos 53 abrigos ativos de morcegos hematófagos e respectivos raios de influência de três quilômetros, Zona da Mata-MG, 2014.

Na Figura 20, pode-se visualizar os *buffers* de 3 km ao redor dos abrigos ativos e inativos e os municípios da área de estudo. O relevo está representado por alterações na tonalidade e sombras (efeito *hillshade*) obtidas por meio da iluminação solar a 45° do horizonte. Os abrigos naturais (cavernas) podem ser visualizados em sua maioria nos municípios de Santa Bárbara do Monte Verde e Rio Preto. Os outros municípios possuem mais abrigos artificiais, como casas abandonadas, bueiros e túneis.

A Figura 21 representa o georreferenciamento dos 53 abrigos de morcegos ativos, com área circular de 12 km de raio, conforme determina a Instrução Normativa nº 5/2002 do MAPA, que seria a área de trabalho de defesa sanitária em focos de raiva ou a partir dos abrigos de morcegos. Analisando a Figura 21, os círculos de 12 km de raio ao redor dos abrigos ocupam praticamente todo o território dos 12 municípios em que foram cadastrados abrigos ativos de morcegos hematófagos. De acordo com esta instrução normativa, toda a área teria de ser

trabalhada no controle da raiva e da população de morcegos, incluindo educação em saúde para a população humana da área afetada.

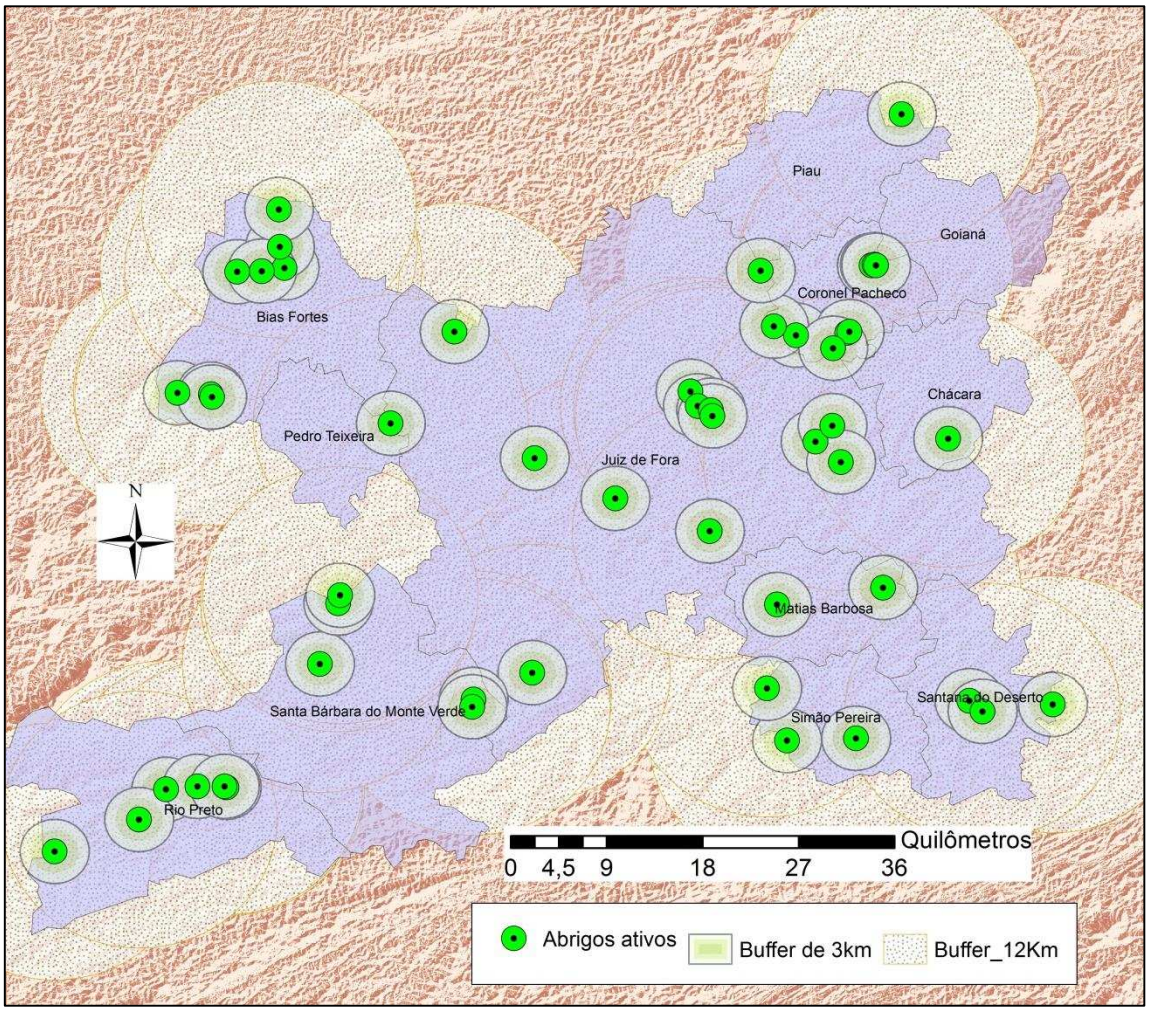


Figura 21. Visualização das áreas de trabalho ao redor dos abrigos ativos de morcegos hematófagos, Zona da Mata-MG, 2014.

Para confecção da Figura 22, foi utilizada uma camada em que constavam as 180 propriedades rurais que foram vistoriadas no período, as quais apresentavam ou não histórico recente de mordeduras por morcegos. Assim, foi possível visualizar quais propriedades estariam em área de risco para mordeduras, dentro dos 3 km a partir da localização dos abrigos, e qual a frequência de mordeduras verificadas nos herbívoros.

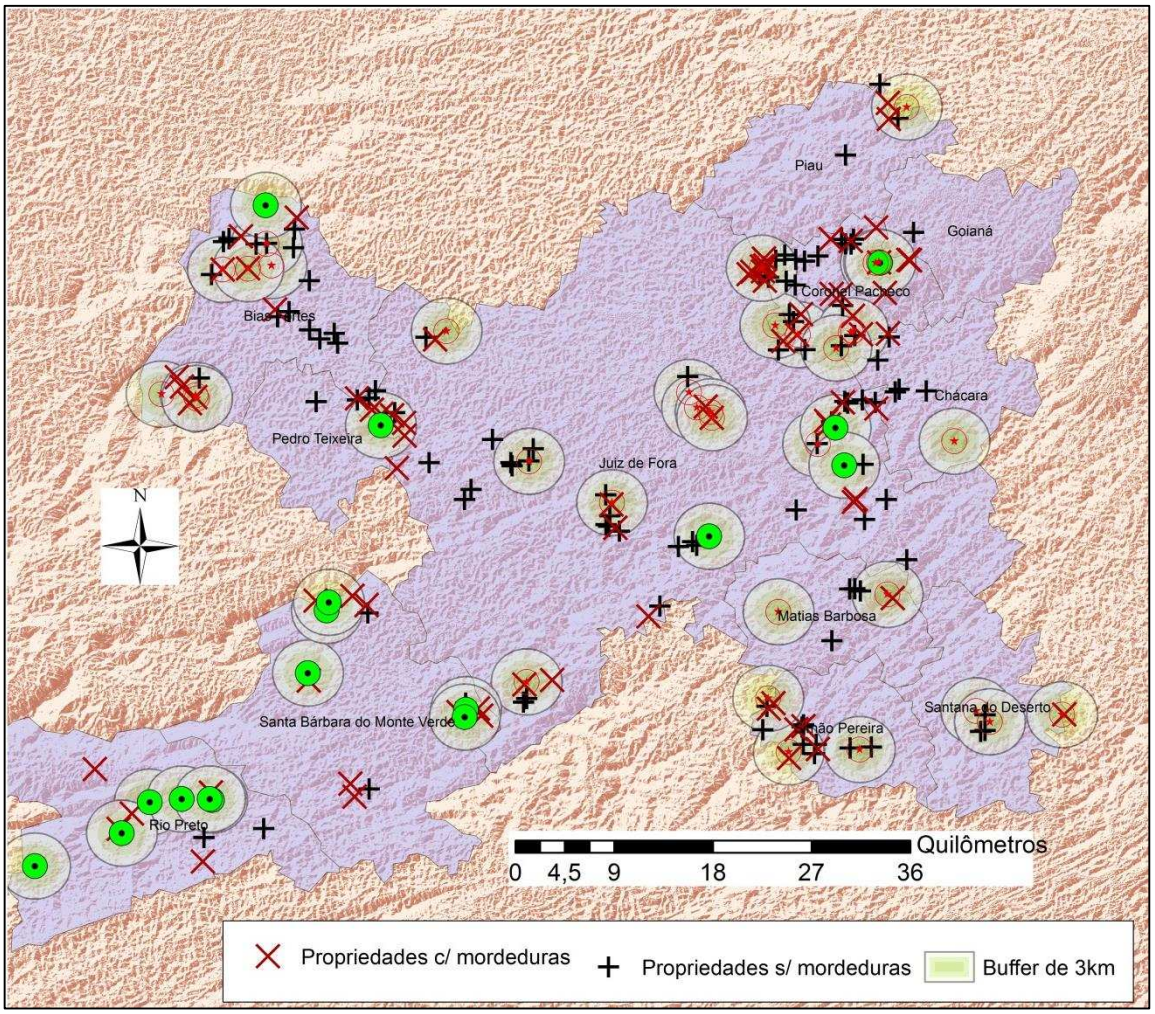


Figura 22. Visualização dos abrigos de morcegos e propriedades relacionadas ao estudo, Zona da Mata-MG, 2014.

Já na Figura 23, estão relacionadas todas as propriedades do estudo; os abrigos de morcegos ativos e inativos; as propriedades com casos de raiva relatados pelos entrevistados e as propriedades em que foi relatado histórico de mordeduras nos animais, em período recente e passado.

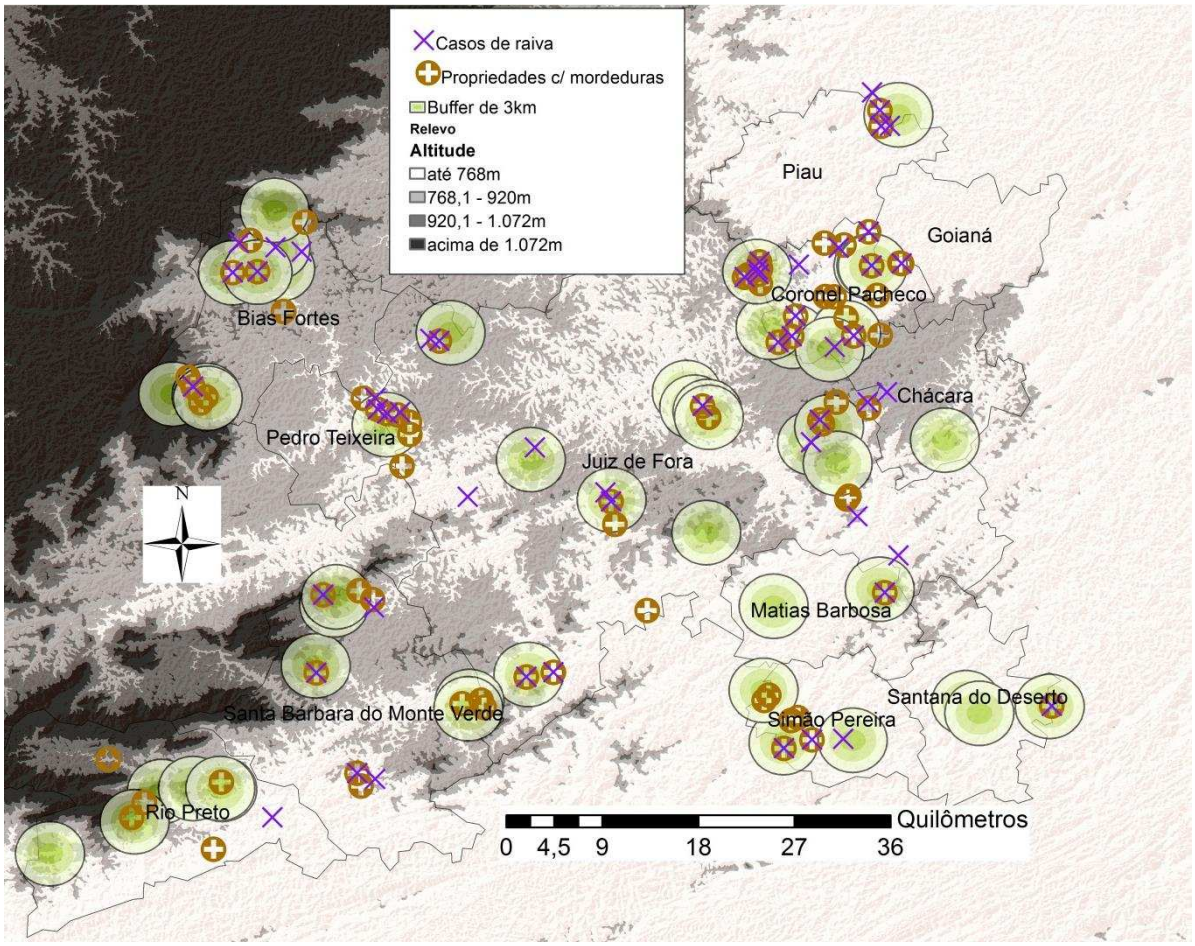


Figura 23. Localização das propriedades investigadas e dos abrigos cadastrados (ativos e inativos), Zona da Mata-MG, 2014.

É possível verificar visualmente que a grande maioria dos relatos de casos de raiva estiveram localizados dentro dos halos (*buffers*) de três quilômetros de raio dos a partir dos abrigos de morcegos, com exceção de poucas propriedades nos municípios de Chácara, Juiz de Fora, Rio Preto e Santa Bárbara do Monte Verde. Os responsáveis por essas propriedades informaram casos de raiva ocorridos há mais de 10 anos e já houve abrigos ativos de morcegos próximos, que pelo trabalho de controle populacional, tornaram-se inativos. Outra situação encontrada é que haveria abrigos que não foram identificados e/ou vistoriados por falta de condição logística ou porque eram inacessíveis.

De acordo com a Figura 24, as propriedades com ocorrência de mordeduras em animais na época em que foram vistoriadas estão representadas por asteriscos verdes de tamanho variável, de acordo com a quantidade de animais existentes com relato ou observação de mordeduras. Esses campos foram obtidos por renderização dos valores de mordeduras totais encontrados nos animais das propriedades foco.

As propriedades representadas em vermelho são aquelas em que não havia mordeduras por morcegos e os tamanhos dos halos verdes formados ao redor das propriedades indica maior ocorrência de mordeduras. Verifica-se maior ocorrência de mordeduras nas propriedades situadas na região nordeste do município de Juiz de Fora e nos municípios de Santa Bárbara do Monte Verde, Rio Preto, Bias Fortes, Simão Pereira, Matias Barbosa e Coronel Pacheco. Em Chácara e Goianá havia propriedades com mordeduras, porém sem abrigos correlacionados na área de três quilômetros. Entretanto, havia locais próximos com grande possibilidade de abrigar morcegos hematófagos que não foram vistoriados no período, por falta de condições logísticas. Em Pedro Teixeira, havia duas propriedades vistoriadas, porém sem mordeduras recentes de morcegos e também não havia abrigo ativo vistoriado nesse município na época do estudo.

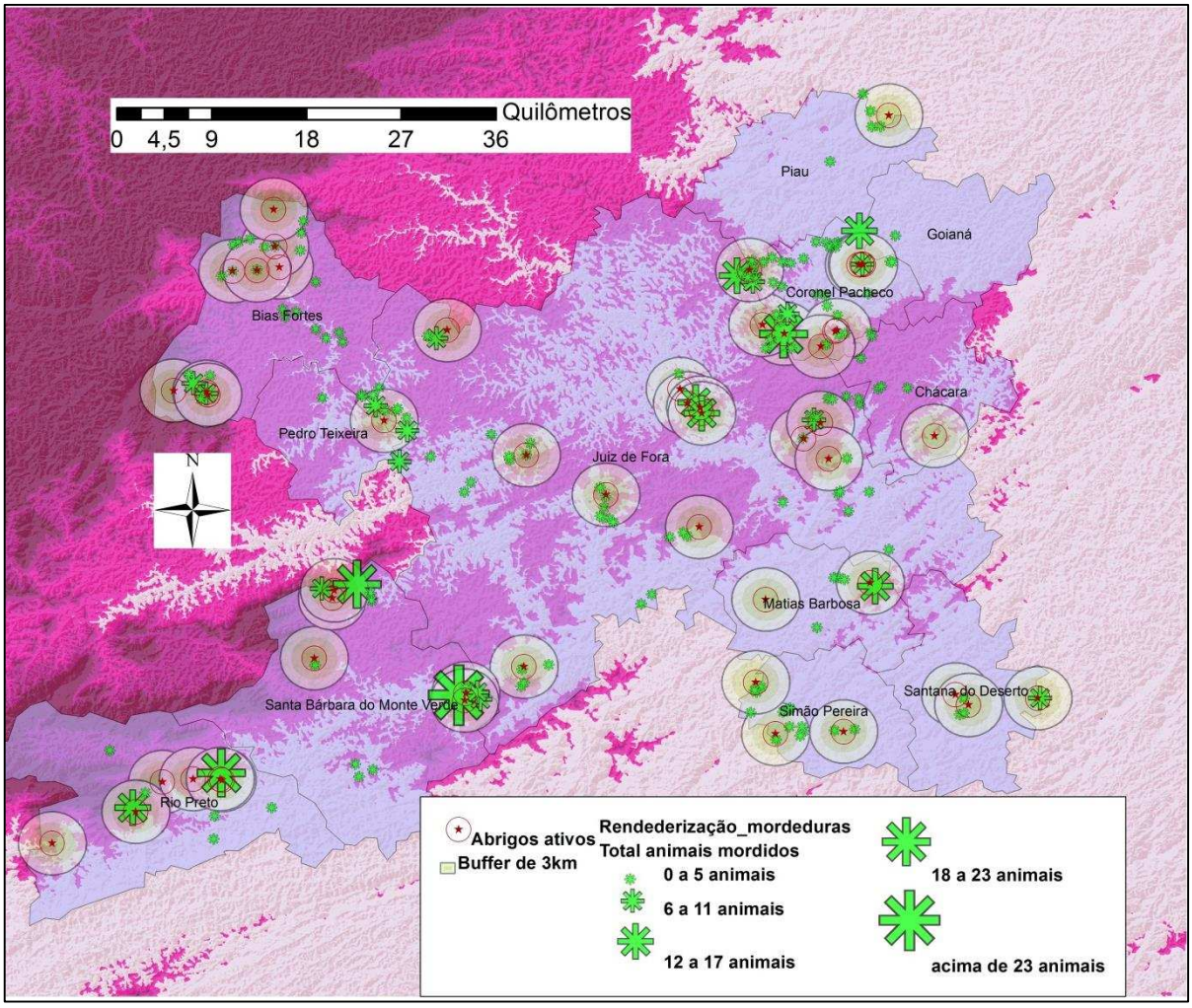


Figura 24. Visualização das propriedades com maior ocorrência de mordeduras recentes por morcegos em animais, por renderização, Zona da Mata-MG, 2014.

5.3. Análises geoespaciais para ocorrência de mordeduras nos animais das propriedades estudadas

5.3.1. Criação de um modelo espacial para medição do custo energético para forrageamento dos morcegos hematófagos

É necessário estudar o voo do morcego hematófago com relação às distâncias para forrageamento, visto que na Figura 25, verifica-se um modelo feito para a medição de custo energético para transposição de distância e altitude, numa pequena porção rural do município de Juiz de Fora, referente a um abrigo diurno cujos morcegos poderiam voar até a cinco propriedades próximas. Nesse projeto estavam especificados os trajetos em região de vales, onde os desníveis são menores durante toda a trajetória e não há barreiras, conforme descreveram Gomes e Monteiro (2011). Assim, mesmo as distâncias em linha reta (representadas pelas linhas em cor vermelha) que aparentam ser de menor custo energético, quando se coloca no modelo espacial, verifica-se que há muito desgaste para transpor maiores altitudes, em contraste ao deslocamento pelos vales, que demanda menor gasto energético. Essa análise foi realizada apenas para gerar um modelo de geoprocessamento que avaliasse a diferença de custos energéticos entre o voo em linha reta, sem desviar de obstáculos naturais, e o voo por entre vales, que poderia gerar menor custo. As medidas utilizadas foram apenas indicativas para avaliação do custo energético causado pelo deslocamento em maior distância e altitude de forma simultânea em linha reta, em comparação com o deslocamento sem transpor significativamente maiores altitudes.

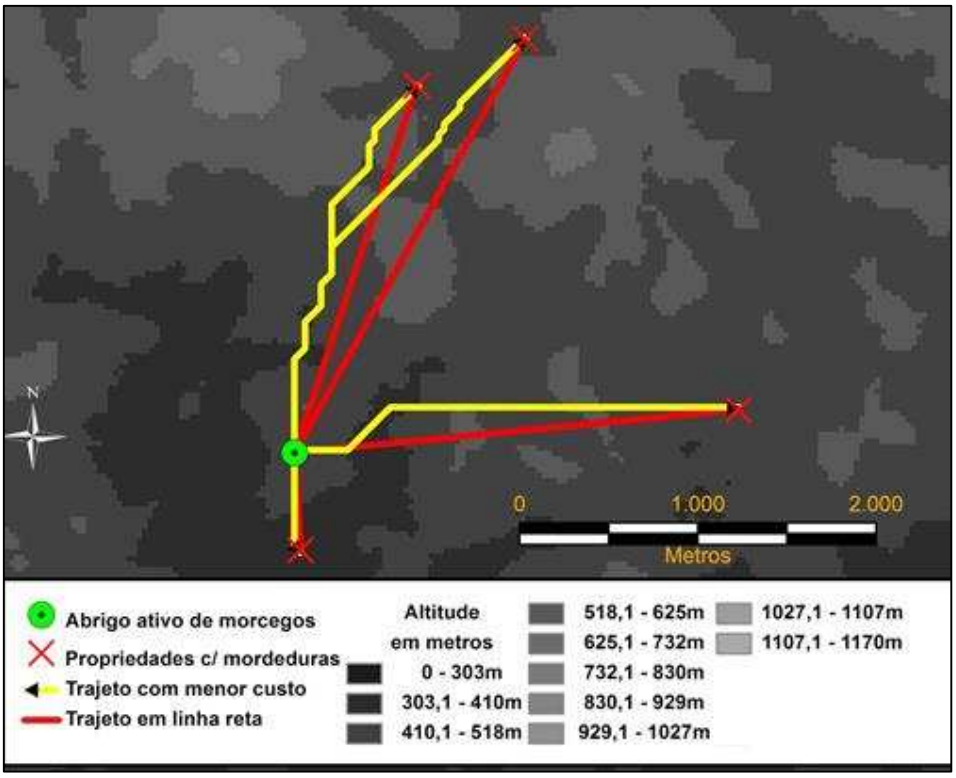


Figura 25. Modelo espacial (parcial) de custos para deslocamento de morcegos hematófagos de um abrigo até aos currais principais das propriedades da área de estudo, Minas Gerais, 2014.

5.3.2. Ocorrência e estimativa de mordeduras por morcegos hematófagos nas propriedades estudadas

De acordo com os dados obtidos na pesquisa, tentou-se fazer a densidade Kernel para estudo da ocorrência de mordeduras, porém a distribuição da variável número de bovinos com mordeduras recentes e o baixo valor dessa variável (resultou em um mapa com variações pouco visíveis, por esse motivo, não foi apresentado nessa pesquisa). Dessa forma, preferiu-se utilizar os métodos de *Krigagem e IDW.*

A Figura 26 apresenta um sistema de informações geográficas utilizando-se o método de *krigagem* (*kriging*) com a mesma variável quantitativa “número de mordeduras em bovinos”, porém o resultado é uma predição, ou seja, um modelo probabilístico onde os pontos em tonalidade rosa claro representariam locais de maior probabilidade de ocorrência de mordeduras.

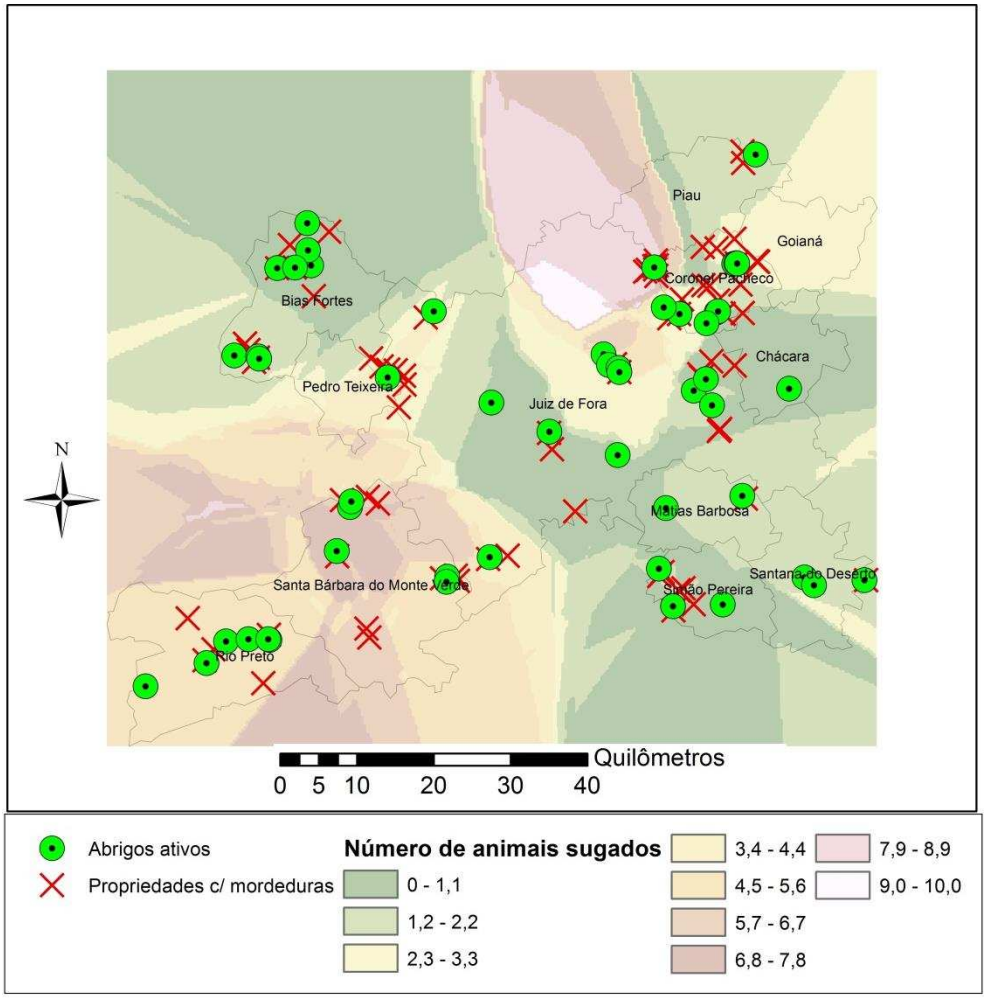


Figura 26. Predição para maior ocorrência de mordeduras em rebanhos bovinos, utilizando-se o método de *krigagem* ordinária e semivariograma esférico, Zona da Mata-MG, 2014.

Na Figura 27, apresenta-se um sistema de informações geográficas com a predição determinística para ocorrência de mordeduras de morcegos no rebanho bovino utilizando-se a ferramenta IDW, que é a média ponderada do inverso das distâncias. Pode-se verificar, portanto, maior ocorrência de mordeduras, em verde-claro, na zona norte de Juiz de Fora, também próximo a Chácara, oeste de Piau, ao leste nordeste do município de Matias Barbosa e leste de Santana do Deserto, e grande parte dos municípios de Santa Bárbara do Monte Verde e Rio Preto. A variável utilizada para o modelo foi o “número de mordeduras em bovinos”, inicialmente uma variável numérica que foi transformada em qualitativa, com três categorias pelo software ArcGIS®.

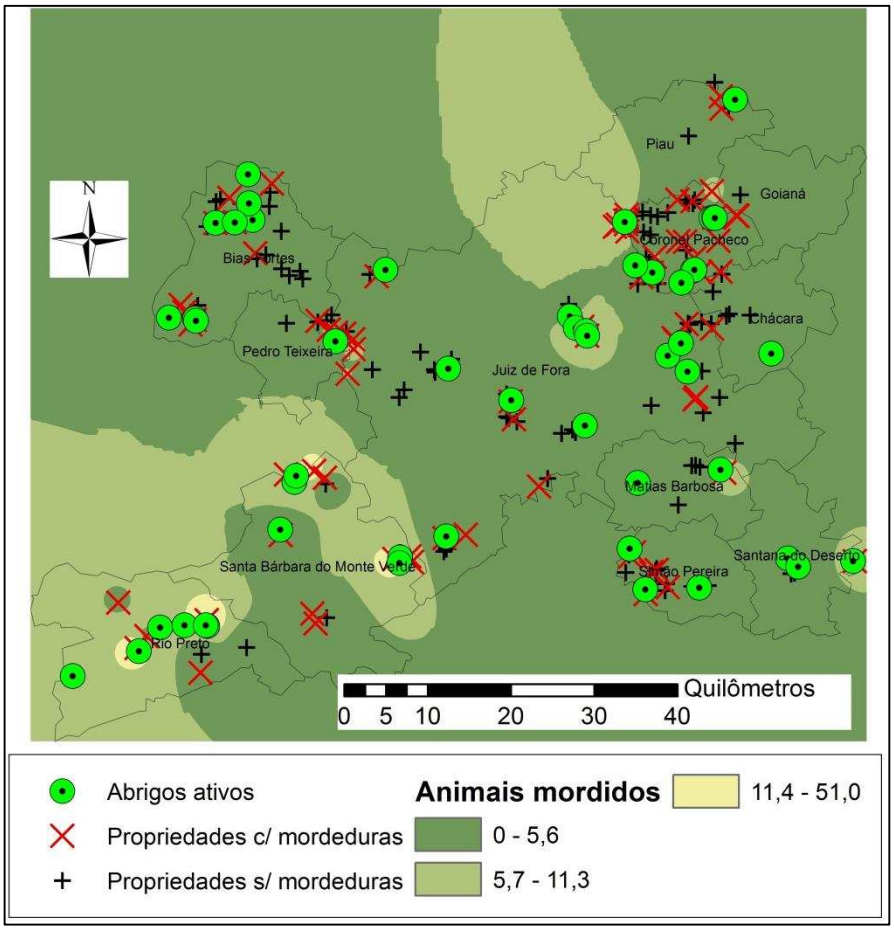


Figura 27. Predição para maior ocorrência de mordeduras em rebanhos de bovinos, utilizando-se o método IDW, Zona da Mata-MG, 2014.

Da mesma forma que no método IDW, a *Krigagem* apresenta maiores valores para a variável mordeduras recentes na região da Bacia do Rio Paraibuna e do Rio Preto, nos municípios de Juiz de Fora, Rio Preto e Santa Bárbara do Monte Verde. As regiões mais claras no mapa representam locais com maior predição para ocorrência de mordeduras no modelo apresentado. Os campos em cores mais claras demonstram maior ocorrência de mordeduras. Quando se comparam a *Krigagem* (Figura 26) e a IDW (Figura 27), verifica-se que a ocorrência de mordeduras e a maior probabilidade de ocorrência de mordeduras se concentram na região norte do município de Juiz de Fora e também nos municípios de Santa Bárbara do Monte Verde e Rio Preto. Esses municípios apresentaram maior número de abrigos de morcegos, naturais e artificiais, bem como rios e córregos em abundância, em especial os afluentes da bacia do Rio Paraibuna, em Juiz de Fora, e do Rio Preto, nos dois municípios citados anteriormente. No município de Simão Pereira houve ocorrência de casos confirmados de raiva e várias propriedades com

mordeduras recentes por morcegos, e três abrigos ativos foram identificados no período.

5.3.3. Análise estatística dos dados espaciais encontrados para ocorrência de mordeduras recentes por morcegos nas propriedades estudadas

Do total de 180 propriedades georreferenciadas, em apenas duas não houve resposta válida para ocorrência de mordeduras nos animais. Utilizando-se *buffers* de um a 12km de raio a partir dos abrigos de morcegos ativos, conforme demonstrado na Figura 28 e na Tabela 9, foi possível selecionar todas as 178 propriedades em relação à distância dos abrigos mais próximos.

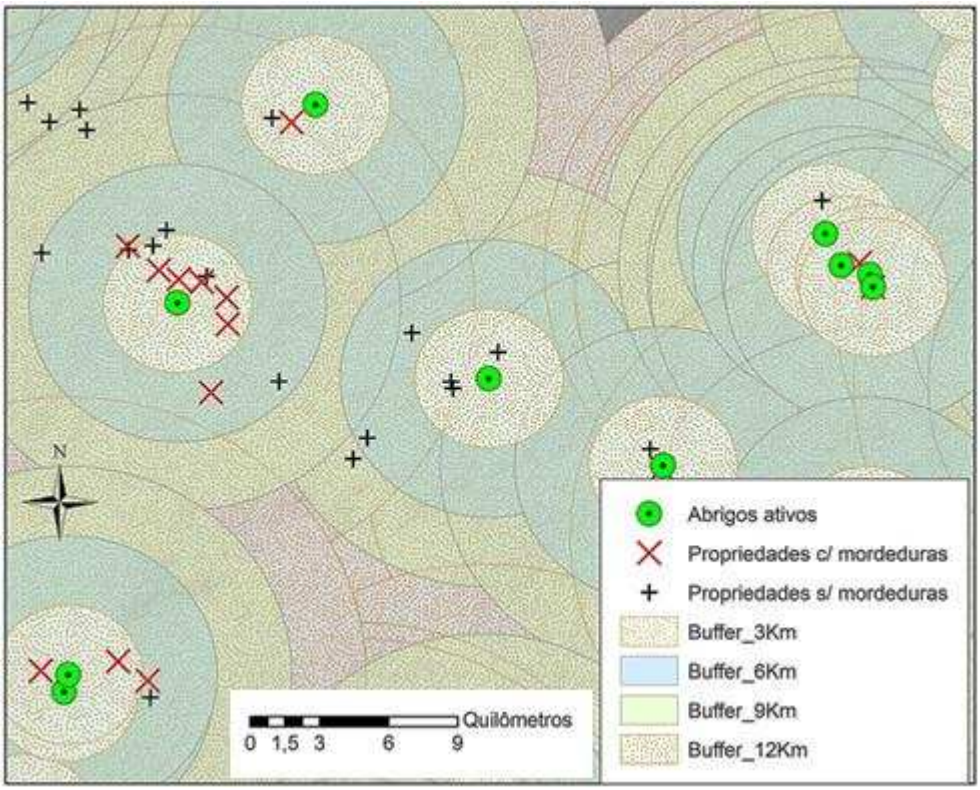


Figura 28. Exemplo de mapa com diversos *buffers* a partir dos abrigos ativos de morcegos.

De um modelo como a Figura 28, selecionando as propriedades no entorno de todos os abrigos ativos, de acordo o menor *buffer* encontrado, no qual as propriedades se encontravam circunscritas, foi derivada a Tabela9. Em 76 propriedades (42,7%) houve ocorrência de mordeduras recentes, do total de 178 propriedades com respostas válidas.

Tabela 9. Distribuição das propriedades com mordeduras e total de propriedades circunscritas nos *buffers* de raio variável entre 1 e 12Km.

Distância do raio do *buffer* a partir dos abrigos (km)	Propriedades com mordeduras			Total de propriedades (%)
	Total	Frequência relativa (%)	Frequência acumulada (%)	
1	26	34,2	34,2	40 (22,5)
2	19	25,0	59,2	40 (22,5)
3	15	19,7	78,9	40 (22,5)
4	9	11,8	90,8	28 (15,7)
5	2	2,6	93,4	7 (3,9)
6	2	2,6	96,1	10 (5,6)
7	0	0,0	96,1	5 (2,8)
8	0	0,0	96,1	2 (1,1)
9	1	1,3	97,4	3 (1,7)
10	0	0,0	97,4	0 (0,0)
11	1	1,3	98,7	2 (1,1)
12	1	1,3	100,0	1 (0,6)
Total	**76**	**42,7**	**-**	**178 (100,0)**

Observando-se a Tabela 9, verifica-se que a ocorrência de mordeduras (ou: aumenta o número de propriedades com relato/ocorrência de mordedura?). De acordo com a tabela, 60 propriedades (78,9%) encontram-se situadas dentro dos *buffers* de 3Km ao redor dos abrigos de morcegos ativos de morcegos hematófagos.

A partir da distribuição de propriedades apresentada na Tabela 9, foi feita a análise univariada entre “propriedades com mordeduras” (variável resposta) e “inverso da distância” (variável explicativa). Os resultados obtidos foram: qui-quadrado = 19,6; grau de liberdade = 1; valor de p = 0,0332; razão de chances = 1,2696 (IC95% = 1,0705 – 1,5056). Assim, a chance de haver propriedades com ocorrência de mordeduras recentes por morcegos hematófagos é, aproximadamente, 1,3 vezes maior em relação à medida anterior, ou seja, a cada quilômetro que se aproxima do centro do foco, que é a localização do abrigo ativo de morcegos hematófagos, sendo significativa a diferença do método.

Após análise multivariada pelo programa SPSS®, utilizando-se os mesmos dados da Tabela 9 mais a variável categórica “presença de abrigos ativos de morcegos na propriedade”, obteve-se com *Score* de 10,439 (p=0,001) a regressão logística do inverso da distância dos abrigos às propriedades com ocorrência de mordeduras. Tais informações da análise de regressão estão listadas na Tabela 10.

Tabela 10. Resultado da análise multivariada para a ocorrência de mordeduras em relação à distância dos abrigos de morcegos.

Variável	Razão de chances	IC(1) (95%)	Valor de p
Abrigo ativo na propriedade	3,253	1,131 – 9,357	0,029
Inverso da distância do abrigo	1,232	1,016 – 1,493	0,034
Constante	1,124	-	0,740

(1) Intervalo de confiança.

Segundo o teste de *Hosmer e Lemershow*, o modelo ajustado apresentado na Tabela 10 tem significância p=0,984 e qui-quadrado de 0,680. O valor de R^2 encontrado no modelo, utilizando Cox & Snell foi de 0,093 e para Nagelkerke foi de 0,125. De acordo com esse modelo de regressão logística (*Forward Stepwise – Likelihood ratio*), a chance de ocorrência de propriedades positivas para mordeduras recentes de morcegos hematófagos é de 1,232 vezes (1,016 – 1,493) a cada quilômetro que se aproxima do centro do foco, que é o abrigo ativo de morcegos hematófagos. A presença de abrigo ativo de morcegos hematófagos na propriedade influencia em 3,253 vezes (1,131 – 9,357) a chance de ocorrência de mordeduras em relação às propriedades que não possuem abrigos ativos de morcegos hematófagos.

Outra análise realizada foi referente à população estimada de morcegos hematófagos nos abrigos ativos definitivos (em que haveria morcegos durante o dia e períodos à noite). Essa variável quantitativa foi categorizada conforme distribuição apresentada na Tabela 11, a qual demonstra o número de propriedades em que há morcegos.

Tabela 11. Distribuição da frequência de população de morcegos em relação às propriedades de estudo.

População de morcegos nos abrigos	Propriedades (%)	Frequência acumulada
0	153 (85,9)	85,9%
5	2 (1,1)	87,1%
10	3 (1,7)	88,8%
15	1 (0,6)	89,3%
20	6 (3,4)	92,7%
30	5 (2,8)	95,5%
40	1 (0,6)	96,1%
150	1 (0,6)	96,6%
Ignorados	6 (3,4)	100,0
Total	**178**	**-**

Segundo as informações apresentadas na Tabela 11, havia 153 propriedades sem nenhum abrigo ativo de morcego hematófago, representando 85,9% das propriedades. Em seis abrigos, não houve estimativa da população de morcegos e, apesar de estarem ativos, foram ignorados.

Na análise univariada, a população de morcegos existentes nos abrigos não teve significância como variável explicativa para a ocorrência de mordeduras de morcegos nas propriedades (Tabela 12).

Tabela 12. Análise univariada para a ocorrência de mordeduras em relação ao número de morcegos hematófagos nos abrigos.

Variável	Razão de chances	IC(1) (95%)	Valor de p
População de morcegos	1,0112	0,9854 – 1,0376	0,3987
Constante	-	-	0,0157

(1) Intervalo de confiança.

Outra análise estatística realizada foi quanto à presença de abrigos definitivos de morcegos na propriedade e a ocorrência de mordeduras. A distribuição dos abrigos de morcegos hematófagos pode ser verificada na Tabela 13. Do total de propriedades, 41,3% apresentaram relato e verificação de mordeduras por morcego hematófago. Dentre as que apresentaram abrigo definitivo ou temporário, a ocorrência de propriedades com relato de mordedura foi, respectivamente, 77,8% e 60%. Já para as propriedades que não apresentaram nenhum abrigo na propriedade, a prevalência de propriedades com relato de mordedura foi menor, sendo igual a 36,2% (Tabela 13).

Tabela 13. Distribuição dos abrigos de morcegos hematófagos nas propriedades, segundo a ocupação pelos morcegos.

Presença de abrigo na propriedade	Propriedades com mordeduras		
	Total	Prevalência (%)	Total de propriedades (%)
Nenhum abrigo	54	36,2	149 (86,6)
Temporário	3	60,0	5 (2,9)
Definitivo	14	77,8	18 (10,5)
Total	**71**	**41,3**	**172 (100,0)**

Foi realizada análise univariada entre a prevalência de mordeduras nas

propriedades e a presença de abrigos de morcegos, sendo a ausência de abrigos a referência no caso da variável explicativa. O valore de significância p de *Score* para o modelo foi igual a 0,0023 e, utilizando-se *Likelihood ratio,* foi igual a 0,0022.

Tabela 14. Análise univariada da ocorrência de mordeduras com relação à ocupação dos abrigos de morcegos hematófagos.

Variável	Razão de chances	IC(1) (95%)	Valor de p
Abrigo provisório	2,6389	0,4275 – 16,2886	0,2961
Abrigo definitivo	6,1574	1,9297 – 19,6479	0,0021
Sem abrigo	1,00	-	-

(1) Intervalo de confiança.

Os resultados demonstraram existência de associação estatisticamente significante (p=0,0023) para o abrigo ser definitivo e a presença de mordeduras, sendo que a chance de prevalência de mordeduras por morcegos hematófago é, aproximadamente, seis vezes maior em propriedades com abrigo definitivo do que em propriedades sem abrigos de morcegos. A presença de abrigo provisório, na propriedade, não demonstrou associação estatisticamente significante com a ocorrência de mordeduras.

6. DISCUSSÃO

Como é um estudo ecológico, segundo Medronho *et al.* (2009), não se conhecia a distribuição da doença e dos fatores de exposição para ocorrência de mordeduras por morcegos e, consequentemente, da raiva. O trabalho de pesquisa apresentou alguns entraves que serão discutidos a seguir. A pesquisa de campo - vistoria de propriedades e cadastro de novos abrigos- demorou um ano e oito meses para ser finalizada, assim, não foi possível garantir a mesma referência temporal para alguns dados, mesmo entre propriedades vizinhas. Entretanto, de modo geral, as características das propriedades e abrigos de morcegos hematófagos, nesse período, não foram modificadas, não prejudicando sobremaneira as inferências realizadas.

Inicialmente, o planejamento da pesquisa previa uma amostra de 500 propriedades distribuídas em 15 municípios. Entretanto, devido à indisponibilidade

de recursos financeiros específicos para a atividade de campo, foram entrevistados 185 produtores rurais, sendo que desse total, em 180 pudemos obter os dados necessários para as análises, com o georreferenciamento correto das propriedades. De forma a viabilizar a coleta de dados da pesquisa, a maioria das entrevistas foi realizada no mesmo momento em que outra(s) atividade(s) de campo na área de defesa sanitária animal do IMA era(m) realizada(s). A grande maioria das propriedades (87,2%) explorava a pecuária como atividade principal e 95% possuíam bovinos como a principal espécie criada. Apenas 5,6% das propriedades não possuíam cursos d'água e 7,2% ficavam distantes de matas ou capoeiras. Esses dados confirmam a presença de abrigos de morcegos próximos a cursos d'água em até três quilômetros, nos estudos de Taddei et al. (1991), porém também corroboram os estudos de Gomes *et al.* (2007), em que os abrigos de morcegos seriam próximos às fontes de alimento.

Quanto aos sinais clínicos da raiva, de 180 entrevistados, apenas 46 (25,5%) informaram não conhecer alguns ou nenhum sinal clínico da raiva. Esses resultados sugerem que a grande maioria dos entrevistados percebe os sinais clínicos da raiva, e isso é importante para o controle da doença, pois seriam os responsáveis pela notificação de casos ao serviço de defesa sanitária, até mesmo para solicitação de atendimento médico pós-exposição em caso de suspeita de foco de raiva. Contudo, alguns sinais neurológicos são inespecíficos e podem ser confundidos com intoxicação ou infecções por patógenos diversos. Para notificação correta e em tempo hábil ao serviço de defesa animal, é necessário que os proprietários saibam identificar os sinais clínicos de encefalopatias.

Foram georreferenciados e cadastrados, no período da pesquisa, 103 abrigos de morcegos hematófagos, sendo 53 ativos e 50 inativos, e destes últimos, quatro não foram classificados por ausência de informações desde a época do cadastro. Os abrigos ativos de morcegos hematófagos cadastrados são na maioria artificiais (68,7%), pelo fato de que os morcegos estão bastante adaptados a esses ambientes e também ficam mais próximos das fontes de alimento. Os abrigos artificiais, de forma geral, são mais fáceis de serem vistoriados e informados pelos entrevistados, sendo seu acesso feito, normalmente, sem auxílio de equipamentos especiais. Apesar de os morcegos hematófagos utilizarem furnas e ocos de árvore como abrigos naturais, nenhum desses abrigos foi encontrado na área de estudo, talvez pela presença de outros abrigos artificiais e adaptação a estes locais (FLORES-

CRESPO, 1978). A grande ocorrência de digestórios ativos (18% dos abrigos cadastrados) é um achado importante, na medida em que se caracterizam por locais intermediários, propícios ao descanso dos morcegos, parada obrigatória para digestão e consequente diminuição de seu peso antes do retorno ao abrigo definitivo. Tal fato reduz efetivamente a necessidade de trabalho de controle populacional de morcegos hematófagos (vistoria e/ou cadastro de abrigos definitivos) em locais muito íngremes e de difícil acesso, pois os morcegos poderiam ser capturados facilmente nos abrigos provisórios.

Muitos abrigos deixaram de ser ativos no período decorrido desde o cadastro inicial, em 2006, devido à ação do serviço de defesa sanitária do IMA no controle da população de morcegos hematófagos da espécie *D. rotundus,* utilizando-se pasta vampiricida.

A média de voo encontrada para forrageamento noturno dos morcegos hematófagos, em geral, foi de 1.280m em linha reta, e corrobora o descrito nos estudos realizados por Gomes (2008), Queiroz (2008) e Freitas *et al.* (2013), que sugerem que os morcegos não alcançam longas distâncias de voo de vido à baixa reserva energética. Todavia vai de encontro às informações obtidas em pesquisas mais antigas, em que os autores afirmam que os morcegos poderiam voar de cinco até 20 km em uma ou duas noites com várias paradas para descanso (FLORES-CRESPO *et al.*, 1971; GREENHALL *et al.*, 1983). Ao vistoriar um abrigo de morcegos pela primeira vez, onde há coabitação de diversas espécies, pode-se constatar que os insetívoros e frugívoros voam durante a maior parte do tempo, enquanto os hematófagos escondem-se e evitam voar. Apenas quando são forçados ou ameaçados é que realizam voos bem curtos e rápidos[4], fato que confirma os estudos mais recentes que sugerem a existência de escassas reservas energéticas nos músculos e no fígado, decorrentes de poucas células β produtoras de insulina no pâncreas dos hematófagos (FREITAS *et al.*, 2013). Algumas particularidades sobre o voo baixo dos morcegos hematófagos e em locais livres, preferencialmente sobre estradas ou cursos d'água, em corredores, já foram mencionadas por pesquisadores (LINHART *et al.*, 1972; UIEDA, 1982; BRASIL, 2009; PEREIRA, 2010) e podem ser consequência da baixa reserva de energia que os torna presas fáceis. O voo em locais como matas fechadas pode prejudicar a percepção dos

[4] Observações do autor.

morcegos quanto à ecolocalização de possíveis predadores, fato que pode ser minimizado quando o voo é realizado em locais abertos, com poucos obstáculos, como vales, como foi descrito por Taddei *et al.* (1991).

A anisotropia relacionada ao número de mordeduras nos animais, de acordo com a região de estudo, estaria vinculada à distância e relevo, desde os abrigos até os animais fonte de alimento para esses morcegos, porém precisa ser mais bem estudada. Vários fatores como: iluminação próxima aos currais e estábulos principais, presença de predadores, existência de digestórios no retorno do forrageamento, mudanças da lua e clima local, entre outros, poderiam influenciar o comportamento alimentar do morcego. A direção do voo dos morcegos não pode ainda ser confirmada, mas sugere-se que rios, rodovias, ferrovias, margens de represas, cadeias montanhosas poderiam influenciar a trajetória (BRASIL, 2009). O uso de tecnologia de rastreamento dos morcegos é interessante para confirmar o comportamento de deslocamento do animal antes, durante e após o forrageamento; também tem grande potencial de uso para determinar a migração dos morcegos em diferentes habitats e, assim, controlar a dispersão do vírus da raiva. O uso de chips, tecnologia disponível para identificação de morcegos e, consequentemente, para registro de informações do voo, ainda é muito dispendioso e apresenta algumas inconveniências, como o peso do equipamento, que varia entre 5 e 10 gramas, fato que prejudica o voo do morcego e o torna presa fácil (SIEGEL-ITZKOVICH, 2011). Outra dificuldade encontrada é que no interior de abrigos naturais, como cavernas e furnas, perde-se o sinal enviado pelo aparelho, o que dificulta o registro de dados e a análise.

Como a região da Zona da Mata de Minas Gerais possui vários desníveis e aclives acentuados (barreiras naturais para os morcegos), o fato de os morcegos voarem pelos vales seguindo cursos d’água tem maior importância, e faz com que os gastos energéticos ao vencer maiores distâncias sejam menores do que ao transpor maiores altitudes. O modelo de bloqueio linear proposto pelo MAPA, portanto, seria de utilização mais prática e correta, pois considera o relevo do local do foco de raiva e/ou dos abrigos de morcegos.

O método de *Krigagem* ordinária pode ser utilizado em sistema de informações geográficas para predição de pontos de risco para raiva ao se relacionar a ocorrência de mordeduras. A interpretação do mapa que apresenta a predição de locais para maior ocorrência de mordeduras sugere a coincidência

dessa ocorrência com trechos do vale do Rio Paraibuna, ainda que parte dessas áreas se localize dentro do perímetro urbano de Juiz de Fora, onde há poucos herbívoros, em comparação com a zona rural. Esses resultados corroboram, em parte, com o descrito por Taddei *et al.* (1991), em que os abrigos de morcegos estariam próximos a cursos d'água, em até três quilômetros. O modelo utilizado por Puga *et al.* (2012), que prevê áreas de maior possibilidade de ocorrência de mordeduras correlacionando os desníveis de terreno e a distância dos abrigos definitivos, pode ser facilmente adaptado ao modelo de gerenciamento de custos do deslocamento, para melhor visualização dos locais de interesse e controle da raiva.

O método de densidade Kernel pouco informou sobre a variável ocorrência de mordeduras nesse estudo, sendo mais focal, com informações locais e não possibilitou uma visualização da tendência regional para a ocorrência de mordeduras, por isso não foi utilizado.

Verificou-se que o "número de bovinos e equinos somados" esteve relacionado aos casos de raiva, provavelmente devido ao fato de que quanto maior o rebanho, maior a probabilidade de ataques de morcegos, somado ao fato de maior probabilidade de ocorrência de animais não vacinados, temos, assim, m cenário de maior probabilidade de ocorrência de casos de raiva. Ainda, a probabilidade de alguns animais serem refratários à vacina, isto é, não estariam protegidos com poucas doses de vacina ou que teriam resposta imunológica deficitária, como descrito por Albas *et al.* (2005) também aumentaria a probabilidade de ocorrência de casos.

A variável "existência de abrigo de morcegos na propriedade" é um fator que explica facilmente a ocorrência de casos de raiva, uma vez que, sendo os morcegos transmissores importantes do vírus da raiva aos herbívoros, a existência de abrigo de morcegos próximo às fontes de alimento facilitaria a ocorrência de mordeduras para forrageamento, o que induz maior incidência de raiva nesses rebanhos.

A variável explicativa "tipo de produção" (leite ou mista), embora pareça não ter relação com a ocorrência de casos, apresentou associação positiva com a variável desfecho "casos de raiva" no rebanho. Tal associação provavelmente é explicada pelo fato de que, nessas criações, os animais são vistos diariamente pelos proprietários/cuidadores, seja no momento da ordenha ou na alimentação dos bezerros e novilhos. Enquanto os rebanhos com animais de corte são vistos com menos frequência, sendo criados de forma extensiva, normalmente em locais

distantes dos currais. Casos de raiva são observados e identificados com mais facilidade quando há mais tempo para visualização e manejo dos animais, pois os animais acometidos pela raiva permanecem de dois a 10 dias com sintomatologia nervosa até virem a óbito (BRASIL, 2009). Outras doenças nervosas, intoxicação e acidente ofídico, por exemplo, levariam a quadro mais agudo (cujos óbitos poderiam ocorrer subitamente sem sintomatologia) e só haveria notificação em período posterior ao necessário para envio de amostras de boa qualidade para análise laboratorial. Assim, as doenças com sintomatologia nervosa em rebanho de corte seriam quase sempre subnotificadas.

Utilizando-se a regressão logística para a ocorrência de casos de raiva nas propriedades, verificou-se com significância ($p<0,05$) que os casos de raiva nos municípios e propriedades da região estudada estiveram associados ao tamanho do rebanho, tipo de tecnificação, presença de abrigo de morcegos na propriedade e histórico de mordeduras. Portanto, trabalho de educação em saúde, direcionado às propriedades ou regiões de maior ocorrência ou probabilidade de ocorrência de mordeduras, bem como a utilização de vacinação massiva de animais susceptíveis poderia contribuir para a redução de casos de raiva em herbívoros.

Os casos esporádicos de raiva que aparecem na região da Zona da Mata são notificados espontaneamente pelos proprietários ou detectados pela vigilância ativa nas propriedades onde há animais com sintomatologia nervosa. Outra falha recorrente, verificada nos estabelecimentos de criação, é quanto à imunização inicial do rebanho. Deveria haver reforço vacinal 30 dias após a primeira aplicação, o que geralmente não é realizado – 32 propriedades apenas faziam mais de uma vacinação por ano e, dessas, apenas seis utilizavam o esquema de vacinação anual com reforço 30 dias após a primeira dose para os primovacinados, como preconizado pelo MAPA (BRASIL, 2009). Portanto, o controle da população de morcegos hematófagos é de suma importância, mesmo que os rebanhos estejam vacinados, uma vez que os mesmos podem não estar efetivamente protegidos contra o vírus da raiva. Também, haveria a necessidade de se realizar mais exames anuais para raiva e encelopatias, pois a tendência atual é de decréscimo no número de exames (IMA, 2014a). Verifica-se subnotificação de casos de raiva e outras doenças de sintomatologia nervosa, mas para isso é primordial melhorar a difusão de conhecimento para a população em geral, principalmente sobre como e para quem notificar casos suspeitos de raiva animal e como proceder no controle da

população de morcegos hematófagos.

A meta proposta pelo MAPA (BRASIL, 2002) de trabalhar em até 12 km de raio a partir de um abrigo de morcegos é utópica, pois representaria 452 km² de área por abrigo ou foco, no caso desse estudo, o que seria impraticável, atualmente, com os precários recursos humanos e materiais existentes no serviço de defesa sanitária animal do IMA. Com segurança, pelos dados obtidos na pesquisa, uma área de pouco mais de 28 km² por foco seria suficiente para atendimento a focos de mordeduras de morcegos hematófagos e, consequentemente, para atendimento a focos de raiva, a partir dos abrigos. Isso representaria redução superior a 93% da área inicialmente prevista, resultando, assim, em melhoria da eficiência e eficácia no uso dos recursos humanos e financeiros disponíveis para a atividade. É necessário, após quase 13 anos de publicação da Instrução Normativa nº 5/2002 do MAPA, que as estratégias de controle da raiva dos herbívoros sejam reformuladas, visando melhorias em prevenção e controle. O Brasil é um país continental, com diferentes regiões e ecossistemas e tal normativa deve ser adaptada aos diferentes cenários existentes.

7. CONCLUSÕES

Relatos de casos de raiva e ocorrência de mordeduras recentes por morcegos hematófagos nos animais estão correlacionadas à presença de abrigos ativos de morcegos nas propriedades. Foi verificado, com utilização de um sistema de informação geográfica, que os morcegos hematófagos, ao realizarem o forrageamento, voam em média 1.280m na região da Zona da Mata de Minas Gerais, porém essa medida não segue uma distribuição normal. A área de vigilância de até 12 km de raio prevista nas normas de controle da raiva dos herbívoros poderia ser reduzida para um raio de 3 km, em 93,8% das propriedades/focos estudados, o que resultaria em eficiência no combate à raiva dos herbívoros.

As propriedades com abrigo ativo de morcegos hematófagos apresentaram 3,253 vezes mais chances de ocorrência de mordeduras em relação às propriedades sem abrigos de morcegos, sendo essa diferença estatisticamente significante ($p<0,05$). Em relação à quantidade de morcegos hematófagos presente nos abrigos, a associação não foi significativa para a ocorrência de mordeduras nas

propriedades em geral. As variáveis explicativas para maior ocorrência de casos de raiva em propriedades com bovinos e equídeos no modelo utilizado foram: tipo de tecnificação, tamanho do rebanho e presença de abrigo de morcego hematófago. A maior parte dos abrigos ativos encontrados são artificiais, indicando adaptação dos morcegos a esses locais. Abrigos temporários noturnos, chamados digestórios, oferecem maior facilidade de controle da população de morcegos e, geralmente, situam-se em locais de melhor acesso que os abrigos diurnos definitivos e podem ser trabalhados com eficiência no combate aos morcegos hematófagos.

Com os resultados obtidos, pode-se subsidiar o PNCRH na definição de novas estratégias de controle da população de morcegos hematófagos e consequente redução da incidência de casos de raiva. O modelo criado poderá ser adaptado e extrapolado para áreas de relevo semelhante, reduzindo os custos e o tempo para deslocamento no atendimento a surtos de raiva ou quando houver aumento inesperado na incidência de mordeduras por morcegos hematófagos.

8. REFERÊNCIAS

ALBAS, A.; PARDO, P. E.; BREMER NETO, H.; GALLINA, N. M. F.; MOURÃO FUCHES, R. M.; SARTORI, A. Vacinação anti-rábica em bovinos: comparação de cinco esquemas vacinais. **Arquivos do Instituto Biológico,** São Paulo, v. 72, n. 2, p. 153-159, 2005.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde, uma união possível? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 389-397, 1996.

BARCELLOS, C. Elos entre geografia e epidemiologia. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 595-617, 2000.

BRAGA, G. B.; GRISI-FILHO, J. H. H.; LEITE, B. M.; SENA, E. F.; DIAS, R. A. Predictive qualitative risk model of bovin e rabies occurrence in Brazil. **Preventive Veterinary Medicine,** Fort Collins, v. 113, n. 4, p. 536–546, 2014.

BRASIL. **Decreto Federal 24.548, de 3 jul. 1934**. Aprova o Regulamento do Serviço de Defesa Sanitária Animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Rio de Janeiro. 3 jul. 1934.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Mapa de unidades de relevo do Brasil,** 2006a.

_____. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Instrução Normativa n° 141, de 19 dez. 2006**. Diário Oficial da República

Federativa do Brasil, Ed. 243, de 20 dez. 2006. p. 139-140. 2006b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, PNCRH. **Análise de indicadores epidemiológicos da raiva dos herbívoros no Brasil (período 2006/2012).** Brasília. maio 2013. 37 p.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Controle da raiva dos herbívoros**: manual técnico. Brasília: Mapa/ACS, 2009. p. 43-56. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20dos%20herbivoros/revis%C3%A3o%20sobre%20raiva.pdf>. Acesso em 28 jun. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Portaria 126 de 18 mar. 1976**. Normas a serem observadas na profilaxia da raiva. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 06 abr. 1976.

_____. _____. **Instrução Normativa n° 5, de 01 mar. 2002**. Aprova as normas técnicas para o controle da raiva dos herbívoros domésticos. Disponível em: http://www.cda.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idleg=728

_____. _____. Divisão de Epidemiologia, Departamento de Saúde Animal. **Ações de controle da raiva dos herbívoros no Brasil.** Período anual de 2002 a 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20dos%20herbivoros/Dados%20controle%20raiiva%20herb%C3%ADvoros%20Brasil%20ate%202012.pdf>. Acesso em 30 jun. 2014.

_____. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. DATASUS. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação** - SINAN. Disponível em: http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/index.php. Acesso em 28 jun. 2014a.

_____. _____. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico.** Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/197-secretaria-svs/11955-boletins-epidemiologicos-arquivos>. Acesso em 28 jun. 2014b.

_____. _____. **Normas Técnicas de Profilaxia da Raiva Humana**. Brasília, 2011a. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/normas_tecnicas_profilaxia_raiva.pdf>. Acesso em 15 jun. 2014.

_____. _____. Portal da Saúde – SUS. **Doenças transmissíveis ainda representam desafios para a saúde pública.** Brasília, 22 dez. 2011b. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/profissional-e-gestor/vigilancia/noticias-vigilancia/172-noticias-anteriores-vigilancia/8277->. Acesso em 28 jun. 2014.

_____. _____. _____. **Tratamento**. Brasília, 27 mar. 2014c. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/752-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/raiva/11432-tratamento>. Acesso em 30 jun. 2014.

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

BREIDENSTEIN, C. P. Digestion and assimilation of bovine blood by a vampire bat (*Desmodus rotundus*). **Journal of Mammalogy**, Oxford, v. 63, n. 3, p. 482-484, 1982.

BRITO, M. G.; CHAMONE, T. L.; SILVA, F. J.; WADA, M. Y.; MIRANDA, A. B.; CASTILHO, J. G.; CARRIERI, M. L.; KOTAIT, I. LEMOS, F. L. Antemortem diagnosis of human rabies in a veterinarian infected when handling a herbivore in Minas Gerais, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo,** São Paulo, v. 53, n. 1, p. 39-44, 2011.

CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005.

CGIAR-CSI. Consortium for Spatial Information. **SRTM Data Selection Options.** Disponível em: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>. Acesso em 28 jun. 2014.

CORREIA, V. R. M.; CARVALHO, M. S.; SABROZA, P. C.; VASCONCELOS, C. H. Remote sensing as a tool to survey endemic diseases in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública,** Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 891-904, 2004.

CZERESNIA, D.; RIBEIRO, A. M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 596-605, 2000.

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

UNIVERSIDADE Federal de Viçosa. Estatística Espacial Aplicada – EST635. Documento eletrônico. Aula 2_ArcGIS_y2010_m10_d07_p02.pdf. Viçosa: UFV, 2010.

FARIA, R. M.; BORTOLOZZI, A. Espaço, território e saúde: contribuições de Milton Santos para o tema da geografia da saúde no Brasil. **Raega**, Curitiba, v. 17, p. 31-41, 2009.

FREITAS, M. B.; QUEIROZ, J. F.; GOMES, C. I. D.; COLLARES-BUZATO, C. B.; BARBOSA, H. C.; BOSCHERO, A. C.; GONÇALVES, C. A.; PINHEIRO, E. C. Reduced insulin secretion and glucose intolerance are involved in the fasting susceptibility of common vampire bats. **Gen. Comp. Endocrinol.** 2013 Mar 1;183:1-6. doi: 10.1016/j.ygcen.2012.11.023. Epub 2012 Dec 19. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23262275>. Acesso em 10 jun. 2014.

FLORES-CRESPO, R. **La rabia, los murciélagos y el control de los hematófagos**. México DF: Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, 1978. p. 37-70.

FLORES-CRESPO, R.; BURNS, R. J.; LINHART, S. B. Comportamiento del vampiro (Desmodus rotundus) durante su alimentacion en gana - do bovina en cautiverio. Mexico DF, **Tec. Pec. Mex.** 18:4044. 1971.

GATRELL, A. C.; BAILEY, T. C. Interactive spatial analysis in medical geography: a review. Social Science & Medicine, Oxford, v. 42, n. 6, p. 843-855, 1996.

GOMES, C. I. D. **Metabolismo energético e resposta ao jejum do morcego hematófago *Diphyllaecaudata***. 2008. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

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

GOMES, M. N.; Monteiro, A. M. V.; Nogueira Filho, V. S.; Gonçalves, C. A. O Uso do sensoriamento remoto e de sistemas de informação geográfica na análise de áreas de risco ao ataque de morcegos hematófagos em bovinos de quatro Municípios da região de São João da Boa Vista, Estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São Paulo: FAPESP, 2005. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.07.35/doc/2733.pdf>. Acesso em 26 fev. 2012.

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

GOMES, M. N.; UIEDA, W. Diurnal roosts, colony composition, sexual size dimorphism and reproduction of the common vampire bat Desmodus rotundus (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) from State of São Paulo, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia,** Curitiba, v. 21, n. 3, p. 38-43, 2004.

GREENHALL, A. M.; JOERMANN, G.; SCHMIDT, U; SEIDEL, M. R. Desmodus rotundus**. Mammalian Species,** Oxford, n. 202, p. 1-6, 1983.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS - IGA. **Cidades**. Disponível em: <http://licht.io.inf.br/mg_mapas/mapa/cgi/iga_comeco1024.htm>. Acesso em 26 maio 2010.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA. **Gerência de Defesa Sanitária Animal.** MG_Risco. Documento eletrônico. [2012]. Disponível em: <www.ima.mg.gov.br/sanidade-animal>. Acesso em 19 mar. 2012.

_____. **Gerência de Planejamento e Modernização Institucional** – GPM. Disponível em: <http://imanet.ima.mg.gov.br>. Acesso em: 30 maio 2008.

_____. Laboratório de Sanidade Animal. **Raiva.** Disponível em: <http://www.ima.mg.gov.br/laboratorio-de-saude-animal/raiva>. Acesso em 28 jun. 2014. 2014a.

_____. **Sistema de Defesa Agropecuária**. Relatório VA-1 Consolidado – Bovinos; Etapa de vacinação de: 5/2014. Disponível em: <http://www.sidagro.ima.mg.gov.br/sidagro/Relatorios/Vacinacao/consolidado.seam>. Acesso em: 30 jun. 2014. 2014b.

_____. **Sistema de Relatório de Atividades**. Informativo Eletrônico, 2011 a 2014. Disponível em: <https://sistemas.indg.com.br/sra/ima/frm_RelatorioAtividades.aspx>. Acesso em 2 jul. 2014. 2014c.

LINHART, S. B.; FLORES CRESPO, R.; MITCHELL, G. C. Control of vampire bats by topical application of an anticoagulant, chlorophacinone. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, Washington, v. 6, n. 2, p. 31-38, 1972.

MCFARLAND, W. N.; WIMSATT, W. A. Renal function and its relation to the ecology of the vampire bat, Desmodus rotundus. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Miami, v. 28, n. 3, p. 985-1006, 1969.

MEDRONHO, R. A.; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. **Epidemiologia,** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2009. 790 p.

MIALHE, P. J. **Análise e caracterização de ataques a rebanhos por morcegos Desmodus rotundus no município de São Pedro (São Paulo, Brazil**). Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2010.

MINAS GERAIS. Lei Estadual 10.021, de 6 dez. 1989. Dispõe sobre a vacinação obrigatória contra a febre aftosa, a brucelose e a raiva dos herbívoros e dá outras providências. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Diário do Executivo, 7 dez. 1989. p. 1.

MIRANDA, C. F. J.; SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C. Raiva humana transmitida por cães: áreas de risco em Minas Gerais, Brasil, 1991-1999. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 91-99, 2003.

MOK, W. Y.; LACEY, L. A. Algumas considerações ecológicas sobre morcegos vampiros na epidemiologia da raiva humana na Bacia Amazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, n. 2, p. 335- 342, 1980.

PANAFTOSA – **Centro Panamericano de Febre Aftosa**. Vinculado à Organização Panamericana de Saúde – OPAS/OMS. Disponível em: <http://siepi2.panaftosa.org.br/Panel.aspx?Idioma=p>. Acesso em 30 jun. 2014.

PEREIRA, S. N.; GITTI, C. B.; CABRAL, M. M. O. Análise da distribuição da região dos ferimentos provocados por morcegos hematófagos *Desmodus rotundus*

rotundus (Geoffroy, 1810) em bovinos sob condições de campo. **Arquivo do Instituto Biológico,** São Paulo, v.77, n. 2, p. 203-208, 2010.

PICCININI, R. S.; PERACCHI, A. L.; SOUZA, J. C. P.; ALBUQUERQUE, S. T.; RAIMUNDO, S. D. L.; TANNURE, A. M.; FURTADO, L. L. Comportamento do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (Chiroptera) relacionado com a taxa de ataque a bovinos em cativeiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira,** Seropédica, v. 5, n. 4, p. 111-116, 1985.

PORTAL BRASIL. **Saúde:** Brasil é exemplo na erradicação da raiva animal e humana no mundo**.** Disponível em: < http://www.brasil.gov.br/saude/2012/10/brasil-e-exemplo-na-erradicacao-da-raiva-animal-e-humana-no-mundo >. Acesso 28 jun. 2014.

PUGA, L. C. H. P.; CAIXETA, P. R. C.; CARNEIRO, S. R. C.; COSTA, F. F.; SILVA, L. C. Utilização de um sistema de informações geográficas com modelo de elevação digital para cálculo da área de mordeduras de morcegos hematófagos no município de Juiz de Fora – MG. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 4., 2012, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2012.

QUEIROZ, J. F. **Secreção e sensibilidade periférica à insulina e hormônios contra-regulatórios do morcego hematófago Desmodus rotundus**. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas). Brasília: UNB, 2008. 60 p.

Raiva animal: Minas fica sem previsão para vacinação antirrábica**. Estado de Minas Digital**, Belo Horizonte, 18 ago. 2014. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/08/19/interna_gerais,559958/minas-fica-sem-previsao-para-vacinacao-antirrabica.shtml>. Acesso em 28 fev. 2015.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Morcegos do Brasil**. Londrina: Nélio R. dos Reis, 2007. 253 p.

ROCHA, F. A. **Abrigos diurnos, agrupamentos e lesões corporais no morcego Hematófago *Desmodus rotundus* (Chiroptera,Phyllostomidae) do estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado). Botucatu: Unesp, 2005. 70 p. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98351/rocha_fa_me_botfmvz.pdf?sequence=1>. Acesso em 18 jan. 2015.

RUPPRECHT, C.E.; STOHR, K.; MEREDITH, C. Rabies. In: WILLIANS, E.S.; BARKER, I.K. (Ed.). **Infections diseases of wild mammals**. Ames: Iowa State University Press, 2001. p. 3-36.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996. 260 p.

SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DE PERNAMBUCO – SES-PE. **Notícias**. 10 de fev. 2009. Disponível em: <http://www.saude.pe.gov.br/noticias.php?codigo=1078&pagina=99&publicar=1>. Acesso em 29 mai. 2010.

SIEGEL-ITZKOVICH, J. Researchers use GPS to study fruit bat navigation. Jerusalem Post. 16 ago. 2011. Documento eletrônico. Disponível em: <http://www.jpost.com/Health-and-Sci-Tech/Health/Researchers-use-GPS-to-study-fruit-bat-navigation>. Acesso em 20 jan. 2015.

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

SORRE, M. A noção de gênero de vida e sua evolução. In: MEGALE, J. F. (Org.). **Max. Sorre**: geografia. Rio de Janeiro: Ática, 1993. p. 99-123.

SILVA, J. A. Uso da terra como determinante da distribuição da raiva bovina em Minas Gerais, Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Belo Horizonte , v. 53, n. 3, p. 273-283, 2001.

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

VIEDA, W. Aspectos do comportamento alimentar das três espécies de morcegos hematófagos (Chiroptera, Phyllostomidae). Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1982. 166 p.

VALENTE, F. A. T.; AMARAL, L. B. S. Ocorrência de moléstia nos rebanhos bovinos do Estado de São Paulo no triênio 1965/1967 – Raiva nas regiões de Sorocaba, Presidente Prudente, Araçatuba e São José do Rio Preto. **Biológico,** São Paulo, v. 38, p. 25-29, 1972.

VASCONCELOS, A. C. **Curso: Rotina básica para o diagnóstico histopatológico em neuropatologia bovina** (incluindo a encefalopatia espongiforme bovina). Belo Horizonte: UFMG, 2004.

VELOSO, M. Homem morre infectado com raiva humana após ser mordido por morcego. Portal HD (documento eletrônico). 29 jun. 2012. Disponível em: <http://www.hojeemdia.com.br/horizontes/homem-morre-infectado-com-raiva-humana-apos-ser-mordido-por-morcego-1.5356>. Acesso em 25 jun. 2014.

VIGILATO, M. A. N.; COSIVI, O.; KNÖBL, T.; CLAVIJO, A.; SILVA, H. M. T. Rabies update for Latin American and Caribbean. Emerging Infectious Diseases, Atlanta, v. 19, n. 4, p. 678-679, 2013.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH - OIE**. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals,** 5. ed., Paris, 2004. Disponível em: <http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A_00044.htm>. Acesso em 29 maio 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Rabies home.** Disponível em: <http://www.who.int/rabies/en>. Acesso em 30 jun. 2014.

ANEXO I – QUESTIONÁRIO APLICADO NAS PROPRIEDADES RURAIS

QUESTIONÁRIO PARA PROPRIEDADES FOCO OU PERIFOCAL DE RAIVA E/OU DE OCORRÊNCIA DE MORDEDURAS DE MORCEGOS HEMATÓFAGOS

Propriedade: _____ Código Sidagro: 31_____

Proprietário(a): _____ Código: _____

Telefones/contato: _____

Município: _____ Esc. Sec.: _____

Curral principal: LAT.: ____°____'_____"; LONG.: ____°____'_____"; Altitude: _____m

Data da coleta dos dados: ___/___/_____ Entrevistador/a: _____

1) Área total da propriedade: _____ ha

2) Condição do(a) agricultor(a) ou produtor(a):

( ) propriedade própria - particular ( ) propriedade própria – sociedade ou empresa

( ) propriedade arrendada ( ) posseiro ( ) Outra _____

3) Finalidade(s) da propriedade: (enumerar em ordem de importância: 1 → maior; 7 → menor)

( ) produção agrícola ( ) produção pecuária ( ) agroindústria ( ) turismo

( ) lazer ( ) alojamento ( ) outra: _____

4) Produção pecuária (espécies animais existentes):

( ) bovina/bubalina ( ) equina ( ) suína ( ) ovina/caprina ( ) aves

( ) outra: _____

5) Tipo da principal exploração animal:

( ) corte ( ) leite ( ) mista ( ) lazer ( ) alojamento de animais

( ) outra: _____

6) Tipo de produção animal:

( ) Tecnificada ( ) Semi-tecnificada ( ) Sem qualquer tecnificação

7) População animal existente (número de animais por espécie):

Bovinos/bubalinos: _____Equinos: _____

Caprinos: _____ Ovinos: _____ Suínos: _____

Aves: _____ ( ) Outra: _____nº_____

8) Histórico de animais sugados por morcegos na propriedade?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

9) Animais sugados recentemente? ( ) sim ( ) não ( ) não sabe

10) Número de animais sugados recentemente (na semana da entrevista):

Bovinos/bubalinos: _____ Equinos: _____

Caprinos/ovinos: _____ Suínos: _____ Aves: _____

( ) outra espécie: _____ nº _____

11) Aplica pasta vampiricida ao redor das feridas de sangria dos animais sugados?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

12) Houve caso(s) de raiva animal na propriedade? (Em caso negativo ou 'não sabe' passar para a pergunta 20)

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

13) Espécie(s) animal(is) envolvida(s):

( ) bovina ( ) equina ( ) suína ( ) ovina/caprina ( ) bubalina

( ) outra: _____

14) Origem do(s) animal(is) envolvido(s): (Em caso de animal da mesma propriedade, passar para a pergunta 16)

( ) mesma propriedade ( ) comprado(s) ( ) trocado(s) ( ) não sabe

( ) outra: _____

15) Quando o(s) animal(is) entrou(aram) na propriedade?

( ) semana passada ( ) mês passado ( ) semestre passado ( ) ano passado

( ) outro momento/período: _____ ( ) não sabe

16) O(s) caso(s) foram confirmados?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

17) Critério de confirmação do(s) caso(s):

( ) laboratorial ( ) outro: _____ ( ) não sabe

18) Número de animais examinados: _____

19) Número de animais positivos: _____

20) Os animais do rebanho são vacinados contra raiva?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

21) Qual é o esquema de vacinação utilizado?

( ) uma dose somente, anual ( ) uma dose somente, semestral

( ) uma dose, reforço com 30 dias e repete anualmente (preconizado pelo MAPA)

( ) outro esquema: _____

22) Entrevistado tem conhecimento da sintomatologia clínica da raiva?

( ) sim ( ) não

23) Perguntar ao(à) entrevistado(a) quais os sinais clínicos da raiva:

_____

_____

24) Tem conhecimento de ocorrência de caso(s) de raiva animal em propriedade(s) vizinha(s)?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

25) Em que momento/período?:

( ) semana passada ( ) mês passado ( ) semestre passado ( ) ano passado

( ) outro momento/período: _____ ( ) não sabe

26) Nome da(s) propriedade(s) e/ou proprietário(s):

_____

27) Há presença de abrigo(s) de morcegos hematófagos cadastrado(s) na propriedade (observação direta)

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

28) Código(s) do(s) abrigo(s) cadastrado(s) da propriedade:

_____;_____;_____;

29) Tipo(s) de abrigo(s) de morcegos hematófagos cadastrado(s) na propriedade (observação direta – pode marcar mais de um)

( ) caverna ( ) casa abandonada ( ) túnel ( ) bueiro

( ) oco de árvore ( ) não sabe

30) Houve captura de morcegos anteriormente no(s) abrigo(s) cadastrado(s), dentro dos últimos 6 meses? (consulta à ficha de controle IMA; se não houve captura/não sabe, ir à questão 32)

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

31) Código(s) do(s) abrigo(s), com trabalho de captura anterior e a data:

_____; _____/_____/_____

_____; _____/_____/_____

_____; _____/_____/_____

_____; _____/_____/_____

32) Existe algum lugar (diferente dos abrigos já cadastrados) que poderia abrigar morcegos na propriedade? (realizar observação direta); em caso negativo, ir à questão 36.

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

33) Tipo de local:

( ) mata fechada ( ) capoeira ( ) pedreira íngreme

( ) outro: _____

34) O(s) abrigo(s) foi(ram) cadastrado(s) nessa visita à propriedade?

( ) sim ( ) não

35) Se não, qual é o motivo:

( ) local inacessível ( ) falta de condições logísticas ( ) horário inadequado

( ) outro: _____

36) A propriedade está localizada próxima de rios? (realizar observação direta)

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

37) A propriedade está localizada próxima de matas? (realizar observação direta)

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

38) Outras observações quanto à realização da entrevista e/ou informações que podem ser necessárias para auxiliar o estudo da propriedade:

_____

_____

_____

_____

_____

Responsável pelo cadastramento

(assinatura/carimbo)

ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

DEPARTAMENTO DE VETERINÁRIA

Projeto: Uso de Sistema de Informação Geográfica na modelagem do forrageamento de morcegos hematófagos na Zona da Mata Mineira.

Professora responsável:

Paula Dias Bevilacqua (DVT): telefone (31) 3899-1467

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – PROPRIETÁRIO(A) ou RESPONSÁVEL PELA PROPRIEDADE

Aos _____ dias do mês de _____ de 20___, eu, _____ _____, carteira de identidade nº _____, fui procurado(a) pelo(a) Sr(a) _____ carteira de identidade nº _____, participante do presente estudo, no endereço _____.

Na ocasião, fui solicitado(a) a colaborar para com o projeto acima referido, permitindo a realização de entrevista para preenchimento de questionário sobre temas relacionados ao rebanho, sanidade e exploração pecuária de minha propriedade rural (ou da propriedade rural sob minha responsabilidade), com o objetivo de fornecer dados para pesquisa sobre raiva e mordeduras em animais de produção, por morcegos hematófagos. A partir das informações obtidas nesse questionário e daquelas referentes aos abrigos de morcegos hematófagos cadastrados, será realizada análise espacial, incluindo elaboração de mapas, com a finalidade de traçar perfil de ocorrência de casos de raiva e mordeduras de morcegos em animais de produção.

Conforme esclarecimento do(a) entrevistador(a), os dados informados servirão para efeito de pesquisa científica e divulgação posterior, sem expor qualquer informação específica individual ligada à propriedade e ao(à) proprietário(a) e à exploração pecuária. Estou ciente que a participação nesse estudo é voluntária e foi garantido que toda e qualquer referência que permita a identificação nominal/individual dessa entrevista será destruída, garantindo, assim, sigilo absoluto das informações. Em contrapartida, cedo ao(à) pesquisador(a) o direito de utilizar as informações prestadas para a realização do trabalho de pesquisa e publicação de seus resultados, que servirão também para auxílio nos trabalhos futuros de prevenção à ocorrência da raiva animal, não sendo permitido o uso das mesmas, para qualquer outro fim que não estejam aqui citados.

_____, _____ de _____ de 20____.

_____ Assinatura do entrevistado

_____ Responsável pela coleta dos dados

ANEXO III – FORMULÁRIO DE CADASTRO DE ABRIGOS

FORMULÁRIO PARA CADASTRAMENTO OU RECADASTRAMENTO DE ABRIGOS DIURNOS DE MORCEGOS HEMATÓFAGOS

N° do abrigo: _____ Proprietário(a): _____

Município: _____ Esc. Sec._____

Lat.: ____°____'_____" Long.: ____°____'_____" Altitude: ____m

Data Vistoria: _____ Finalidade: ( ) cadastro inicial ( ) recadastramento

1) Classificação do abrigo:

( ) Natural ( ) Artificial

2) Tipo de abrigo:

( ) casa abandonada ( ) caverna ( ) oco de árvore ( ) túnel

( ) bueiro ( ) outro _____

3) Ocupação do abrigo pelos morcegos hematófagos:

( ) provisória ( ) definitiva ( ) não sabe informar

4) Já houve controle anterior da população de morcegos neste abrigo?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe informar

5) Quando houve o controle?

____/___/____; morcegos capturados: _____

6) Espécie(s) de morcegos hematófagas encontrada(s) e estimativa da(s) população(ões) existente(s):

( ) *D. rotundus* _____ ( ) *D. ecaudata* _____

( ) *D. youngii* _____ ( ) não sabe informar

7) Categorização das colônias presentes:

( ) colônia com machos e fêmeas ( ) machos solteiros apenas ( ) não sabe

8) Coabitação com outras espécies de morcegos não hematófagos?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

9) Quais outras espécies de morcegos foram identificadas no abrigo?

( ) insetívoros ( ) frugívoros ( ) carnívoros

( ) outra _____ ( ) não sabe

10) Ocupação do solo, ao redor do abrigo:

( ) lavoura ( ) pastagem ( ) pedreira ( ) mata ou capoeira

( ) exploração mineral ( ) rodovia ( ) ferrovia ( ) outra _____

11) Via de acesso ao local do abrigo:

_____

12) Houve captura de morcegos no dia do cadastramento/recadastramento?

( ) sim ( ) não

13) Número de morcegos hematófagos capturados, separados por sexo e categoria:

_____ machos adultos escrotados _____ fêmeas adultas

_____ machos jovens/solteiros _____ fêmeas jovens

_____ indivíduos não classificados

14) O abrigo possui locais não visíveis e/ou inacessíveis que podem prejudicar a observação e a estimativa da população de morcegos hematófagos existentes e a presença de outras espécies de morcegos?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

15) Há outro(s) abrigo(s) de morcegos próximo(s) a este abrigo?

( ) sim ( ) não ( ) não sabe

16) Se sim, qual a distância aproximada do abrigo mais próximo?

N° do abrigo: _____ distância aproximada: _____ metros

17) Observações gerais sobre o abrigo:

_____

_____

Responsável pelo cadastramento

(assinatura/carimbo)

ANEXO IV – OFÍCIO DO COMITÊ DE ÉTICA QUE APROVA O PROJETO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-CEPH
Campus Universitário - Divisão de Saúde - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899-3783

Of. Ref. Nº 093/2012/CEPH

Viçosa, 27 de junho de 2012

Prezada Professora:

Cientificamos Vossa Senhoria de que o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em sua 3ª Reunião de 2012, realizada nesta data, analisou e aprovou, sob o aspecto ético, o projeto intitulado "*Sistema de informação geográfica na modelagem do forrageamento de morcegos hematófagos na Zona da Mata Mineira*".

Atenciosamente,

Professora Patrícia Aurélia Del Nero
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos-CEPH
Presidente

À Professora
Paula Dias Bevilacqua
Departamento de Veterinária - DVT

/rhs.