UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ANA CAROLINA CHAVES PISA

**Efeito do Controle de Morcegos *Desmodus Rotundus* na
Ocorrência de Focos de Raiva no Estado do Espírito Santo**

Pirassununga
2015

Ana Carolina Chaves Pisa

**Efeito do controle de morcegos *Desmodus rotundus* na ocorrência de
focos de raiva no estado do Espírito Santo**

Pirassununga

2015

ANA CAROLINA CHAVES PISA

**Efeito do controle de morcegos *Desmodus rotundus* na ocorrência de focos de raiva
no estado do Espírito Santo**

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

Departamento:

Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

Área de concentração:

Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses

Orientador:

Prof.^a Dr.^a Trícia Maria Ferreira de Sousa Oliveira

De acordo:

Trícia Maria F. de Sousa Oliveira

Orientador

São Paulo
2015

Nº CLASSIFICAÇÃO
Nº TOMBO 034051

Obs: A versão original se encontra disponível na Biblioteca da FMVZ/USP

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

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

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

T.3133
FMVZ

Pisa, Ana Carolina Chaves
Efeito do controle de morcegos *Desmodus rotundus* na ocorrência de focos de raiva
no estado do Espírito Santo / Ana Carolina Chaves Pisa. -- 2015.
84 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde
Animal, Pirassununga, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal.

Área de concentração: Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Trícia Maria Ferreira de Sousa Oliveira.

1. Raiva. 2. Bovinos. 3. *Desmodus rotundus*. 4. PNCRH. 5. Warfarina. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Efeito do controle de marcegos *Desmodus rotundus* na ocorrência de focos de raiva no Estado do Espírito Santo", protocolado sob o nº 2888/2013, utilizando dados sobre o diagnóstico de raiva em morcegos, sob a responsabilidade da Dra. Trícia Maria Ferreira de Sousa Oliveira (FZEA), está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 13/3/2013.

São Paulo, 16 de abril de 2015.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: PISA, Ana Carolina Chaves

Título: Efeito do controle de morcegos *Desmodus rotundus* na ocorrência de focos de raiva no estado do Espírito Santo

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

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire (1921-1997)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Luiz e Rosa,
por me ensinarem que
o amor tudo supera

AGRADECIMENTOS

À prof. Trícia, por ter aceitado comigo esse desafio.

Aos colegas do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo, Luiz Tavares, Heloísa Helena e Luciana Zetun, e a todos os profissionais do órgão que, com sua dedicação diária no campo, contribuíram para a formação do banco de dados usado nessa pesquisa.

Ao Sr. diretor do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo, por autorizar a liberação das informações utilizadas nesse trabalho.

Aos amigos Thiago, Gabriela, Jovana e às Lucianas Fischer e Capela, por disponibilizarem seu tempo na busca pelos dados que faltavam, e por serem meus amigos também.

Às minhas irmãs Elaine e Virgínia que, mesmo estando distantes, permanecem sempre tão próximas do meu coração.

Aos meus sobrinhos Gabriel, Tiago, Giulia e Gabriela, por tornarem a minha vida mais colorida, engraçada e leve.

Às minhas queridas amigas Renata, Carol, Lygia e Taís, as irmãs que o destino me deu, os meus “colos”, “ouvidos” e “ombros” nessa vida.

À minha cunhada Érica pela inspirada indicação, pelo pouso e comida; ao Juliano, Amy, Tico e Meg por me acolherem.

Ao prof. Eduardo, em especial, por ter dedicado sua infinita paciência e seu tempo para me ensinar uma ciência sobre a qual eu nada conhecia; sem a participação dele, esse trabalho seria impossível.

Ao meu marido Guilherme, meu grande amor, por navegar comigo em águas calmas e turbulentas.

RESUMO

PISA, A. C. C. **Efeito do controle de morcegos *Desmodus rotundus* na ocorrência de focos de raiva no estado do Espírito Santo**. [Effect of *Desmodus rotundus* vampire bats control in the occurrence of rabies outbreaks in Espírito Santo]. 2015. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2015.

A raiva é uma zoonose nervosa, aguda e fatal que acomete todos os mamíferos e provoca enormes prejuízos para os pecuaristas. No ciclo epidemiológico rural, a doença é transmitida por morcegos hematófagos aos herbívoros e, ainda que haja um esforço por parte dos órgãos de defesa e dos produtores rurais para que se evite a ocorrência da doença, historicamente percebe-se que o combate à raiva com base somente na atuação em focos e vacinação de suscetíveis não elimina eficazmente o problema. Um dos pilares do Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros (PNCRH) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o controle das populações de morcegos hematófagos pelo uso de pasta vampiricida. Porém, apesar dessa medida ser largamente utilizada como forma de controle da raiva rural, há poucas informações a respeito do real impacto que ela causa na ocorrência de focos de raiva no Espírito Santo. Através da análise de dados coletados pelo Instituto de Defesa Animal e Florestal do Espírito Santo (IDAF), pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) determinou-se o efeito do uso da pasta vampiricida em morcegos hematófagos na ocorrência de focos de raiva no Espírito Santo em 2011, 2012 e 2013. Para tal, foram utilizadas as coordenadas de focos de raiva e do uso de pasta vampiricida pelas equipes de captura de morcegos. As coordenadas georreferenciadas foram representadas em um Sistema de Informação Geográfica e analisadas utilizando-se o modelo de interpolação pelo método do “inverso das distâncias”. A prevenção da ocorrência de focos de raiva ocorreu quando o impacto do tratamento foi alto e muito alto, porém a área de impacto é espacialmente limitada. Já nas áreas onde o impacto foi baixo ou muito baixo, a doença continuou grassando. Aspectos da biologia e ecologia dos morcegos hematófagos, como o comportamento das colônias após o uso da pasta e a possível dispersão do vírus, precisam ser melhor estudados.

Palavras-chave: Raiva. Bovinos. *Desmodus rotundus*. PNCRH. Warfarina.

ABSTRACT

PISA, A. C. C. **Effect of *Desmodus rotundus* vampire bats control in the occurrence of rabies outbreaks in Espírito Santo.** [Efeito do controle de morcegos *Desmodus rotundus* na ocorrência de focos de raiva no estado do Espírito Santo]. 2015. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2015.

Rabies is a nervous, acute and fatal zoonosis that affects mammals and causes enormous economic losses to farmers. In its rural epidemiological cycle, the disease is transmitted by common vampire bats to herbivores. There is a constant effort from cattle breeders and public veterinary services to avoid rabies occurrence. However, it has been reported that only livestock vaccination and outbreak control actions do not effectively control the problem. One of the pillars of the Herbivore Rabies National Control Program (PNCRH) from the the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply of Brazil (MAPA) is the control of vampire bat populations through vampiricid gel use. However, even though this measure is largely used as a way to control cattle rabies, there is a lack of information regarding its actual impact in the occurrence of rabies outbreaks in the state of Espírito Santo. Through analysis of data collected by the Forestry and Animal Surveillance Institute of Espírito Santo (IDAF), the Brazilian Statistics and Geography Institute (IBGE) and the Jones dos Santos Neves Institute, we were able to establish the effect of vampiricid gel use on rabies outbreaks in Espírito Santo in 2011, 2012 and 2013. In order to do so, we used the geographic coordinates of rabies occurrence and vampiricid gel use. These references were then represented on a Geographic Information System and analyzed with an inverse distance weighted (IDW) interpolation method. Outbreaks were prevented when impact was high or very high; however, the impact areas in these cases appeared to be spatially limited. In areas where impact was considered low or very low, rabies prevailed. Vampire bat ecology and biology aspects, such as colony behavior after vampiricid gel use and possible virus dispersion, should be investigated further.

Key-words: Rabies. Bovine. *Desmodus rotundus*. PNCRH. Warfarin.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição temporal dos focos de raiva no ES em 2011	23
Gráfico 2 - Distribuição temporal dos focos de raiva no ES em 2012	23
Gráfico 3 - Distribuição temporal por ano dos focos de raiva no ES	24
Gráfico 4 - Distribuição temporal por ano dos focos de raiva no Brasil	24
Gráfico 5 - Dados temporais sobre a atividade de controle populacional de morcegos hematófagos em 2011	26
Gráfico 6 - Dados temporais sobre a atividade de controle populacional de morcegos hematófagos em 2012	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Impacto dos tratamentos sobre os focos em meses sem sobreposição buffers/tratamentos	42
Tabela 2 - Impacto dos tratamentos sobre os focos sem sobreposição em meses com alguma sobreposição buffers/tratamentos	44
Tabela 3 - Impacto dos tratamentos sobre os focos sem sobreposição em meses com e sem sobreposição de buffers/tratamentos	45
Tabela 4 - Impacto dos tratamentos sobre os focos com sobreposição nos 3 e/ou 12 km de raio.....	47
Tabela 5 - Impacto dos tratamentos sobre todos os focos	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisão do estado do Espírito Santo, por município – 2015.....	32
Figura 2 - Interface do interpolador IDW no software ArcGIS® 10.2.....	36
Figura 3 - Focos de Janeiro/12 em propriedades com bovinos, e tratamentos	38
Figura 4 - Focos de Janeiro/12 em propriedades com bovinos, e tratamentos	39
Figura 5 - Focos de Setembro/13 em propriedades com bovinos, e tratamentos .	40
Figura 6 - Focos de Setembro/13 em propriedades com bovinos, e tratamentos .	41
Figura 7 - Focos de Janeiro/12 em propriedades com bovinos, e tratamentos	43
Figura 8 - Focos de Novembro/11 em propriedades com bovinos	49
Figura 9 - Focos de Março/12 em propriedades com bovinos.....	49
Figura 10 - Focos de Julho/12 em propriedades com bovinos	50
Figura 11 – Focos de Junho/12 em propriedades com bovinos	50
Figura 12 - Focos de Junho/12 em propriedades com bovinos.....	54
Figura 13 - Aproximação da figura 12. Focos de Junho/12 em propriedades com bovinos	54
Figura 14 - Foco de Setembro/12 em propriedade com bovinos.....	56
Figura 15 - Foco de Setembro/12 em propriedade com bovinos.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

A.C antes de Cristo

DDZIA Departamento de Defesa Sanitária e Inspeção Animal

ES Espírito Santo

IBES Instituto Biológico do estado do Espírito Santo

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDAF Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MH morcegos hematófagos

PNCRH Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros

SIAPEC Sistema de Integração Agropecuária

ANEXOS

Anexo A - Formulário de Investigação de Doenças - Inicial (FORM-IN).....70

Anexo B - Informe mensal de raiva das equipes de captura de morcegos.....73

APÊNDICES

Apêndice A, Figura 16 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Outubro/11 ...	76
Apêndice B, Figura 17 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Novembro/11	76
Apêndice C, Figura 18 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Dezembro/11	76
Apêndice D, Figura 19 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Janeiro/12	76
Apêndice E, Figura 20 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Fevereiro/12 ..	77
Apêndice F, Figura 21 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Março/12	77
Apêndice G, Figura 22 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Março/12 ...	77
Apêndice H, Figura 23 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Abril/12	77
Apêndice I, Figura 24 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Abril/12	78
Apêndice J, Figura 25 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Maio/12	78
Apêndice K, Figura 26 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Maio/12	78
Apêndice L, Figura 27 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Junho/12	78
Apêndice M, Figura 28 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Junho/12 ...	79
Apêndice N, Figura 29 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Julho/12	79
Apêndice O, Figura 30 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Julho/12	79
Apêndice P, Figura 31 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Agosto/12	79
Apêndice Q, Figura 32 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Setembro/12 ..	80
Apêndice R, Figura 33 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Setembro/12	80
Apêndice S, Figura 34 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Outubro/12 ...	80
Apêndice T, Figura 35 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Novembro/12	80
Apêndice U, Figura 36 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Novembro/12	81
Apêndice V, Figura 37 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Janeiro/13	81
Apêndice X, Figura 38 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Fevereiro/13 ..	81
Apêndice Z, Figura 39 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Março/13	81
Apêndice AA, Figura 40 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Abril/13	82
Apêndice AB, Figura 41 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Maio/13	82
Apêndice AC, Figura 42 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Junho/13	82
Apêndice AD, Figura 43 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Junho/13 ..	82
Apêndice AE, Figura 44 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Julho/13	83
Apêndice AF, Figura 45 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Agosto/13 ...	83
Apêndice AG, Figura 46 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Setembro/13	83
Apêndice AH, Figura 47 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Outubro/13 ..	83
Apêndice AI, Figura 48 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Outubro/13	84
Apêndice AJ, Figura 49 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Novembro/13	84
Apêndice AK, Figura 50 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Dezembro/13	84
Apêndice AL, Figura 51 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Dezembro/13	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3	OBJETIVOS	31
3.1	Objetivo geral.....	31
3.2	Objetivos específicos	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	Área e população sob estudo	32
4.2	Materiais	33
4.3	Uso dos dados coletados.....	34
4.4	Modelo de interpolação pelo método do “inverso das distâncias”	35
5	RESULTADOS	38
6	DISCUSSÃO.....	52
7	CONCLUSÕES.....	62
8	DIRETRIZES.....	63
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXOS.....	70
	APÊNDICES	75

1 INTRODUÇÃO

A raiva é uma doença nervosa de mamíferos, sendo invariavelmente fatal uma vez que os sinais clínicos aparecem (OIE, 2009). Provoca uma encefalomyelite viral aguda, progressiva, que acomete diferentes espécies de mamíferos terrestres, morcegos e inclusive o homem, representando um sério problema de saúde pública e provocando grandes prejuízos econômicos à pecuária (KOTAIT, 2010).

Enquanto a responsabilidade pelo controle da raiva urbana recai sobre o Ministério da Saúde e sobre as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, o controle da raiva dos herbívoros é feito pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em nível federal, e pelos Órgãos de Defesa Animal estaduais nas unidades da federação.

Segundo o MAPA (BRASIL, 2009), os serviços de defesa animal estaduais são os responsáveis diretos pela execução das ações do Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros (PNCRH). Todas as atividades de campo, como: atendimento a notificações de suspeita de raiva, coleta de material para diagnóstico, investigação epidemiológica, cadastro e monitoramento de abrigos de morcegos hematófagos (MH), dentre outras, são realizadas pelos médicos veterinários oficiais e por técnicos devidamente treinados para esse fim.

De acordo com a Instrução Normativa nº 5, de 1º de Março de 2002 (BRASIL, 2002), o objetivo do PNCRH é a queda da prevalência da doença na população de herbívoros domésticos e a estratégia de atuação é baseada na vacinação dos herbívoros e no controle de transmissores, fundamentalmente. A vacinação não é medida obrigatória permanente, ficando a adoção dessa medida preventiva, em grande parte das situações, a cargo dos proprietários dos animais. Já o controle dos MH *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) é realizado sistematicamente pelos órgãos de defesa estaduais atuantes, sendo feito através da captura dos animais e do uso de substâncias anticoagulantes (pasta vampiricida com warfarina), que provocam a morte dos morcegos e de seus contatos.

Essa medida de controle da raiva, pelo tratamento de morcegos com pasta vampiricida, está amplamente embasada em literatura nacional e internacional, e é um dos pilares do PNCRH. Porém, apesar dos estudos que demonstram a mortalidade de morcegos através do uso da pasta vampiricida serem úteis no que

diz respeito ao controle dessas populações e possivelmente da ocorrência da raiva próximo ao local de tratamento, dados a respeito do real impacto dessa medida, tanto na dispersão das colônias e possível dispersão do vírus para outros locais, quanto no que tange ao surgimento de novos focos nas adjacências do tratamento são escassos.

A análise espacial dos dados de focos de raiva dos herbívoros e do controle de MH para os anos de 2011, 2012 e 2013, com o intuito de se determinar qual o impacto dessa prática na ocorrência da doença são o cerne dessa pesquisa. Para a sua realização, foram coletados e analisados dados espaciais de todo o estado do Espírito Santo (ES) no período supracitado, especialmente as coordenadas de focos de raiva confirmados e as coordenadas do uso da pasta vampiricida pelas equipes de captura. Os dados foram gentilmente cedidos pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF), do estado do ES.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A raiva é considerada uma das zoonoses de maior importância em saúde pública, não só por sua evolução drástica e letal, como também por seu elevado custo social e econômico (BRASIL, 2009).

A doença é conhecida e estudada desde a antiguidade. Existe ampla evidência em registros na Mesopotâmia sobre como as mordeduras de cães eram, por uma razão racional e terrível, muito temidas. Aproximadamente 2.000 anos A.C., as Leis de Eshnunna estipulavam uma punição para o dono de um cão raivoso: “se um cão fica raivoso e a autoridade leva esse fato ao conhecimento do dono do animal, que deveria cuidar do cão, mas não o faz, e o animal morde uma pessoa e causa a sua morte, o dono deve pagar 40 *shekels* de prata; se morde um escravo e causa a sua morte, o dono deve pagar 15 *shekels* de prata” (WASIK, MURPHY, 2012).

O vírus da raiva pertence à ordem Mononegavirales, família Rhabdoviridae, gênero *Lyssavirus*. É um RNA vírus envelopado, em forma de bala e que provoca encefalite aguda progressiva. É transmitido entre susceptíveis diretamente através de mordeduras, arranhaduras ou contaminação de membranas mucosas com saliva, sem que haja a participação de vetores artrópodes. Os morcegos são os principais hospedeiros reservatórios para a maior parte dos *Lyssavirus* enquanto carnívoros terrestres, assim como morcegos, mantêm a circulação viral. Os *Lyssavirus* estão distribuídos mundialmente, exceto na Antártica e em algumas ilhas isoladas (KING et al., 2012). Nos países onde a doença ocorre, a distribuição não é uniforme; pode haver áreas livres da doença, endêmicas ou epidêmicas em um mesmo país (ACHA, 2003). No Brasil, de acordo com o MAPA (2009), a raiva dos herbívoros pode ser considerada endêmica e em graus diferenciados, de acordo com a região.

Na natureza, esse vírus é mantido por ciclos epidemiológicos ocasionalmente inter-relacionados, denominados ciclos urbano, silvestre, aéreo e rural. O ciclo urbano se refere à raiva em cães e gatos domésticos, sendo de grande importância em países do terceiro mundo. O ciclo aéreo refere-se à raiva em morcegos, das mais diferentes espécies, sendo o maior responsável pela manutenção do vírus em uma determinada área. O ciclo rural refere-se à raiva dos herbívoros, envolvendo

principalmente os bovinos e equinos, e cujo principal transmissor é o MH *D. rotundus* (KOTAIT, 2010). A relação entre a presença de MH espoliando os animais e a ocorrência de raiva nos herbívoros foi estabelecida no início do século passado, por Antonio Carini. O pesquisador desempenhou um papel fundamental na história do combate à raiva ao demonstrar que a doença em herbívoros domésticos como bovinos e equinos podia ser transmitida pelos MH (TEIXEIRA, 2004).

Os morcegos pertencem à ordem Chiroptera, palavra derivada do grego *cheir* (mão) e *ptero* (asa). A subfamília Desmodontinae pertence à família Phyllostomidae e abrange as três espécies de MH conhecidas: *Diaemus youngii*, *Dyphilla ecaudata* e *D. rotundus*. Somente o *D. rotundus* se alimenta do sangue de mamíferos e é conhecido como “morcego vampiro comum”. No Brasil, a espécie ocorre de norte a sul e é frequentemente encontrada em áreas onde há animais de criação (REIS, 2007).

Desde a colonização do país e introdução de espécies domésticas, a oferta de alimento acessível e abundante fez com que as populações de *D. rotundus* aumentassem em número e distribuição espacial. Além disso, estruturas construídas pelo homem tornaram-se abrigos suplementares para esse mamífero adaptável. Como resultado, *Desmodus* e raiva hoje abrangem, juntos, a maior parte das áreas onde há produção animal desde o norte do México até a região central da Argentina. (GREENHALL, 1974). No Espírito Santo, o relevo predominante é o planalto na região central do estado, que corresponde a 60% do território. Esse relevo oferece muitos abrigos naturais ao *D. rotundus* (VIEIRA, 2012).

Por se alimentarem exclusivamente de sangue de vertebrados, inclusive o homem, os *D. rotundus* são aptos a transmitirem a raiva e outras enfermidades durante sua alimentação rotineira. Além disso, a própria perda de sangue provocada pela espoliação pode representar um sério problema aos pecuaristas (GREENHALL, 1974). As perdas anuais associadas à espoliação por MH são de 39,7 quilos de peso e 261 litros de leite (SCHMIDT; BADGER, 1979).

Dentre os animais de criação afetados pelos ataques de MH e pela ocorrência de raiva, destacam-se os bovinos. A pecuária bovina é um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro e, conseqüentemente, da economia nacional. O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, é o maior exportador de carne bovina, segundo maior produtor de carne e sexto maior produtor de leite de acordo

com o *United States Department of Agriculture*. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, o rebanho brasileiro em 2013 era de 212,160 milhões de cabeças (BRASIL, 2014).

A população de bovinos no estado do ES é de aproximadamente 2 milhões de cabeças; o maior rebanho bovino encontra-se no município de Ecoporanga, localizado no norte do ES, com 237.620 cabeças que representam 10,50 % de todo o rebanho do estado (ESPÍRITO SANTO, 2013). Na maioria das propriedades há pouca tecnificação e baixa produtividade, o que resulta em pouca renda para as famílias (VIEIRA, 2012).

O Brasil é um dos países que mais tem sofrido as consequências da raiva dos herbívoros. Dados estimados em 1985 indicavam que as perdas diretas e indiretas em função da raiva giravam em torno de 86 milhões de dólares anuais (PICCININI, 1985). Na América Latina, acredita-se que a raiva bovina cause prejuízos anuais de centenas de milhões de dólares, provocados pela morte de milhares de cabeças, além dos gastos indiretos que podem ocorrer com a vacinação de milhões de bovinos e inúmeros tratamentos pós-exposição (soro vacinação) de pessoas que mantiveram contato com animais suspeitos (BRASIL, 2009).

No estado do Espírito Santo, o prejuízo aos pecuaristas tem importância na economia capixaba, tendo em vista que o setor do agronegócio é responsável por 30% do produto interno bruto (PIB), emprega 40% da população economicamente ativa e a pecuária é responsável por 20% da renda deste setor. Predomina no estado a agricultura familiar, com pequenas propriedades, tendo 83% delas áreas menores que 50 hectares (VIEIRA, 2010).

Aproximadamente 2.000 herbívoros adoecem e morrem de raiva por ano no país (BRASIL, 2014). No ES foram registrados 68 focos de raiva em 2011 (ESPÍRITO SANTO, 2012) e 86 focos de raiva em 2012 (ESPÍRITO SANTO, 2013). A distribuição temporal da raiva no estado em 2011 e 2012 está representada nos gráficos 1 e 2, respectivamente.

Gráfico 1 - Distribuição temporal da raiva dos herbívoros no estado do ES de Janeiro a Dezembro de 2011.

Fonte dos dados brutos: IDAF, 2012. Modificado.

Gráfico 2 - Distribuição temporal da raiva dos herbívoros no estado do ES de Janeiro a Dezembro de 2012.

Fonte dos dados brutos: IDAF, 2013. Modificado.

Já o gráfico 3 mostra a distribuição temporal dos focos de raiva no ES, ao longo de mais de três décadas. Em 2012 houve um recrudescimento no número de diagnósticos positivos de raiva em herbívoros, um fato com origem predominantemente localizada.

Gráfico 3 - Distribuição temporal da raiva dos herbívoros no estado do ES de 1980 a 2012.

Fonte: IDAF, 2013.

No Brasil, a ocorrência de focos de raiva de 1996 a 2012 está representada no gráfico 4, abaixo.

Gráfico 4 - Distribuição temporal da raiva dos herbívoros no Brasil de 1996 a 2012.

Fonte dos dados brutos: MAPA, 2009. Mapa, 2013. Modificado (tabelas transformadas em gráficos).

A regulamentação dos serviços de defesa e inspeção animal oficiais é feita, a nível federal, pelo MAPA. De acordo com o esse órgão, compete aos órgãos estaduais de defesa sanitária animal: a execução das ações do PNCRH, no que se refere a sua operacionalização no âmbito estadual, destacando-se as ações de

cadastramento de propriedades rurais, o cadastramento e monitoramento de abrigos de MH, a execução da vigilância em áreas ou propriedades de risco e o atendimento aos focos da doença. Incluem-se, ainda, as ações de educação sanitária, a organização e participação da comunidade em comitês municipais de sanidade animal, a promoção e a fiscalização da vacinação dos rebanhos, além da capacitação de recursos humanos e o fornecimento regular de informações ao MAPA sobre as ações desenvolvidas no estado para o controle da raiva dos herbívoros (BRASIL, 2009).

Ainda com relação às atividades de controle da raiva, é importante ressaltar que o Sistema Continental de Informações, denominado SivCont, fundamenta a efetividade dos Sistemas Nacionais de Vigilância em três aspectos:

- sensibilidade: relaciona-se com a capacidade de detectar episódios de determinada doença (mecanismo passivo + ativo para a detecção de eventos);
- especificidade: traduz a capacidade de descarte de outros eventos sanitários detectados que apresentam sinais clínicos compatíveis com a doença objeto da vigilância;
- oportunidade: está relacionada à rapidez com que a informação gera a ação.

No ES, o órgão responsável pela defesa sanitária animal é o IDAF. No âmbito deste, o Departamento de Defesa Sanitária e Inspeção Animal (DDSA) tem como atribuição o desenvolvimento de atividades inerentes ao controle de doenças animais como: febre aftosa, raiva, tuberculose, anemia infecciosa equina, brucelose, peste suína clássica, dentre outras, bem como o trabalho de inspeção e fiscalização na produção de produtos de origem animal (ESPÍRITO SANTO, 2012).

O controle da população de MH no estado baseia-se, conforme determinação do MAPA, no uso de pasta à base de substâncias anticoagulantes, seja nos MH ou em suas mordeduras em animais agredidos. As ações realizadas são: identificação de propriedades com ataques de MH, controle desta população, cadastramento e mapeamento de abrigos de *D. rotundus*, estímulo e orientação aos produtores para a inviabilização de abrigos artificiais, comunicação rotineira da existência de novos abrigos e espoliação por MH (ESPÍRITO SANTO, 2011).

As atividades relacionadas ao controle de MH no ES nos anos de 2011 e 2012 estão representadas nos gráficos 5 e 6.

Gráfico 5 - Dados temporais sobre as atividades das equipes de captura de MH para o controle populacional em 2011, por mês.

Notas: demonstrados o número de morcegos tratados com pasta vampiricida e enviados ao IBEEs, e ainda o número de refúgios trabalhados (cadastrados e/ou vistoriados pelas equipes). Fonte dos dados brutos: IDAF, 2012. Modificado.

Gráfico 6 - Dados temporais sobre as atividades das equipes de captura de MH para o controle populacional em 2012, por mês.

Notas: demonstrados o número de morcegos tratados com pasta vampiricida e enviados ao IBEEs, e ainda o número de refúgios trabalhados (cadastrados e/ou vistoriados pelas equipes). Fonte dos dados brutos: IDAF, 2013. Modificado.

Os principais fatores, segundo o MAPA (2009), que contribuem para que a raiva no Brasil se dissemine ainda de forma insidiosa e preocupante nos herbívoros domésticos são: aumento da oferta de alimento, representado pelo significativo crescimento dos rebanhos; ocupação desordenada, caracterizada por macro-modificações ambientais, como desmatamento, construção de rodovias e de

hidroelétricas, que alteraram o ambiente em que os morcegos vivem, obrigando-os a procurar novas áreas e outras fontes de alimentação; oferta de abrigos artificiais, representados pelas construções, como túneis, cisternas, casas abandonadas, bueiros, fornos de carvão desativados e outros; atuação insatisfatória, em alguns estados brasileiros, na execução do PNCRH.

Além disso, ações de controle de MH antes consideradas tradicionais estão sendo reavaliadas, à medida que novos estudos são concluídos. Gomes (2007) sugere que áreas próximas aos principais rios não necessariamente devem ser consideradas de risco para ataque de morcegos, e que as estratégias de controle da raiva estabelecidas pelos técnicos da Coordenadoria de Defesa Agropecuária da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo necessitam ser reavaliadas. Os fatores que levam os MH a formarem colônias em determinadas regiões ainda não estão claros, e devem ser alvo de estudos mais específicos que preferencialmente integrem os SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e escala de análise.

A inserção do uso de pasta à base do anticoagulante warfarina para o controle de MH no PNCRH está embasada em diversos estudos que, ao longo de décadas, testaram diferentes formas de redução das populações de MH.

Greenhall (1974) descreveu em seu trabalho algumas técnicas de controle desses animais: uso de dinamite e gases tóxicos, fumaça e fogo, iluminação artificial, eletrocussão, armas de fogo, estricnina e armadilhas, sendo o uso de anticoagulantes considerado um método mais recente. Piccinini (1985) afirma que os anticoagulantes tem sido usados para o controle de MH no Brasil desde 1973.

Em 1974, Fornes et al. utilizaram gás cianeto em 128 poços de água para o controle dos MH durante uma epidemia de raiva bovina na Argentina. Censos realizados antes e após o uso do gás indicaram uma drástica redução populacional, auxiliando assim no controle da doença. No mesmo ano, Crespo e colaboradores utilizaram um anticoagulante (clorofacinona) em dois abrigos de morcegos com catorze nichos, o que resultou em um controle absoluto da espécie e na manutenção dos abrigos livres de morcegos por cerca de seis meses.

Em 1986, foi realizado um estudo do vampiricida “tecavampicid pasta 1%” (warfarina) no controle de *D. rotundus* sob condições experimentais. O produto foi considerado eficaz na eliminação de morcegos dessa espécie e os autores

sugeriram seu uso rotineiro nos programas oficiais de controle da raiva dos herbívoros (PICCININI, 1986).

Em 2001, foi utilizada pasta de warfarina em 546 morcegos *D. rotundus* da região de Curvelo (MG), sendo observada posteriormente redução significativa na incidência de mordeduras em bovinos e equídeos e na presença de morcegos nos abrigos que estavam habitados no início do estudo (ALMEIDA, 2002).

Um trabalho realizado em Araguari (MG) por Oliveira (2009), indicou que o uso da warfarina nos abrigos e nos animais agredidos entre 1996 e 2003 reduziu em 72,5 % o número de abrigos habitados. De acordo com o autor, os resultados mostraram a eficiência da aplicação desse método de controle populacional.

Uma vez que ficou estabelecido que o uso da pasta vampiricida tinha o potencial de reduzir as populações de MH e controlar, teoricamente, a ocorrência de raiva, a técnica passou a ser adotada como parte do PNCRH oficialmente. A regulamentação ocorreu através da Instrução Normativa N° 5, de 1° de Março de 2002 que diz, em seu Art. 6 que “a estratégia de atuação do Programa é baseada na adoção da vacinação dos herbívoros domésticos, do controle de transmissores e de outros procedimentos de defesa sanitária animal que visam à proteção da saúde pública e o desenvolvimento de fundamentos de ações futuras para o controle dessa enfermidade” e ainda em seu Art. 18 que “até que sejam realizados estudos a respeito de outros produtos, o método para o controle de MH basear-se-á na utilização de substâncias anticoagulantes” (MAPA, 2002).

O manual do PNCRH (MAPA, 2009) descreve dois métodos de controle do *D. rotundus*: o método seletivo direto e o método seletivo indireto.

O método seletivo direto consiste em capturar o *D. rotundus* com redes de neblina, aplicar o produto anticoagulante em seu dorso e liberá-lo. Ao retornar para os abrigos, estes indivíduos estabelecerão contato físico com outros membros da colônia, difundindo o produto para os demais. A captura pode ser feita em torno do curral, em frente ao abrigo ou no interior do abrigo. Para a aplicação dessa técnica é necessário que haja equipes treinadas e o trabalho é atividade exclusiva dos órgãos estaduais de defesa. Já o método seletivo indireto consiste no uso tópico da pasta no local de mordedura, e esse método é realizado pelo produtor rural, sob orientação de médico veterinário.

Ainda que seja feito o uso rotineiro da pasta vampiricida nos programas estaduais de controle da raiva, o real impacto desse método na ocorrência da doença entre os herbívoros é incerto. Em programas de controle de animais silvestres cujo intuito seja reduzir a prevalência de doenças de importância para os rebanhos domésticos, o desconhecimento a respeito das dinâmicas populacionais e de dispersão pode levar a resultados indesejáveis.

O impacto do controle de texugos (*Meles meles*) na ocorrência da tuberculose bovina na Grã-Bretanha foi objeto de muitos estudos por décadas. De acordo com Donnelly (2003), entre 1975 e 1997 mais de 20.000 texugos foram eliminados como parte do programa britânico de controle da tuberculose, gerando diversos conflitos entre conservacionistas e fazendeiros. Em seu estudo, o pesquisador concluiu que o controle localizado dos texugos não só falhou em controlar a tuberculose como também aparentou aumentar a sua incidência no gado.

Em 2008, o governo britânico suspendeu o controle de texugos, pois as pesquisas indicavam que o controle como reação à ocorrência de focos (*reactive cull*) aumentava a incidência de tuberculose bovina, e o controle que ocorria anterior à ocorrência de focos (*proactive cull*) controlava a tuberculose na área em questão, mas contribuía para o seu aumento em áreas adjacentes (ARES, 2014). Paralelamente à proibição, o governo selecionou duas áreas para um programa piloto em West Gloucestershire e West Somerset, com o intuito de testar parâmetros de efetividade, humanidade e segurança no uso de armas de fogo para o controle (UNITED KINGDOM, 2012).

Também nas populações selvagens de canídeos, o abate (*culling*) tem sido amplamente usado no controle da raiva. Durante a campanha para o controle de raiva em Alberta, no Canadá, 50.000 raposas vermelhas (*Vulpes vulpes*), 35.000 coiotes (*Canis latrans*) e 4.200 lobos cinzentos (*Canis lupus*) foram mortos em um período de 18 meses. O uso de armadilhas, armas de fogo, gás e venenos no controle de raposas, coiotes e lobos tem sido amplamente praticado na Eurásia e América do Norte na tentativa de se refrear a raiva. Esse tipo de ação teve sucesso no controle da doença em alguns casos, geralmente em áreas restritas. No entanto, essa abordagem é agora considerada uma forma pouco efetiva para a proteção de pessoas e animais domésticos da raiva silvestre. As espécies reservatório, como as raposas vermelhas, coiotes e chacais são animais flexíveis social e fisiologicamente,

formando populações com uma capacidade notável para se recuperarem do controle e reagirem a ele, com consequências nefastas. Ao invés de erradicar a doença, a indução de respostas populacionais imprevisíveis tem o potencial de aumentar a disponibilidade de reservatórios, necessários à manutenção da endemia. De fato, o reconhecimento da forma como o controle afeta o comportamento social de raposas vermelhas e, assim, a dinâmica da infecção rábica, contribuíram para a busca de uma abordagem alternativa no controle da raiva no oeste europeu (WOODROFFE, 2004).

Estudos que avaliem o impacto do controle de MH na incidência de raiva silvestre ou rural são escassos. Em 2012, Streicker conduziu um experimento de captura e recaptura em 20 colônias de MH no Peru, em 4 regiões diferentes. Exames sorológicos demonstraram a circulação viral em todas as regiões, com prevalências variando entre 3 e 28 % e com média de 10,2 %. Campanhas de controle de morcegos conduzidas durante o estudo falharam em reduzir a prevalência da doença entre os morcegos. Com esse trabalho, o autor demonstrou que a circulação viral é constante entre colônias. Além disso, a maioria das exposições dos MH ao vírus rábico não são letais, imunizando os morcegos e facilitando a persistência viral (BLACKWOOD, 2013).

O papel crítico da migração entre as colônias de morcegos, previsto pela análise de Blackwood (2013) indica que as práticas de controle, frequentemente desencadeadas pelo surgimento de focos ou implementadas de forma aleatória, são provavelmente insuficientes para eliminar o vírus da raiva transmitido por morcegos vampiros. Segundo a autora, apesar dos programas de controle localizados serem capazes de limitar a transmissão da raiva de morcegos para o homem e os animais domésticos, a persistência viral regional permanece não afetada, devido à alta conectividade entre as colônias. Além disso, se as práticas de controle aumentam o movimento, pelo surgimento de novos espaços passíveis de serem ocupados por outros morcegos ou em virtude da dispersão provocada pelo distúrbio gerado pelo controle, elas poderiam ter efeito positivo na transmissão de raiva, aumentando-a.

De forma semelhante, em um trabalho que avaliou a distribuição temporal e espacial da raiva bovina em Minas Gerais, de 1976 a 1997, concluiu-se que, limitando-se o combate a apenas quando ocorre a raiva bovina, não é possível contê-la nos limites dos focos e evitar sua expansão (SILVA, 2001).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Avaliar espacialmente o controle de MH *D. rotundus*, enquanto estratégia do PNCRH, para controle da raiva dos herbívoros, no estado do ES.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar qual o impacto do uso da pasta vampiricida, a base de warfarina, como método de controle do MH na ocorrência de focos de raiva, de 2011 a 2013, no Espírito-Santo;
- Avaliar a oportunidade do serviço de defesa estadual, no que diz respeito à ação das equipes de captura de morcegos, quando da ocorrência de focos de raiva.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo e população sob estudo

O estudo foi conduzido no estado do ES, que possui 78 municípios distribuídos em uma área de 46.096,925 km² (IBGE, 2015). Em 2012, de acordo com o IDAF, havia 32.693 explorações agropecuárias com bovídeos e 8.207 com equídeos cadastradas, e o número de animais dessas espécies era de 2.275.488 e 48.272, respectivamente (ES, 2012). A figura 1, abaixo, mostra a divisão geopolítica do ES.

Figura 1 - Divisão política do estado do ES, por município – 2015. Divisão geopolítica do estado do Espírito-Santo em figura gerada no programa ArcGIS® 10.2.

Fonte dos dados brutos: IBGE, 2014.

4.2 Materiais

Para que esse estudo fosse possível, o IDAF proporcionou livre acesso ao seu banco de dados. Foram utilizadas informações coletadas por muitos profissionais do órgão (veterinários, técnicos, laboratoristas, etc.) de Agosto de 2011 a Dezembro de 2013.

Para a obtenção dos dados referentes aos focos de raiva, foram consultadas as planilhas dos formulários de investigação inicial (FORM-IN), especificamente os dados referentes a propriedades onde houve coleta de encéfalo de animal que morreu ou foi sacrificado, com suspeita de raiva e cujo resultado laboratorial, seja por imunofluorescência direta ou inoculação em camundongo, tenha sido positivo para raiva (ANEXO A). Desses documentos, utilizou-se: data de ocorrência do foco, espécie afetada e coordenada geográfica da propriedade. Cada propriedade onde houve morte de animal rábico foi definida como unidade epidemiológica (foco). Para informações referentes aos trabalhos das equipes de captura de MH, utilizaram-se as planilhas dos informes mensais de raiva (ANEXO B).

Todos os locais onde houve uso de pasta vampiricida pelo método seletivo direto foram utilizados como tratamento, independente do número de morcegos tratados e do tipo de captura realizada. Desses documentos, utilizou-se: mês e ano do tratamento, número de morcegos tratados, local do tratamento (no curral ou em abrigos) e coordenadas geográficas.

Para o levantamento dessas variáveis foram consultados no IDAF os dados do Sistema de integração agropecuária (SIAPEC) e os dados do Setor de Epidemiologia do DDSIA e do Instituto Biológico do Estado do Espírito Santo (IBEES), que é responsável por todo o processamento de amostras biológicas para diagnóstico da raiva, tanto as entregues por profissionais do IDAF quanto aquelas trazidas por profissionais autônomos, produtores e cidadãos. Também foram levantados dados geográficos do ES nos sítios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto Jones dos Santos Neves, do ES.

4.3 Uso dos dados coletados

Os dados coletados foram padronizados, trabalhados e testados. A partir deles, criou-se um banco de dados com as variáveis de focos e tratamentos georreferenciadas, que por sua vez foram representadas em um SIG; o software utilizado para esse fim foi o ArcGIS® 10.2. (ESRI, 2013). Para cada mês de ocorrência de focos, foi elaborada uma figura, de acordo com a espécie. A confecção de cada figura levou em consideração, fundamentalmente, 2 pontos: a ocorrência de focos e, considerando-se período de incubação e curso clínico da raiva em cada espécie, o tempo até a morte do morcego tratado com a pasta e o tempo de envio da amostra para análise (tempos mínimos e máximos), os meses de tratamentos anteriores que poderiam ter impacto na ocorrência do foco em questão. Para cada foco foi determinada também uma área de impacto na forma de *buffers* de 3 km e de 12 km de raio. O raio de 3 km foi utilizado por ser a área máxima de voo rotineiro do MH (TRAJANO, 1996), enquanto o raio de 12 km foi utilizado por ser considerado a distância máxima de voo do *D. rotundus*, de acordo com o PNCRH.

Os tempos supracitados para determinação da cronologia de impacto dos tratamentos na ocorrência dos focos foram determinados conforme segue: para bovinos, 60 a 75 dias de período de incubação quando mantidos em condições de campo e, para equinos, 179 a 190 dias de período de incubação após inoculação intramuscular do vírus (BRASIL, 2009); para ambas as espécies, curso clínico da raiva de 3 a 10 dias (BRASIL, 2009); para a morte dos morcegos após o tratamento com a pasta, de 4 a 10 dias (PICCININI, 1986); para o trânsito do material coletado até o laboratório, de 0 a 5 dias.

Assim, focos que ocorreram nos primeiros 2 meses após os tratamentos para bovinos e nos primeiros 6 meses após o tratamento para equídeos não foram plotados na figura daquele mês de tratamento, pois eventuais mortes causadas pelo vírus rábico seriam atribuídas, nesse caso, a animais que já estavam em período de incubação da raiva, quando um tratamento geograficamente próximo àquela propriedade foi realizado. Houve também uma diferenciação entre as espécies, uma vez que os períodos de incubação são variáveis entre elas. Para isso, foram

formados dois grupos distintos denominados equídeos (que incluiu também alguns focos em muares) e bovinos (que incluiu um foco em ovino).

Os resultados foram processados em 35 figuras, nas quais os meses de ocorrência de focos foram fixados e separados em figuras de bovinos e equídeos. Para cada mês de foco, foram plotados os tratamentos que tinham o potencial de preveni-los e, para determinar onde cada tratamento teve um impacto maior de ação (de acordo com a proximidade entre eles e o número de morcegos tratados), utilizamos a interpolação através do interpolador IDW (ESRI, 2013).

4.4 Modelo de interpolação pelo método do “inverso das distâncias” IDW

O modelo estatístico baseou-se na dependência espacial, isto é, supôs-se que, quanto mais próximo estivesse um ponto do outro, maior deveria ser a correlação entre seus valores. Dessa forma, atribui-se maior peso para amostras mais próximas do que para amostras mais distantes do ponto a ser interpolado. Também atribuiu-se peso maior quanto maior o número de morcegos tratados, e peso menor quanto menor a quantidade de morcegos tratados. Assim, o modelo consistiu em se multiplicar os valores das amostras pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto de referência para a interpolação dos valores, conforme equação 1.

Equação 1

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}}$$

em que,

z = valores estimados;

n = número de amostras;

z_i = valores conhecidos;

d_i = distâncias entre os valores conhecidos e estimados (z_i e z).

A equação 1 pode ser adaptada para incluir uma potência para as distâncias, com isso pode-se atribuir pesos diferentes para a estimativa do valor de uma amostra para uma mesma distância, conforme equação 2.

Equação 2

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p} Z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}}$$

Observando-se a equação 2 verifica-se que foi adicionada uma potência “p” ao inverso das distâncias “ $\frac{1}{d_i}$ ”.

Com essa modificação na equação, pode-se atribuir diferentes valores a potência “p”, sendo que quanto maior for o valor dessa potência maior será a influência do vizinho mais próximo na estimativa dos valores. Para esse trabalho, utilizamos a potência 2. A figura 2, a seguir, ilustra a interface do interpolador IDW.

Figura 2 - Interface do interpolador IDW no software ArcGIS® 10.2

Fonte: software ArcGIS® 10.2

Para que a simulação do impacto dos tratamentos se aproximasse ao máximo da realidade, foi atribuído o valor “zero morcegos tratados” a todos os municípios do estado, em cada mês de análise, além dos tratamentos que de fato ocorreram e que variaram, no período analisado, de 1 a 102 MH.

O efeito dos tratamentos apresentou-se, nas imagens produzidas (cuja denominação, no ArcGIS® 10.2., é *raster*), sob a forma de diferentes cores. Os valores dos tratamentos foram distribuídos em 5 classes, pelo método de intervalos iguais. As classes utilizadas foram denominadas conforme segue: tratamento muito baixo (MB), baixo (B), médio (M), alto (A) e muito alto (MA). Assim, as áreas de impacto de tratamento muito baixo foram áreas em que os tratamentos ocorreram em um menor número de morcegos, e mais espaçados entre si. E as áreas de tratamento classificadas como de impacto muito alto foram áreas onde ocorreram tratamentos mais próximos um dos outros e em um maior número de morcegos.

Para avaliação do efeito do tratamento nos focos, consideramos a distribuição da raiva no ES como endêmica (BRASIL, 2009), ainda que a endemia ocorra em graus diferenciados, dependendo da região.

Ainda, com o intuito de se compreender melhor como se dá a ação das equipes de captura, foram produzidas 27 figuras que seguiram a cronologia dos tratamentos que foram desencadeados pelos focos. Para tal, foram considerados os tratamentos que ocorreram no mesmo mês do foco e os que ocorreram no mês seguinte ao foco. Com isso, foi possível observar se o trabalho das equipes ocorre de forma direcionada às áreas de possível risco de circulação viral, antecedendo os focos, se as ações são desencadeadas após a ocorrência dos focos ou, ainda, se ocorrem sem um planejamento direcionado.

5 RESULTADOS

Nas análises realizadas podemos observar que, em alguns casos, houve tratamentos que ocorreram a até 3 km do foco e, em outros casos, houve tratamentos que ocorreram entre 3 e 12 km do foco. Na maioria dos focos, porém, não houve nenhum tipo de tratamento no interior do raio de 12 km ao redor do foco. Para um melhor entendimento, as figuras foram separadas em duas categorias. Na Categoria 1, foram incluídas as figuras em que os *buffers* (raios) de 3 e 12 km ao redor de cada foco se sobrepuseram à ocorrência de tratamento com pasta vampiricida em meses anteriores ao foco, em pelo menos um foco daquele mês. E na Categoria 2, foram incluídas figuras em que não houve nenhuma sobreposição entre focos e tratamentos com pasta vampiricida no interior do raio de 12 km ao redor de cada foco. Para exemplificar a Categoria 1, temos as figuras 3 e 4.

A figura 3 mostra um exemplo em que houve sobreposição de *buffers*.

Segue, abaixo, exemplo de figura em que houve sobreposição.

Figura 3 - Focos de Janeiro/12 em propriedades com bovinos, e tratamentos.

Notas: observar que os tratamentos, representados em amarelo, ocorrem dentro do buffer de 12 km ao redor de cada foco em pelo menos dois focos, que por sua vez estão representados em vermelho. Isso indica que, no mês de Janeiro/12, houve sobreposição entre focos e tratamentos.

A figura 4 representa os focos do mês de Janeiro/12, porém está em destaque para as regiões em que houve a sobreposição entre focos e tratamentos.

Figura 4 - Focos de Janeiro/12 em propriedades com bovinos, e tratamentos.

Notas: observar que, ao aproximarmos a figura para a região em que houve sobreposição, é possível ver mais detalhadamente os tratamentos (em amarelo) que ocorreram a até 12 km de distância dos focos (em vermelho). As setas indicam os tratamentos e focos em que houve sobreposição.

Na Categoria 2, as análises em que não houve nenhuma sobreposição foram referentes aos seguintes meses, anos e espécies animais: Março/2012 equídeos, Abril/2012 equídeos, Maio/ 2012 equídeos, Junho/2012 equídeos, Julho/2012 equídeos, Setembro/2012 equídeos, Novembro/2012 bovinos e equídeos, Fevereiro, Março e Abril/2013 bovinos, Junho/2013 bovinos e equídeos, Agosto e Setembro/2013 bovinos, Outubro/13 bovinos e equídeos e Dezembro/2013 equídeos. A figura 5 é um exemplo de análise em que não houve nenhuma sobreposição entre focos e tratamentos.

Figura 5 - Focos de Setembro/13 em propriedades com bovinos, e tratamentos.

Notas: observar que os tratamentos, representados em amarelo, ocorrem sempre fora dos buffers de 12 km ao redor de cada foco em todos os focos. Estes, por sua vez, estão representados em vermelho. As setas evidenciam a ocorrência de focos e tratamentos em locais distantes. Isso indica que, no mês de Setembro/13, não houve sobreposição entre focos e tratamentos.

Na figura 6, temos em destaque a área de focos da figura 5. Nessa aproximação, é possível observar em detalhes que realmente não ocorreu nenhum tratamento nos raios de 12 km ao redor de cada foco e, portanto, não há sobreposição.

Figura 6 - Focos de Setembro/13 em propriedades com bovinos, e tratamentos.

Notas: A aproximação permite observar, em detalhes, que nos *buffers* de 12 km ao redor de cada foco não há ocorrência de tratamentos (que, caso aparecessem, estariam em amarelo). Isso indica que, no mês de Setembro/13, não houve sobreposição entre focos e tratamentos.

Nos meses em que não houve nenhuma sobreposição entre focos e tratamentos, ocorreram 45 focos. Desses, 44 ocorreram em áreas de IDW muito baixo e apenas 1 em área de IDW baixo (tabela 1).

Tabela 1 - Impacto dos tratamentos sobre os focos em meses sem sobreposição *buffers*/tratamentos

Mês/Ano	Espécie	Focos	IDW Baixo	IDW Muito baixo
Março/12	equídeo	2		2
Abril/12	equídeo	2	1	1
Maio/12	equídeo	1		1
Junho/12	equídeo	1		1
Julho/12	equídeo	1		1
Setembro/12	equídeo	1		1
Novembro/12	bovino	4		4
Novembro/12	equídeo	1		1
Fevereiro/13	bovino	3		3
Março/13	bovino	3		3
Abril/13	bovino	4		4
Junho/13	bovino	2		2
Junho/13	equídeo	1		1
Agosto/13	bovino	5		5
Setembro/13	bovino	7		7
Outubro/13	bovino	1		1
Outubro/13	equídeo	1		1
Dezembro/13	bovino	4		4
Dezembro/13	equídeo	1		1
Total		45	1	44

Notas: Número de focos que ocorreram em meses em que não houve nenhuma sobreposição entre tratamentos e focos, ou seja, os *buffers* de 3 e 12 km ao redor de cada focos não coincidiram com nenhum tratamento. De 45 focos nessas condições, 44 ocorreram em área de impacto muito baixo e somente 1 ocorreu em área de impacto baixo.

Nos meses em que houve sobreposição, os focos foram subdivididos em sem sobreposição e com sobreposição. A figura 7 é um exemplo de situação em que ocorreu sobreposição de focos *versus* tratamentos em alguns focos, mas não em todos. Para esse exemplo, utilizaremos novamente o mês de Janeiro/12.

Figura 7 - Focos de Janeiro/12 em propriedades com bovinos, e tratamentos.

Notas: A aproximação permite observar, em detalhes, que há um foco (em vermelho) ao redor do qual houve um tratamento (em amarelo), e há também um foco sem nenhuma ocorrência de tratamento no interior do *buffer* de 12 km ao redor desse foco.

Assim, a respeito dos meses em que houve alguma sobreposição entre focos e tratamentos, a tabela 2 indica a quantidade de focos em que a sobreposição não ocorreu e o impacto dos tratamentos nesses focos.

Tabela 2 - Impacto dos tratamentos sobre os focos sem sobreposição em meses com alguma sobreposição *buffers*/tratamentos.

Mês/Ano	Espécie	Focos	IDW Baixo	IDW Muito baixo
Outubro/11	Bovino	4	1	3
Novembro/11	Bovino	5	1	4
Dezembro/11	Bovino	11		11
Janeiro/12	Bovino	2		2
Fevereiro/12	Bovino	3		3
Março/12	Bovino	7		7
Abril/12	Bovino	6		6
Maio/12	Bovino	3		3
Junho/12	Bovino	3		3
Julho/12	Bovino	4		4
Agosto/12	Bovino	3		3
Setembro/12	Bovino	2		2
Outubro/12	Bovino	2		2
Janeiro/13	Bovino	3		3
Maio/13	Bovino	3		3
Julho/13	Bovino	1		1
Novembro/13	Bovino	3		3
Total		65	2	63

Notas: Número de focos sem tratamentos ao redor deles, mas que ocorreram em meses em que houve sobreposição em pelo menos um foco daquele mês. De 65 focos nessas condições, 63 ocorreram em área de impacto muito baixo e somente 2 ocorreram em área de impacto baixo.

Desta forma, ao unirmos ocorrências de focos com e sem sobreposição em uma mesma análise, veremos que o total de focos ao redor dos quais, nos *buffers* de 3 e 12 km, não houve nenhum tipo de ação de controle de MH nos meses que antecederam a ocorrência desses focos foi de 106. Desses, 103 ocorreram em área de IDW muito baixo e 3 em área de IDW baixo. Não ocorreram eventos de impacto muito alto, alto e médio nesses focos.

A tabela 3 traz essas informações compiladas e detalhadas mensalmente.

Tabela 3. Impacto dos tratamentos sobre os focos sem sobreposição em meses com e sem sobreposição de *buffers*/tratamentos.

Mês/Ano	Espécie	Focos	IDW Baixo	IDW Muito baixo
Outubro/11	Bovino	4	1	3
Novembro/11	Bovino	5	1	4
Dezembro/11	Bovino	11		11
Janeiro/12	Bovino	2		2
Fevereiro/12	Bovino	3		3
Março/12	Equídeo	2		2
Março/12	Bovino	7		7
Abril/12	Equídeo	2	1	1
Abril/12	Bovino	6		6
Maio/12	Equídeo	1		1
Maio/12	Bovino	3		3
Junho/12	Equídeo	1		1
Junho/12	Bovino	3		3
Julho/12	Equídeo	1		1
Julho/12	Bovino	4		4
Agosto/12	Bovino	3		3
Setembro/12	Equídeo	1		1
Setembro/12	Bovino	2		2
Outubro/12	Bovino	2		2
Janeiro/13	Bovino	3		3
Maio/13	Bovino	3		3
Julho/13	Bovino	1		1
Novembro/12	Equídeo	1		1
Novembro/12	Bovino	4		4
Novembro/13	Bovino	3		3
Fevereiro/13	Bovino	3		3
Março/13	bovino	3		3
Abril/13	bovino	4		4
Junho/13	equídeo	1		1
Junho/13	bovino	2		2
Agosto/13	bovino	5		5
Setembro/13	bovino	7		7
Outubro/13	bovino	1		1
Outubro/13	equídeo	1		1
Dezembro/13	equídeo	1		1
Dezembro/13	bovino	4		4
Total		110	3	107

Notas: número total de focos sem nenhum tratamentos no interior do *buffer* de 12 km ao redor deles, ou seja, total de focos que ocorreram sem que houvesse tratamentos antecedendo-os. De 110 focos nessas condições, 107 ocorreram em área de impacto muito baixo e somente 3 ocorreram em área de impacto baixo.

O número de focos que ocorreram próximos a locais onde foi utilizada a pasta vampiricida no controle de morcegos (tratamento) foi de 40 focos. Para esses, nos meses que antecederam a ocorrência dos focos, a 3 e 12 km de raio de cada um dos focos houve um ou mais tratamentos de MH. O impacto dos tratamentos em cada um desses focos foi classificado como IDW muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo; além disso foram contabilizados, para cada foco, o número de tratamentos que aconteceram dentro dos *buffers* de 3km e além deles, até o limite dos *buffers* de 12 km (entre 3 e 12 km). Todos os focos em que houve sobreposição eram de bovinos (tabela 4).

Tabela 4 - Impacto dos tratamentos sobre os focos com sobreposição nos 3 e/ou 12 km de raio.

Mês/Ano	Focos	IDW MA	IDW A	IDW M	IDW B	IDW MB	3 km ¹	12 km ²
Outubro/11	1				1		1	6
Novembro/11	1					1	0	1
Dezembro/11	1					1	0	1
Dezembro/11	1				1		0	3
Janeiro/12	1					1	0	3
Janeiro/12	1					1	0	1
Janeiro/12	1					1	1	0
Fevereiro/12	1					1	0	2
Março/12	1					1	0	2
Março/12	1				1		0	2
Abril/12	1					1	0	6
Abril/12	1					1	1	0
Maio/12	1					1	0	1
Maio/12	1					1	2	4
Maio/12	1					1	0	6
Maio/12	1					1	0	5
Maio/12	1					1	0	4
Maio/12	1					1	0	3
Maio/12	1					1	0	2
Maio/12	1				1		0	2
Maio/12	1				1		0	1
Maio/12	1					1	0	1
Maio/12	1					1	0	1
Junho/12	1	1					0	1
Junho/12	1	1					0	1
Junho/12	1					1	0	1
Julho/12	1					1	0	1
Julho/12	1		1				0	1
Julho/12	1			1			0	1
Julho/12	1			1			0	1
Julho/12	1				1		0	2
Agosto/12	1				1		0	3
Setembro/12	1	1					1	0
Outubro/12	1					1	0	1
Janeiro/13	1					1	0	2
Janeiro/13	1					1	1	0
Janeiro/13	1					1	0	2
Maio/13	1					1	0	3
Julho/13	1					1	0	2
Novembro/13	1				1		0	7
Total	40	3	1	2	8	26		

Notas: número total de focos ao redor dos quais houve um ou mais tratamentos no interior do buffer de 12 km ao redor de cada foco. Dos 40 focos em que houve sobreposição com tratamentos, 26 ocorreram em área de impacto muito baixo; 8 em área de impacto baixo; 2 em área de impacto médio; 1 em área de impacto alto; 3 em área de impacto muito alto. 1 MA = muito alto; A = alto; M = médio; B = baixo; MB = muito baixo. ¹tratamentos que ocorreram dentro do buffer de 3 km. ²tratamentos que ocorreram entre 3 e 12 km.

Por fim, todas as ocorrências de focos e seus respectivos IDW estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Impacto dos tratamentos sobre todos os focos

	Focos	IDW MA	IDW A	IDW M	IDW B	IDW MB
Sobrepostos	40	3	1	2	8	26
Não sobrepostos	110	0	0	0	3	107
Total	150	3	1	2	11	133

Notas: número total de focos e impacto do uso de pasta vampiricida em cada foco. Foram computados 150 ocorrências de focos, sendo que: 133 ocorreram em área de impacto muito baixo; 11 em área de impacto baixo; 2 em área de impacto médio; 1 em área de impacto alto; e 3 em área de impacto muito alto. ¹MA = muito alto; A = alto; M = médio; B = baixo; MB = muito baixo

Nas figuras 8, 9, 10 e 11 podemos visualizar os focos nas diferentes áreas. Na figura 8, é possível observar a ocorrência de foco em área de impacto muito baixo; na figura 9, em área de impacto baixo; na figura 10, em áreas de impacto médio e alto; e na figura 11, em área de impacto muito alto.

Notas: o foco, em vermelho, está localizado em área de impacto muito baixo (verde). A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice B, Figura 17.

Figura 9 - Focos de Março/12 em propriedades com bovinos

Notas: um dos focos, em vermelho, está localizado em área de impacto baixo (amarela). A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice F, Figura 21.

Notas: há 2 focos, em vermelho, ocorrendo em área de impacto médio (laranja) e um foco ocorrendo em área de impacto alto (rosa escuro). A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice N, Figura 29.

Figura 11. Focos de Junho/12 em propriedades com bovinos.

Notas: há 2 focos, em vermelho, localizados em área de impacto muito alto (rosa claro). A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice L, Figura 27.

Em cada evento de uso da pasta vampiricida pelas equipes de captura, um número diferente (que variou de 1 a 102) de morcegos hematófagos foi tratado. Com relação a esse número, foi calculada a porcentagem de tratamentos em que o número de morcegos tratados foi igual ou inferior a 5 animais. Essa porcentagem foi de 72,14 % dos tratamentos sendo realizados em 5 ou menos morcegos.

Com relação às espécies afetadas, os focos de equídeos representaram somente 8 % do total. Todos os focos em equídeos ocorreram em áreas de impacto baixo e muito baixo.

Por fim, foram produzidas também 27 figuras nas quais é possível observar se a ocorrência de focos de raiva desencadeava a visita das equipes de captura de morcegos no mês do foco e/ou no mês seguinte ao foco, com o intuito de agregar informações a respeito de como ocorrem os procedimentos do serviço de defesa agropecuária frente ao surgimento de casos de raiva. Os resultados mostraram que, de 156 focos, apenas 26 tiveram em suas redondezas as equipes de captura de MH realizando tratamentos pós-foco.

As análises realizadas mensalmente encontram-se disponíveis nos Apêndices (de Apêndice A, Figura 16 até Apêndice AL, Figura 51).

6 DISCUSSÃO

A aplicação do modelo estatístico do interpolador IDW associado à divisão em cinco classes foi satisfatória para explicar a relação entre tratamentos e focos.

Os resultados indicam que o uso de pasta vampiricida em MH, para o controle da raiva dos herbívoros, foi eficiente no controle de focos em locais onde o impacto do tratamento foi maior. Para tal, consideramos a distribuição da raiva no ES como endêmica (BRASIL, 2009; STREICKER, 2012; BLACKWOOD, 2013). Apesar da eficiência do tratamento ter sido demonstrada, seu raio de ação foi limitado à área circunvizinha e diretamente relacionado à quantidade de MH tratados.

Em áreas onde o impacto foi muito baixo, ocorreram 88,7 % do total de focos. Se incluirmos os focos que ocorreram em áreas de impacto baixo, essa porcentagem sobe para 96 %. Ou seja, quase todos os focos ocorreram em áreas de impacto muito baixo ou baixo. Isso nos sugere que, quando os tratamentos são realizados de forma geograficamente espaçada e/ou poucos morcegos são tratados, a chance de prevenção da ocorrência de focos cai drasticamente.

A quantidade de morcegos tratados nas áreas de baixo impacto aparenta ser um aspecto relevante na prevenção local de focos visto que, na maioria das capturas (72,14 %), somente 5 ou menos animais receberam a pasta. Vale ressaltar que o PNCRH (BRASIL, 2009) não especifica a quantidade de morcegos a serem tratados. A referência feita pelo manual à quantidade de morcegos é que para cada morcego devidamente tratado com pasta anticoagulante, 20 outros morcegos da mesma espécie virão a óbito. Assim, o manual não especifica se o intuito é eliminar todos os MH do abrigo ou não, deixando a cargo do serviço de defesa estadual essa decisão. Via de regra, no IDAF, a captura é feita estimando-se a população do abrigo e selecionando-se 10 % desse valor para tratamento e diagnóstico de raiva. Se a captura é feita em curral, o número de morcegos tratados será igual ao número de morcegos capturados menos 10 % desse valor, que condiz com a quantidade de morcegos que deverá ser enviada ao laboratório para diagnóstico de raiva (BRASIL, 2009).

Ainda com relação à quantidade de morcegos tratados, o tipo de abrigo focado pelas equipes de captura pode ser importante nesse aspecto. A maioria das

colônias contém entre 20 e 100 indivíduos (WILKINSON, 1988). Porém, sabe-se que os morcegos podem fazer uso de abrigos também durante o período noturno, que são denominados de abrigos noturnos, abrigos noturnos temporários, pouso noturno ou digestório. Nestes, o morcego pode descansar e eliminar um eventual excesso de peso na forma de urina e fezes (BREDT, 1996). Por sua característica temporária, esse tipo de abrigo normalmente não alberga colônias e, portanto, o número de indivíduos presente neles é pequeno. Assim, quando os tratamentos são realizados em digestórios, é improvável que se alcance um número satisfatório de MH tratados e, possivelmente, mortos pelo uso da pasta vampiricida. Por outro lado, estudos recentes indicam que o limite populacional de *D. rotundus* para que haja circulação viral é inexistente (STREICKER, 2012), ou seja, a circulação viral continuará ocorrendo mesmo que haja uma sensível redução na população de MH.

Nas áreas de médio impacto ocorreram 1,33 % dos focos. Os focos em áreas de impacto alto e muito alto, somados, representaram 2,67 % do total (0,67 % e 2 %, respectivamente). Portanto, o uso de anticoagulantes no controle não só reduz a quantidade de morcegos (PICCININI, 1985; CRESPO, 1974; OLIVEIRA, 2009; POMPEI, 2009; SANTANA, 2012) e de mordeduras (PICCININI, 1998), como também a ocorrência de raiva nos herbívoros em áreas de impacto alto e muito alto de tratamento. No Reino Unido, pesquisadores chegaram a resultados semelhantes com o mecanismo de controle da tuberculose bovina através da matança de texugos (*Meles meles*), que reduziu essa doença nas áreas tratadas, conforme demonstrado aqui com os MH e a raiva bovina. No entanto, chegaram também à conclusão que o controle aumentava a incidência da doença em áreas adjacentes (DONNELLY, 2006).

As ocorrências de focos em áreas de impacto alto e muito alto foram escassas, corroborando o sucesso, ainda que localizado, dos tratamentos dessa magnitude no controle da doença. No entanto, faz-se premente a análise de prováveis fatores que podem ter levado a essas poucas ocorrências. Nas figuras 12 e 13 estão representados 2 focos em áreas de impacto muito alto que ocorreram em Junho/2012.

Figura 12. Focos de Junho/12 em propriedades com bovinos.

Notas: há 2 focos, em vermelho, ocorrendo em área de impacto muito alto (rosa claro). A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice L, Figura 27.

Figura 13. Aproximação da figura 12

Notas: focos de Junho/12 em propriedades com bovinos. O tratamento (em amarelo) realizado nas proximidades desses focos (em vermelho) está no limite externo do *buffer* de 3 km (listras horizontais) ao redor de ambos os focos. A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice L, Figura 27.

Na figura 12, é possível observar que, no raio entre 3 e 12 km ao redor de ambos os focos, ocorre apenas um tratamento de morcegos (relativo a 58 animais tratados). Na figura 13 é possível observar, com maior riqueza de detalhes, que os dois focos de fato ocorrem em área de alto impacto e que o único tratamento próximo está na periferia externa do raio de 3 km ao redor do foco, porém fora dele. A captura desses morcegos foi feita em fonte de alimentação, e não em fuma. Os morcegos que foram tratados a mais de 3 quilômetros de distância dos focos em questão, após o tratamento, se deslocaram provavelmente de 2 a 3 km até suas respectivas fuma (TRAJANO, 1996; WILKINSON, 1988; GOMES, 2007). Assim, além de ser possível que esse deslocamento tenha ocorrido no sentido oposto à localização dos focos, ainda que esses morcegos estivessem habitando fuma próximas aos dois focos, a distância de mais de 3 km entre tratamento e casos de raiva indica que a proteção diminui à medida que a distância aumenta. Além disso, morcegos costumam se alimentar do mesmo animal ao reabrir as mesmas feridas (LORD, 1988), o que significa que esses morcegos capturados no curral provavelmente utilizavam os animais daquela propriedade repetidamente como fonte de alimentação. É possível que os 58 morcegos tratados no curral fossem responsáveis por eventuais casos de raiva na propriedade em que foram recolhidos e tratados e nas propriedades até 3 km de raio dela, mas provavelmente não seriam responsáveis por casos de raiva além desse limite.

Também, é provável que morcegos de diversas fuma se alimentem de animais na mesma propriedade o que, por si só, aumentaria o número de abrigos atingidos pelo tratamento quando a captura é feita em curral. Porém, essa pulverização do tratamento (que atinge um pequeno número de morcegos em muitas fuma) também pode gerar uma pulverização do efeito da pasta nos abrigos daquela região e, dessa forma, a morte de morcegos em cada um desses abrigos não seria suficiente para prevenir a doença.

O terceiro foco que ocorreu em área de impacto muito alto foi no mês de Setembro/12. As figuras 14 e 15 mostram a aproximação do foco. É possível observar que, para esse foco, também ocorreu somente um tratamento que coincidiu com os raios de 3 e 12 km ao redor do foco, porém esse tratamento aconteceu dentro do *buffer* de 3 km. Assim, a possibilidade dos MH afetados por esse tratamento realmente serem os responsáveis pela transmissão da raiva é maior, pois

o foco ocorreu dentro do raio de ação do MH, conforme já discutido. Nesse caso, o número de morcegos tratados foi de 30, e a captura foi feita em abrigo.

Figura 14. Foco de Setembro/12 em propriedade com bovinos.

Notas: o foco, em vermelho, ocorre em área de impacto muito alto (rosa claro). A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice Q, Figura 32.

Figura 15. Foco de Setembro/12 em propriedade com bovinos.

Notas: é possível observar que o tratamento (em amarelo) ocorre no interior do *buffer* de 3 km (linhas horizontais) estando, portanto, a menos de 3 km do foco. A figura que mostra a área total do estado para esse mês está no item “Apêndices”, Apêndice Q, Figura 32.

Para essa ocorrência, algumas considerações devem ser feitas. É provável que o serviço de defesa não tenha localizado todas as furnas da região e, assim, ainda haja morcegos transmitindo a doença após esse tratamento de 30 animais. De acordo com Almeida (2002), o MH forma pequenas colônias, dispersas em numerosos abrigos, alguns praticamente inacessíveis. Além disso, mesmo que os morcegos da fuma tratada sejam os responsáveis pela ocorrência desse foco, a forma como o tratamento é feito pode determinar diferentes taxas de sucesso, de acordo com o sexo e faixa etária dos morcegos tratados.

De acordo com Gomes (2006), a comparação entre tratamentos de fêmeas e machos indicaram que a capacidade de disseminação da pasta vampiricida entre os demais membros da colônia parece ser maior nas fêmeas. Além disso, o comportamento gregário, característico também das fêmeas, não está presente nos machos que, por sua vez, são menos fiéis aos abrigos e mais propensos a mudanças de abrigos. Assim, se houver a eliminação das colônias onde esses machos habitam, eles podem disseminar a doença para outras regiões quando estes saírem à procura de novas colônias. É possível que esses papéis diversos de machos e fêmeas sejam a chave de alguns insucessos no controle de populações de MH. Portanto, a não discriminação entre machos e fêmeas no momento do tratamento pode levar não só a uma menor eficiência de controle dos focos, conforme ocorreu com esses focos de Setembro/12, como também a dispersão da enfermidade para outras regiões.

O manual do PNCRH (BRASIL, 2009) faz referência a machos e fêmeas nas medidas do programa somente no que diz respeito à remessa de morcegos para o diagnóstico em laboratório afirmando que, preferencialmente, os machos e quirópteros suspeitos deverão ser encaminhados para exames laboratoriais. Como o sexo dos morcegos tratados não foi considerado para essa pesquisa uma vez que as fichas das equipes de captura não continham essa informação, o impacto para cada tratamento sem que sejam considerados machos e fêmeas tratados pode estar superestimado, levando à ocorrência de áreas de alto impacto que, na verdade, poderiam ser de médio ou até baixo impacto se considerássemos o número de machos e fêmeas tratados. De acordo com Gomes (2006), como sugestão ao PNCRH, pode-se recomendar o uso da pasta vampiricida principalmente em indivíduos fêmeas, como forma de reduzir drasticamente o tamanho das colônias

dessa espécie hematófaga. No caso de captura de indivíduos machos, considerando que não são bons disseminadores da pasta vampiricida, parte poderia ser tratada e parte encaminhada para exame laboratorial de raiva para pesquisa da prevalência do vírus rábico.

Levando-se em conta a idade dos animais, as práticas de lambedura e regurgitação podem variar entre as faixas etárias. Os adultos raramente são lambidos por jovens e a prática da regurgitação para compartilhar alimento ocorre, em 75 % das vezes, entre fêmeas e suas crias abaixo de 12 meses de idade (WILKINSON, 1988). Isso indica que animais jovens terão menos interação com o gado, uma vez que dependem de suas mães para se alimentarem durante o primeiro ano de vida sendo, assim, menos expostos aos tratamentos com warfarina do que morcegos adultos.

Em outro estudo, chegou-se a conclusão que a remoção de indivíduos adultos em detrimento dos jovens e sub-adultos, os quais são mais importantes na transmissão, pode ser contraproducente para o controle da doença (STREICKER, 2012). Portanto, se por um lado morcegos adultos estão mais susceptíveis a serem alvo de tratamento com warfarina, por deixarem com maior frequência os seus abrigos para se alimentarem, por outro lado o uso da pasta nesses animais pode limitar o impacto do tratamento e atingir somente o indivíduo tratado uma vez que, ao retornar da colônia, os machos adultos não serão lambidos pelos demais.

Assim, mais uma vez, ainda que o número de morcegos tratados e a distribuição dos tratamentos em uma área sejam satisfatórios, se não há um direcionamento para as faixas etárias adequadas, é possível que o impacto do tratamento na ocorrência de focos seja menor do que o esperado. Normalmente, as equipes de captura não direcionam o tratamento para determinada faixa etária, tampouco anotam em suas planilhas as idades estimadas dos animais que receberam a pasta.

Em Julho de 2012 ocorreu o único foco em área de alto impacto registrado. Nas vizinhanças desse foco, o tratamento foi o mesmo que deveria ter prevenido os focos de Junho de 2012, com 58 morcegos tratados em fonte de alimentação (captura em curral). De forma semelhante ao que ocorreu no mês anterior, esse tratamento se encontrava a mais de 3 km do foco, ou seja, entre 3 e 12 km.

Portanto, apesar de se encontrar em área de impacto alto, o foco estava fora do perímetro de voo rotineiro do MH, conforme já discutido.

O controle da doença em locais onde o uso da pasta vampiricida teve um impacto maior quando comparado a locais onde o impacto foi menor é condizente com estudos realizados na Europa. O abate de texugos (*Meles meles*) fez parte da política de controle de tuberculose desde 1973. Porém, um trabalho em larga escala revelou que a incidência de tuberculose foi 23,2 % menor nas áreas em que o controle foi feito, mas 24,5 % maior em terra 2 km fora, se comparada a áreas não controladas. Dentro das áreas controladas, os efeitos benéficos do controle tendem a aumentar com a distância dos limites e com controles anuais sucessivos. Em áreas adjacentes, o efeito prejudicial tendeu a diminuir quando os controles foram feitos em anos sucessivos (DONNELLY, 2007).

Em outro trabalho, foi sugerido que as práticas de controle modificaram o comportamento territorial dos texugos, potencialmente aumentando a taxa de contato entre o gado e os texugos infectados. Em áreas de níveis diferentes de controle, constatou-se que o território dos texugos era maior em locais onde o controle foi maior. Assim, o controle alterou a organização espacial e a densidade populacional dos texugos profundamente, e essas alterações tem o potencial de influenciar as taxas de contato entre o gado e os texugos, tanto em áreas onde o controle é feito quanto em áreas adjacentes (WOODROFFE, 2006). No Brasil, demonstrou-se o forte impacto do método seletivo direto na redução de populações de MH, mas Santana (2012) concluiu que a drástica redução das colônias maternidades implicou na eliminação seletiva de fêmeas, provavelmente levando os machos a se dispersarem a outras regiões em busca de fêmeas para reprodução. Portanto, as áreas tratadas que permaneceram classificadas como áreas de impacto baixo ou muito baixo nesse estudo, e onde foram documentados a maioria dos focos, podem ter sido sujeitas a dispersão das populações de morcegos e a alterações nas dinâmicas populacionais, no que diz respeito às faixas etárias e ao sexo.

No Reino Unido o governo decidiu, em Julho de 2008, não introduzir o controle de texugos como parte das medidas gerais de controle da tuberculose bovina porque o custo, a falta de praticidade, a escala e o tempo gasto para implantação da medida não só não garantiam seu sucesso como também poderiam

piorar a doença. Foram adotadas também outras medidas, como alocação de fundos para o desenvolvimento de vacinas (ARES, 2014). Em outros países que limitaram ou aboliram o abate de animais silvestres como forma de controle de doenças, os esforços na prevenção tem se mostrado proveitosos. Nos Estados Unidos, o uso de vacinas orais em populações de guaxinins (*Procyon lotor*) é parte do maior programa americano de controle da raiva silvestre (BLANTON, 2007) e a imunização oral por iscas foi o método de controle também utilizado em raposas na europa ocidental (MAYEN, 2003). Vacinas anti-rábicas para *D. rotundus* foram testadas com boas taxas de sucesso (ALMEIDA et al., 2005), sendo uma alternativa ao controle com pasta vampiricida.

A avaliação das práticas de controle do presente trabalho demonstrou que o controle dos focos é efetivo somente nas áreas onde o impacto de tratamento é alto ou muito alto. Tais áreas são, no entanto, pouco representativas quando comparadas à área estadual. Assim, a vasta maioria do território permaneceu desprotegido onde os tratamentos foram de impacto baixo ou muito baixo. Nessas áreas, a alocação de recursos humanos e materiais, os gastos de tempo e deslocamento foram insuficientes no controle da doença e, ainda, podem ter contribuído para a sua dispersão. As alterações de comportamento em populações sob controle (*culling*), como a já mencionada dispersão, também foram observadas em canídeos selvagens na Europa e América do Norte. Nesses locais, pesquisadores documentaram a imigração, o aumento do tamanho das ninhadas e a melhoria da capacidade de sobrevivência de populações sujeitas a controle (WOODROFFE et al., 2004).

Enquanto no Brasil um dos pilares do PNCRH permanece sendo o controle de MH através do uso de anticoagulantes, estudos a respeito dos aspectos de imigração, dispersão e comportamento dessa espécie, após os tratamentos, ainda são raros. A mortalidade atribuída ao uso de pasta vampiricida, já bem estabelecida em literatura, não esclarece nenhum desses aspectos e tampouco garante o controle dos focos, sem risco de dispersão do vírus. De acordo com Streicker (2012), a perpetuação da raiva dos MH, apesar do controle que vem sendo feito pode, portanto, ser potencializada pela migração de MH de colônias vizinhas para preencherem espaços vazios em furnas, pela remoção seletiva de adultos que podem ter uma imunidade protetora ou pelo aumento de nascimentos de MH

susceptíveis, após o relaxamento das limitações de espaço e/ou recursos. Gomes (2012) sugere a reavaliação dos métodos adotados para o controle de MH e Blackwood (2013), por sua vez, sugere que os esforços dirigidos à redução de focos, pela eliminação do vírus, tem que ser espacialmente coordenados.

Com relação às espécies afetadas, alguns fatores, como o tamanho dos efetivos bovino e equídeo do estado e a falta de notificação de suspeita de raiva em equídeos, podem estar associados à baixa ocorrência de focos nos equídeos. O rebanho bovino é de cerca de 2 milhões de cabeças de gado, enquanto os equídeos somam próximo de 50.000 animais somente (ESPÍRITO SANTO, 2013). Além disso, uma vez que o Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa impõe a obrigatoriedade do cadastro de propriedades que alberguem animais susceptíveis a essa doença, tem-se que a maioria das propriedades com bovinos do estado são cadastradas e recebem periodicamente a visita de veterinários oficiais (BRASIL, 2009). Isso estreita os laços entre os produtores e o órgão de defesa, possibilitando a notificação de outras enfermidades, como a raiva. Com relação à preferência do *D. rotundus*, entre cavalos e bovinos, os primeiros são atacados com maior frequência (MIALHE, 2014).

Por fim, considerando-se a oportunidade do sistema de defesa, 16,67 % dos focos tiveram, em suas redondezas, atuações das equipes de captura no mesmo mês de ocorrência do foco ou no mês subsequente. Esse número, apesar de não ser inexpressivo, ainda é baixo quando consideramos que mais de 80 % dos tratamentos ocorreram longe de locais onde a doença grassava.

Portanto, há que se trabalhar a oportunidade do sistema de defesa também, para que as metas de captura de morcegos e cadastro de abrigos determinadas pelo MAPA sejam cumpridas de forma direcionada às áreas onde há focos e circulação viral, otimizando-se o uso da pasta para onde realmente se faz necessário e potencializando-se, assim, a prevenção de focos futuros.

7 CONCLUSÕES

- O tratamento de MH com warfarina teve como efeito a prevenção da ocorrência de focos de raiva, quando o impacto do tratamento foi alto e muito alto.
- O impacto dos tratamentos foi mais eficiente quando realizado próximo aos focos e em um número expressivo de morcegos porém, em tratamentos de impacto alto e muito alto, parece ser bastante limitado às áreas circunvizinhas a esses tratamentos.
- Nas áreas onde o impacto foi baixo ou muito baixo, a doença continuou grassando nas populações de herbívoros domésticos.
- A atuação do sistema de defesa precisa ser melhor direcionada para as áreas de alto risco de circulação viral e sempre com o intuito de bloquear a dispersão de novos surtos.
- Ainda que o tratamento seja de impacto alto ou muito alto, com um número satisfatório de morcegos sendo tratados, a transmissão da doença aos herbívoros pode ocorrer.

8 DIRETRIZES

- Aspectos da ecologia e biologia dos MH e do impacto dos tratamentos com warfarina na dispersão do vírus precisam ser profundamente estudados.

Como diretrizes para a atuação do serviço de defesa estadual, sugerimos que:

- as fichas das equipes de captura de morcegos sejam adequadas para que as seguintes informações também sejam coletadas:
 - ♦ sexo dos morcegos tratados;
 - ♦ faixa etária dos morcegos tratados;
 - ♦ especificação do tipo de abrigo (diurno ou noturno), quando for o caso.
- os tratamentos sejam direcionados às fêmeas.
- caso sejam capturados muitos machos, haja preferência pelo tratamento de animais sub-adultos ou jovens.
- as atuações que ocorrerem posteriores aos focos sejam executadas de forma radial, obedecendo o sentido da periferia de cada foco até o centro e, dessa forma, bloqueando a dispersão viral. Para tal, sugere-se que os serviços de defesa utilizem aparelhos de mapeamento, ao invés de aparelhos que somente executem a navegação.

REFERÊNCIAS

- ACHA, P. N.; SZYFRES, B. **Zoonoses and communicable diseases common to man and animals**. 3rd ed. Washington, D.C.: Pan American Health Organization, 2003.
- ALMEIDA, M. F.; MARTORELLI, L. F.; AIRES, C. C.; SALLUM, P. C.; MASSAD, E. Indirect oral immunization of captive vampires, *Desmodus rotundus*. **Virus Research**. v. 111, n. 1, p. 77-82, 2005.
- ALMEIDA, E. O.; MOREIRA, E. C.; NAVEDA, L. A. B.; HERRMANN, G. P. Combate ao *D. rotundus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) na região cárstica de Cordisburgo e Curvelo, Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 2, p. 117-126, 2002. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php1974script=sci_arttext&pid=S0102-09352002000200002> Acesso em: 16 dez. 2012.
- ARES, E.; HAWKINS, O. Badger culling: TB control policy. **House of Commons Library**. Reino Unido, 2014.
- ARES, E. **United Kingdom Badger Culling**: policy to 2010 - Krebs Trials and no cull decision. United Kingdom: House of commons Library, 2014. Disponível em: <www.parliament.uk/briefing-papers/sn03751.pdf> Acesso em: 15 jan. 2015
- BLACKWOOD, J. C. Resolving the roles of immunity, pathogenesis, and immigration for rabies persistence in vampire bats. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. Vol. 110 n. 51, p. 20837-20842, 2013.
- BLANTON J. D.; SELF J.; NIEZGODA, M.; FABER, M. L.; DIETZSCHOLD, B.; RUPPRECHT, C. Oral vaccination of raccoons (*Procyon lotor*) with genetically modified rabies virus vaccines. **Vaccine**. 2007, v. 25, n. 42, p. 7296-7300, 2007. doi:10.1016/j.vaccine.2007.08.004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2094212/>>, Acesso em: 10 out. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Casos de raiva em herbívoros e suínos no Brasil, no período anual de 1996 a 2008**. Boletim de Defesa Sanitária Animal/ Departamento de Saúde Animal - DSA/ Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20dos%20herbivoros/casos%20de%20raiva%20em%20herbivoros.pdf>, Acesso em: 06 mai. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, DAS. **Análise de indicadores epidemiológicos da raiva dos herbívoros no Brasil (período 2006/2012)**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, DSA, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Rio de Janeiro: **Produção da Pecuária Municipal**, 2012. v. 40.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Controle da raiva dos herbívoros**: manual técnico 2009. 2. ed. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 124 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Controle da raiva dos herbívoros**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014. Relatório Informativo.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa No 5**, de 1º de Março de 2002. Brasília, MAPA, 2002. 5 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano de Ação para Febre Aftosa**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. v. 1, 96 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano mais pecuária. Assessoria de Gestão Estratégica**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014.

BREDT, A. descrever os demais autores **Manual de manejo e controle**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 1998. 117 p.

CRESPO. R. F. Evaluacion de una tecnica para combatir los vampiros en sus refugio. **Boletin de la Oficina Sanitaria Panamericana**. 1974. Disponível em: <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18%4080/2008/11.28.16.33/doc/paginadeacesso.html>, Acesso em: 07 nov. 2012.

DONNELLY, C. A.; WOODROFFE, R.; COX, D. R.; BOURNE, F. J.; CHEESEMAM C. L.; CLIFTON-HADLEY, R. S.; WEI, G.; GETTINBY, G.; GILKS, P.; JENKINS, H.; JOHNSTON, W. T.; LE FEVRE, A. M.; MCINERNEY, J. P.; MORRISON, W. I. Positive and negative effects of widespread badger culling on tuberculosis in cattle. **Nature**, v. 439, p. 843-846, 2005. Disponível em: <http://www.nature.com/nature/journal/v439/n7078/full/nature04454.html>, Acesso em 07 mar. 2014.

DONNELLY, C. A.; WEI, G.; JOHNSTON, W. T.; COX, D. R.; WOODROFFE, R.; BOURNE, F. J.; CHEESEMAM, C. L.; CLIFTON-HADLEY, R. S.; GETTINBY, G.; GILKS, P.; JENKINS, H. E.; LE FEVRE, A. M.; MCINERNEY, J. P.; MORRISON, W. I. Impacts of widespread badger culling on cattle tuberculosis: concluding analyses from a large-scale field trial. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 11, n. 4, p. 300-308, 2007. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971207000719>, Acesso em 07 mar. 2014.

DONNELLY, C. A. Impact of localized badger culling on tuberculosis incidence in British cattle. **Nature**, v. 426, p. 834-837, 2003.

ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. **Anuário 2012**. Vitória: Seção de Epidemiologia e Análise de Risco do Departamento de Defesa Sanitária e Inspeção Animal, 2013.

ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. **Anuário 2011**. Vitória: Seção de Epidemiologia e Análise de Risco do Departamento de Defesa Sanitária e Inspeção Animal, 2012.

ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal. **DDSA**. Disponível em: <<http://www.idaf.es.gov.br/Pages/wfInstituicaoDepartamentos.aspx>>. Acesso em: 02 nov. 2012.

ESRI. ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESOURCE INSTITUTE. ArcMap 10.2. California: ESRI, Redlands, 2013.

FORNES, A.; LORD, R. D.; KUNS, M. L.; LARGHI, O. P.; FUENZALIDA, E.; LAZARA, L. Control of bovine rabies through vampire bat control. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 10, n. 4, p. 310-316, 1974.

GOMES, M. N.; UIEDA, W.; LATORRE, M. R. D. O. Influência do sexo de indivíduos da mesma colônia no controle químico das populações do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae) no Estado de São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 26, n. 1, p. 38-43, 2006.

GOMES, M. N. Áreas propícias para o ataque de morcegos hematófagos *D. rotundus* em bovinos na região de São João da Boa Vista, estado de São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 27, n. 7, p. 307-313, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v27n7/a09v27n7.pdf>> Acesso em: 16 dez. 2012.

GOMES, M. N. **Padrões espaciais da raiva bovina e seus determinantes no estado de São Paulo entre 1992 e 2003**. 2008. 277 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

GREENHAL, A. M. Vampire bat control in the Americas: a review and proposed program for action. **Bulletin of the Pan American Health Organization**. v. 8, n. 1, p. 30-6, 1974.

KING, A. M. Q.; LEFKOWITZ, E.; ADAMS, M. J.; ERIC, B.; CARSTENS, E. B. **Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses**. p. 686-713, Elsevier Science, 2012. Disponível em http://www.academia.edu/8097730/Ninth_Report_of_the_International_Committee_on_Taxonomy_of_Viruses> Acesso em: 01 fev. 2014.

KOTAIT, I.; NOGUEIRA FILHO, V. S.; SOUZA, C. A. M.; CARRIERI, M. L.; GOMES, M. N.; PERES, N. F. **Manual de controle da raiva dos herbívoros**. São Paulo, Instituto Pasteur, 58 p., 2010.

LORD, R. D. An ecological strategy for controlling bovine rabies through elimination of vampire bats. In: **9th Vertebrate Pest Conference**. Fresno, USA. Proceedings of the 9th Vertebrate Pest Conference, p. 22, 1980.

MAYEN, F. Haematophagous bats in Brazil, their role in rabies transmission, impact on public health, livestock industry and alternatives to an indiscriminate reduction of bat population. **Journal of veterinary medicine, series B**. Infectious diseases and veterinary public health, v. 50, n. 10, p. 469-72, 2003.

MIALHE, P. J. Preferential prey selection by *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810, Chiroptera, Phyllostomidae) feeding on domestic herbivores in the municipality of São Pedro - SP. **Brazilian journal of biology São Carlos**, v. 74, n. 3, p. 579-84, 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842014000300579&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 mar. 2015.

OIE – WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Rabies Technical Disease Card**. 2009. Disponível em: <http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Publications_%26_Documentation/docs/pdf/rabies.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2012.

OLIVEIRA, P. R. Levantamento, cadastramento e estimativa populacional das habitações de morcegos hematófagos, antes e após atividades de controle, no município de Araguari, MG. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 76, n. 4, p. 553-560, 2009.

PICCININI, R. S.; FREITAS, C. E. A. Experiences with rabies control in Brazil. In: KUWET, E.; MÉRIEUX, C.; KOPROWSKI, H.; BÖGEL, K. **Rabies in the tropics**. Berlin: Springer-Verlag, 1985. p. 737-741.

PICCININI, R. S.; PERACCHI, A. L.; SOUZA, J. C. P.; TANNURE, A. M.; RAIMUNDO S. L. D.; ALBUQUERQUE, S. T.; FURTADO, L. L. Métodos de tratamento tópico de bovinos com warfarina técnica em pasta a 2 % para controle de morcegos hematófagos *Desmodus rotundus*. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 20, n. 2, p. 69-73, 1998.

PICCININI, R. S.; PERACCHI, A. L.; SOUZA, J. C. P.; TANNURE, A. M.; RAIMUNDO S. L. D.; ALBUQUERQUE, S. T.; FURTADO, L. L. O uso do “tecvampicid” pasta 1 % no controle de morcegos hematófagos *D. rotundus* (Chiroptera). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 6, n. 4, p. 137-140, 1986.

POMPEI, J. C. A. **Avaliação do vampiricida gel 1% no controle seletivo direto de colônias de *Desmodus rotundus***. 2009. 31 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&c_o_obra=172333>. Acesso em: 04 fev. 2015.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Morcegos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007. Disponível em: <[http://www.uel.br/pos/biologicas/pages/arquivos/pdf/Morcegos do Brasil.pdf](http://www.uel.br/pos/biologicas/pages/arquivos/pdf/Morcegos%20do%20Brasil.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2012.

SANTANA, A. P. L. **Controle da população de morcegos hematófagos na região de Andradina, São Paulo**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, 2013. Disponível em: <<http://www.foa.unesp.br/include/arquivos/fmva/pgca/files/dissertacoes/mvppa/2012/ana-paula-lobes-de-santana-me.pdf>> Acesso em: 04 fev. 2015.

SCHMIDT, K. M.; BADGER, D. D. Some social and economic aspects in controlling vampire bats. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, v. 59, p. 112-114, 1979, Oklahoma Agriculture Experiment Station.

SILVA, J. A.; MOREIRA, E.C.; HADDAD, J. P. A.; MODENA, C. M.; TUBALDINI, M. A. S. Distribuição temporal e espacial da raiva bovina em Minas Gerais, 1976 a 1997. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 3, p 01-11, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352001000300001&lng=en&nrm=iso> Acesso em 04 dez. 2012.

STREICKER DG. Ecological and anthropogenic drivers of rabies exposure in vampire bats: implications for transmission and control. **Proceedings of The Royal Society**, Biological Sciences, v. 279, n. 1742, p. 3384-92, 2012.

TEIXEIRA, L. A.; SANDOVAL, M. R. C.; TAKAOKA, N. Y. Instituto Pasteur de São Paulo: cem anos de combate à raiva. **História, Ciências, Saúde** . Manguinhos, vol. 11, n.3, p. 751-66, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v11n3/10.pdf>>. Acesso em 15 out. 2014.

UNITED KINGDOM. **Written Ministerial Statement 125**. TRUSS, E. Department for environment, food and rural affairs. Bovine TB, 2012. Disponível em: <<http://www.parliament.uk/documents/commons-vote-office/3.DEFRA-BovineTB.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

VIEIRA, L. F. P. **Epidemiologia molecular do gene da glicoproteína entre isolados do vírus da raiva provenientes de morcegos e herbívoros domésticos do estado do Espírito Santo no período de 2006 a 2010**. 2012. 110 f. Tese (Doutorado em Sanidade Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2012.

WASIK, B.; MURPHY, M. **Rabid: a cultural history of the world's most diabolical virus**. Nova Iorque: Viking Penguin, 2012, 275 p.

WILKINSON, G. S. Social organization and behavior. In: GREENHALL, A. M.; SCHMIDT, U. **Natural history of vampire bats**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1988. p. 85-97.

WOODROFFE, R.; CLEAVELAND, S.; COURTENAY, O.; LAURENSEN, M. K.; ARTOIS, M. Infectious disease in the management and conservation of wild canids. In: MACDONALD, D. W.; SILLERO-ZUBIRI. **Biology and Conservation of wild canids**. Nova Iorque: Oxford University Press, 2010.

WOODROFFE, R.; DONNELLY, C. A.; COX, D. R.; BOURNE, F. J.; CHEESEMAN, C. L.; DELAHAY, R. J.; GETTINBY, G.; MCINERNEY, J. P.; MORRISON, W. I. Effects of culling on badger *Meles meles* spatial organization: implications for the control of bovine tuberculosis. **Journal of Applied Ecology**, vol. 43, p. 1-10, 2006. Disponível em: <<http://strathprints.strath.ac.uk/17260/>> Acesso: 05 fev. 2015.

ANEXOS

ANEXO A - Formulário de Investigação de Doenças - Inicial (FORM-IN)

258/12
03/04/2012
Positivo
Raiva

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Secretaria de Defesa Agropecuária
DEPARTAMENTO DE DEFESA ANIMAL - DDA

Governo do Estado do Espírito Santo
Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca
Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo

Página: 1 de 3

FORM-IN - FORMULÁRIO DE INVESTIGAÇÃO DE DOENÇAS (INICIAL)

Versão: jun03

N.º FORM-IN 32845598018	N.º estadual do foco	N.º nacional do foco	Ano 2012	U.F. ES
----------------------------	----------------------	----------------------	-------------	------------

Se for o caso, assinalar na lacuna à direita o número do FORM-IN que originou diretamente esta investigação →

Nome do criador <i>Definido Base</i>		Código
Nome da propriedade <i>Sítio das Andorinhas</i>		Código
Unidade Regional <i>Cariacica</i>	Unidade Local <i>P. A. de Santa Maria de Jetibá</i>	
Município <i>Santa Maria de Jetibá</i>	UF <i>ES</i>	Coordenadas/Cuadrantes <i>S-23°08'26.3" W-47°47'24.7"</i>
Telefone: 27 - 9702-5711		Fax -
E-mail -		

Finalidade da criação

☐ Cria ☐ Recria ☐ Engorda ☐ Reprodução ☒ Substituição	Área ☐ Avícola ☐ Matrilheiro ☐ Comercial ☐ Corte ☐ Postura
---	--

Tipo de exploração

☐ Corte ☒ Leite ☐ Mista ☐ Postura ☐ Outro, citar:	Origem do(s) animal(is) doentes ☒ Nativo ☐ Importado
---	--

Criação tecnificada? ☒ Sim ☐ Não

É a atividade principal da propriedade?
☐ Sim ☒ Não, citar qual: *Hortaliças*

Origem da notificação: ☒ Proprietário ☐ Vigilância ☐ Terceiros

Diagnóstico clínico presuntivo: Raiva

Espécie	Faixa etária	População existente		Animais doentes		Animais mortos	
		Macho	Fêmeas	Macho	Fêmeas	Macho	Fêmeas
Bovina	< 4 meses	1		-	-	-	-
	4 < 12 meses			-	-	-	-
	12 > 24 meses		1	-	1	-	-
	24 < 36 meses			-	-	-	-
	> 36 meses		1	-	-	-	-
Bubalina	< 4 meses						
	4 < 12 meses						
	12 > 24 meses						
	24 < 36 meses						
	> 36 meses						
Suína	Até 21 dias						
	22 a 65 dias						
	66 a 120 dias						
	> 120 dias						
	Reprodutor/Matriz						
Aves	Reprodutor/Matriz						
	Outros						
Ovina	Reprodutor/Matriz						
	Outros						
Caprina	Reprodutor/Matriz						
	Outros						
Eqüídeos	Reprodutor/Matriz						
	Outros						
Outras (citar)							

1ª Via: Escritório Local - 2ª Via: Laboratório - 3ª Via: DDA - 4ª Via: Órgão Central Estadual - 5ª Via: SSA

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Secretaria de Defesa Agropecuária
DEPARTAMENTO DE DEFESA ANIMAL - DDA

Governo do Estado do Espírito Santo
Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Agricultura e Pesca
Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo

Página: 2 de 3

Cronologia do foco			Registro da(s) última(s) vacinação(ões)**			
Atividades	Horas	Data	Nome comercial da vacina	N.º da partida	Laboratório produtor	Data de vacinação
Início do foco	-	-	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXX
Notificação	08:00	27/03/2012				
Visita inicial	10:00	27/03/2012				/ /
Coleta de amostra	-	-				/ /
Envio para o laboratório	-	-				/ /
Interdição propriedade	-	-				/ /
Isolamento de animais	-	-				/ /

(**) Contra a doença diagnosticada clinicamente e outras doenças da espécie animal envolvida

Coleta de material

Tipo de material	Espécie animal	Número de amostras	Conservante	Laboratório de destino
-	-	-	-	-

Sinais clínicos e achados de necropsia (órgãos, lesões e alterações)

Bovino fêmea de 1 ano de idade está caído com salvação e paralisia de membros. Animal apresentou incoordenação, salvação e alteração de comportamento. Há relato de sugadura de morcegos nos animais da propriedade, porém não há outros animais doentes.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Secretaria de Defesa Agropecuária
DEPARTAMENTO DE DEFESA ANIMAL - DDA

Governador do Estado do Espírito Santo
Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca
Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo

Página: 3 de 3

Movimento de animais nos últimos 30 dias

Tipo ingresso ou saída	Data	Espécie	N.º de animais	N.º de doentes	Vacinação*		Procedência/Destino Propriedade/Município	UF	N.º da GTA
					sim	não			
XXXXXX	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	XX	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XX	XXXXXX

* Vacinação contra a doença suspeita, com diagnóstico presuntivo. Se necessário utilizar folha suplementar para registrar movimentação de animais.

Provável origem da doença

☐ Propriedade vizinha	☐ Animais adquiridos de outras propriedades
☐ Participação de animais da propriedade em eventos pecuários	☐ Animais introduzidos temporariamente
☐ Estrada no interior ou periferia da propriedade	☐ Alimento
☐ Veículo transportador de animais contaminado	☐ Produtos ou subprodutos de origem animal
☐ Pessoas (veterinários, empregados)	☐ Águas comuns
☐ Animais silvestres (citar quais em "observações gerais")	☐ Pastagens comuns
☐ Carne	☒ Outra (especificar em "observações gerais")
☐ Importação de animais/ material de multiplicação animal	Não identificada

Observações gerais

Proprietário relatou que animal está doente há dois dias com sintomatologia nervosa. Propriedade próxima a foco de raiva de bovinos, porém não há certeza de correspondência com o foco. Há relato de sugadura de morcegos nessa propriedade. O animal afetado foi vacinado contra raiva há 60 dias, e está apresentando sinais clínicos de raiva. Proprietário foi orientado a vacinar todos os animais contra raiva, passar pasta vampirizada nos animais sugados e a não manipular animais com sintomas de raiva. Foi informado também sobre o ciclo e sintomatologia da raiva nos animais, e a aguardar a morte do animal para o serviço Veterinário do IDAF realizar a coleta do cérebro do animal morto.

Local e data Santa Maria de Jetibá, 27 de março de 2012.

Nome e assinatura do Médico Veterinário Thiago Almeida Claudino	Thiago Almeida Claudino Médico Veterinário Matrícula: 2942895 CRMV-ES 1058	CRMV ou CFMV CRMV-ES 1058
Endereço: Rua São Lourenço, 618, Bairro São Lourenço		Fone 27 3259-2151
Município: Santa Teresa	UF ES	CEP 29650-000
E-mail: elsteresa@idaf.es.gov.br		

Espírito Santo

Mês: Abril

Ano: 2012

Município Trabalhado	Propriedade	Produtor	Coordenadas		Nº do Abrigo	Abrigos Cadastrados		Total Morcegos Capturados	Morcegos Tratados	Morcegos enviados ao IBIES
			Latitude	Longitude		Natural	Artificial			
Santa Maria do Jetibá	Sítio Conquista	Nadir Sheffer	20°01'39,9'	040°37'20,0'	32045590096	-	Casa	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	20°31'23,91'	040°34'28,9'	32024050098	-	Casa	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	20°30'43,0'	040°33'43,9'	32024050099	-	-	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	20°30'11,2'	040°33'36,3'	32024050100	-	-	2	2	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	20°30'11,5'	040°33'36,6'	32024050101	-	-	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	20°30'11,5'	040°33'36,6'	32024050102	-	-	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040065	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040066	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040067	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040068	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040069	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040070	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040071	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040072	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040073	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040074	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040075	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040076	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040077	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040078	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040079	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040080	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040081	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040082	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040083	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040084	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040085	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040086	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040087	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040088	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040089	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040090	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°51'52,2'	040°52'58,8'	32025040091	-	Boeiro	-	-	-
Guataraí	Sítio Marques	Benedito Danaday	19°5							

[illegible]

CAPTURA EM FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Município Trabalhado	Propriedade	Produtor	Coordenadas		Total	Morcegos Tratados	Morcegos enviados ao IBIES
			Latitude	Longitude	Morcegos Capturados		
Santa Maria do Jetibá	Sítio Conquista	Nadir Sheffer	20°00'59,2"	40°37'34,7"	63	58	5
TOTAL	1	1			63	58	5

APÊNDICES

Apêndice A, Figura 16 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Outubro/11

Apêndice B, Figura 17 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Novembro/11

Apêndice C, Figura 18 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Dezembro/11

Apêndice D, Figura 19 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Janeiro/12

Apêndice E, Figura 20 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Fevereiro/12

Apêndice F, Figura 21 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Março/12

Apêndice G, Figura 22 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Março/12

Apêndice H, Figura 23 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Abril/12

Apêndice I, Figura 24 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Abril/12

Apêndice J, Figura 25 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Maio/12

Apêndice K, Figura 26 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Maio/12

Apêndice L, Figura 27 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Junho/12

Apêndice M, Figura 28 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Junho/12

Apêndice N, Figura 29 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Julho/12

Apêndice O, Figura 30 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Julho/12

Apêndice P, Figura 31 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Agosto/12

Apêndice Q, Figura 32 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Setembro/12

Apêndice R, Figura 33 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Setembro/12

Apêndice S, Figura 34 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Outubro/12

Apêndice T, Figura 35 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Novembro/12

Apêndice U, Figura 36 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Novembro/12

Apêndice V, Figura 37 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Janeiro/13

Apêndice X, Figura 38 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Fevereiro/13

Apêndice Z, Figura 39 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Março/13

Apêndice AA, Figura 40 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Abril/13

Apêndice AB, Figura 41 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Maio/13

Apêndice AC, Figura 42 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Junho/13

Apêndice AD, Figura 43 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Junho/13

Apêndice AE, Figura 44 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Julho/13

Apêndice AF, Figura 45 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Agosto/13

Apêndice AG, Figura 46 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Setembro/13

Apêndice AH, Figura 47 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Outubro/13

Apêndice AI, Figura 48 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Outubro/13

Apêndice AJ, Figura 49 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Novembro/13

Apêndice AK, Figura 50 - Efeito do tratamento em focos bovinos de Dezembro/13

Apêndice AL, Figura 51 - Efeito do tratamento em focos equídeos de Dezembro/13