

MODELO DE VULNERABILIDADE À CIRCULAÇÃO DO VÍRUS RÁBICO ENTRE ABRIGOS DE MORCEGOS HEMATÓFAGOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO-SP

Paulo Jacques Mialhe¹
Luiz Eduardo Moschini¹

RESUMO

O morcego hematófago *Desmodus rotundus* é o principal transmissor da raiva dos herbívoros domésticos, que causa enormes prejuízos econômicos na pecuária da América Latina. A partir da análise e combinação de determinantes que contribuem para a exposição e a difusão do vírus da raiva (Variante 3) entre morcegos, foi possível estimar qualitativamente a vulnerabilidade à circulação do vírus rábico entre abrigos de *D. rotundus* no Município de São Pedro. A maioria dos abrigos mostrou-se pouco vulneráveis à circulação do vírus rábico, devido principalmente a ausência do vírus no Município e ao baixo número de *D. rotundus* habitando a maioria dos abrigos. O modelo apresentado possui baixo custo, podendo ser feito em softwares gratuitos de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou utilizando somente um aparelho receptor GPS, permitindo otimizar o monitoramento e intervenções de controle da raiva dos herbívoros, com economia de tempo e recursos.

Palavras-chave: Desmodus rotundus, raiva, SIG

MODEL OF VULNERABILITY TO THE CIRCULATION OF RABIC VIRUS BETWEEN VAMPIRE BATS SHELTERS IN MUNICIPALITY OF SÃO PEDRO-SP**ABSTRACT**

The vampire bat *Desmodus rotundus* is the main transmitter of domestic herbivorous rabies, which causes enormous economic losses in the livestock of Latin America. From the analysis and combination of determinants that contribute to the exposure and diffusion of rabies virus (Variant 3) among bats, it was possible to qualitatively estimate the vulnerability to the circulation of rabies virus among shelters of *D. rotundus* in the Municipality of São Pedro. Most of the shelters showed little vulnerability to the circulation of the rabies virus, mainly due to the absence of the virus in the Municipality and the low number of *D. rotundus* inhabiting most of the shelters. The presented model has a low cost, being able to be done in free software of Geographic Information Systems (GIS) or using only a receiver GPS device, allowing to optimize the monitoring and interventions of control of the herbivorous rabies, saving time and resources.

Keywords: Desmodus rotundus, rabies, GIS

MODELO DE VULNERABILIDAD A LA CIRCULACIÓN DEL VIRUS RÁBICO ENTRE ABRIGOS DE MORCEGOS HEMATÓFAGOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO-SP**RESUMEN**

¹ Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos.

El murciélago hematófago *Desmodus rotundus* es el principal transmisor de la rabia de los herbívoros domésticos, que causa enormes pérdidas económicas en la ganadería de América Latina. A partir del análisis y combinación de determinantes que contribuyen a la exposición y la difusión del virus de la rabia (Variante 3) entre murciélagos, fue posible estimar cualitativamente la vulnerabilidad a la circulación del virus rábico entre abrigos de *D. rotundus* en el Municipio de San Pedro. La mayoría de los abrigos se mostraron poco vulnerables a la circulación del virus rábico, debido principalmente a la ausencia del virus en el Municipio y al bajo número de *D. rotundus* habitando la mayoría de los abrigos. El modelo presentado tiene bajo costo, pudiendo ser hecho en softwares gratuitos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) o utilizando solamente un aparato receptor GPS, permitiendo optimizar el monitoreo e intervenciones de control de la rabia de los herbívoros, con ahorro de tiempo y recursos.

Palabras clave: Desmodus rotundus, rabia, SIG

INTRODUÇÃO

A raiva é uma doença infecciosa aguda e progressiva do sistema nervoso central, causada por vírus do gênero *Lyssavirus*, da família *Rhabdoviridae*, que acomete um grande número de mamíferos. O vírus está presente na saliva de animais raivosos e, conseqüentemente, a transmissão ocorre, em geral, pela mordedura (1,2).

Na natureza, o vírus da raiva é mantido por ciclos ocasionalmente interrelacionados, denominados ciclos urbano e silvestre, aéreo e rural. Ciclo urbano refere-se à raiva em cães e gatos domésticos; ciclo aéreo refere-se à raiva em morcegos (sendo os demais ciclos denominados ciclos terrestres). Ciclo rural refere-se à raiva dos herbívoros, que envolve principalmente bovinos e equinos e na qual o principal vetor é o morcego hematófago. O termo silvestre refere-se à raiva associada a espécies silvestres, sendo por vezes utilizado englobando o ciclo aéreo (3).

A raiva dos herbívoros domésticos é responsável por enormes prejuízos econômicos diretos na pecuária. Aproximadamente, 30 mil animais, entre herbívoros e suínos, foram a óbito entre 2000 e 2012 no Brasil, sendo 10.584 só na região Sudeste, com média de 814 óbitos confirmados para raiva anualmente (4).

O morcego hematófago *Desmodus rotundus* é a espécie mais comum e abundante de morcego hematófago. Em função de seu hábito alimentar e de sua importância econômica devido à transmissão da raiva, é uma das espécies mais bem conhecidas e estudadas do mundo ocorrendo desde o norte do México até o norte da Argentina (5,6,7).

A espécie abriga-se em ocos de árvores, cavernas, bueiros, minas abandonadas e construções civis, em colônias que variam de 10 a mais de 300 indivíduos (8-11).

Traiano (12) estudando os movimentos de morcegos nas cavernas do Alto Vale do Ribeira, sul do Estado de São Paulo, verificou que *D. rotundus* utiliza múltiplos abrigos, em geral situados em uma área relativamente pequena, com 2 a 3 km de raio, deslocando-se preferencialmente ao longo de vales.

A recomendação da Instrução Normativa (IN) MAPA no 5/2002 que estabelece para a condução de medidas sanitárias (como o controle de morcegos hematófagos) em área de foco de raiva em herbívoros, a fixação de uma distância de 12 km a partir do foco para atuação, seja com base no modelo de círculos concêntricos ou de bloqueio linear (13).

Os morcegos hematófagos deslocam-se preferencialmente ao longo de vales (14), sendo que os machos movimentam-se mais que as fêmeas. Apesar disso, fêmeas podem voar distâncias extras na noite para abrigar-se com outras fêmeas específicas para facilitar a distribuição de alimento. As fêmeas passam em média, mais tempo fora do abrigo durante a noite que os machos (15) e visitam uma média de dois abrigos por noite. A distribuição sexual

nos refúgios de *D. rotundus* é composta por um grupo principal, chamado maternidade, em que fêmeas e filhotes são protegidos por um macho dominante alfa. Os indivíduos isolados e muito pequenos são machos solteiros, inferiores na hierarquia (16,17). Os morcegos hematófagos podem utilizar-se durante a noite de abrigos temporários, chamados digestórios, onde pousam para descansar e eliminar o excesso de peso através de excrementos.

Nas colônias de *D. rotundus* que são formadas em modelo de harém (um macho para várias fêmeas), as fêmeas comportam-se em regime de solidariedade: se dentre elas algumas não conseguem se alimentar na noite, estas que não conseguiram saciar a fome lambem o abdômen e os lábios das fêmeas que conseguiram se alimentar, para que esta última regurgite alimento na boca daquela. Isto porque as fêmeas são fiéis ao grupo e não ao macho, e se não forem solidárias, colaborando com as companheiras que não conseguiram se alimentar, são enxotadas do grupo. Também, se a comunidade torna-se escassa em alimento elas migram para outros grupos. Os machos possuem comportamentos mais individualizados na colônia e dificilmente compartilham dos comportamentos grupais. Já as fêmeas por serem mais gregárias podem ser mais fiéis aos abrigos (15,18).

Vulnerabilidade é um conjunto de fatores relacionados à capacidade de ingresso do transmissor numa área e à circulação viral. No caso da raiva, tais fatores possibilitam a difusão da doença para novas áreas e servem de facilitadores para que este processo ocorra, tais como características ambientais que favoreçam a presença de abrigos e morcegos *D. rotundus* na região, casos de raiva em herbívoros ou *D. rotundus* no município e/ou em municípios vizinhos, e casos de raiva em outros quirópteros e em outros mamíferos (variante 3) (13).

Quanto à mensuração dos riscos, a avaliação de risco pode ser classificada de duas formas: qualitativa e quantitativa. No primeiro tipo de avaliação de risco, o resultado da avaliação das consequências é expresso em escalas descritivas, utilizando termos como "alto", "médio" ou "baixo". Já na avaliação de risco quantitativa, a probabilidade é expressa em valores numéricos, que oferece uma noção mais precisa da ocorrência de um evento adverso (19-22). Embora ambas as avaliações de risco sejam válidas, normalmente realiza-se primeiro uma avaliação de risco qualitativa (23). Esta é considerada como de execução mais simples e rápida, quando comparada com a avaliação de risco quantitativa. Nesse tipo de avaliação, não há a quantificação numérica de probabilidade das variáveis, sendo utilizadas escalas descritivas para avaliar a probabilidade da ocorrência de cada evento. Normalmente, essa avaliação qualitativa é utilizada como avaliação inicial para identificar situações que demandem um estudo mais profundo, em casos que o risco em questão não justifica o tempo e esforço requerido por uma análise mais detalhada ou, ainda, quando não há informações suficientes para quantificar os parâmetros das variáveis do modelo quanto à introdução ou ocorrência do perigo da análise (22). No Brasil, a maioria das avaliações de risco na área de saúde animal realizadas até o momento é qualitativa justamente pela falta de informações para quantificar alguns parâmetros dos estudos (24,25,26). Uma importante técnica de análises de risco qualitativa é a técnica de matrizes de risco, amplamente difundida junto aos serviços veterinários oficiais e preconizada pela OIE (22,27).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia qualitativa de avaliação de vulnerabilidade à circulação do vírus rábico (variante 3) entre abrigos de morcegos hematófagos *D. rotundus*, no Município de São Pedro – SP, utilizando a técnica de matrizes de risco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo.

O presente estudo foi realizado na área do Município de São Pedro – SP, região serrana localizada na Cuesta Basáltica do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 47°45'00" e 48°06'00" de longitude Oeste e 22° 24'36" e 22°42'00" de latitude Sul, com uma área 609,091 km². Apresenta altitudes que variam entre as cotas 500 e 900 metros.

A zona rural é composta nas encostas dos vales por floresta nativa, e nos vales e regiões mais planas pela pecuária e cultura de cana-de-açúcar, eucalipto, laranja e pequenas culturas de subsistência.

O local oferece boas condições para a formação de abrigos de *D. rotundus*, tais como construções sem ocupação humana, grutas, viadutos, túneis e temperatura favoráveis, assim como água e alimento em abundância (28).

Coleta de dados

Durante o ano de 2002 foram realizadas buscas por abrigos de morcegos hematófagos em refúgios naturais e artificiais no Município de São Pedro – SP. Quando localizados, os abrigos foram georreferenciados utilizando um receptor GPS modelo Garmin etrex, registrado o número morcegos que ali habitavam e sua utilização (maternidade, digestório ou abrigos de machos solteiros). Os dados foram entregues a Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA), que encaminhou uma equipe para realização de controle populacional de *D. rotundus* e enviou amostras destes morcegos para o Instituto Pasteur – SP, para exames quanto a presença do vírus rábico (imunofluorescência direta e prova biológica).

Metodologia

A confecção de um modelo de vulnerabilidade de circulação do vírus rábico entre abrigos de morcegos hematófagos considerou a vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos e a presença do vírus rábico na região.

Utilizando-se o software ArcGIS 10.1 e dados coletados a partir do georeferenciamento dos abrigos, foi possível construir um mapa de abrigos de *D. rotundus* no Município de São Pedro mostrado na Figura 1.

Para a determinação da vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos foram verificados a população de morcegos existentes nestes abrigos e a distância entre estes. A partir destes dados, atribuiu-se qualitativamente a vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos quanto a esses determinantes (distância entre abrigos e população de *D. rotundus*) isoladamente (Tabelas 1 e 2), que foram posteriormente combinados por meio de uma matriz combinatória relacionada a vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos (Tabela 3), conforme mostrado a seguir.

Em relação à pesquisa da presença do vírus rábico na região, foram considerados os casos de raiva em herbívoros, morcegos hematófagos e não-hematófagos, e em outros mamíferos (variante 3) no município e/ou em municípios vizinhos, sendo considerada área de ocorrência de raiva aquela onde a doença tenha sido confirmada durante os dois anos precedentes (13). Para tal, utilizou-se dos resultados dos exames de 12 *D. rotundus* e quatro morcegos não hematófagos capturados nos abrigos pela equipe da CDA e enviados ao Instituto Pasteur para realização de exames de imunofluorescência direta (pesquisa do antígeno rábico) e prova biológica, além de pesquisa por casos de raiva em mamíferos ocorridos no Município em estudo ou em Municípios vizinhos. A ponderação desses dados resultou na atribuição de Vulnerabilidade à presença do vírus rábico nos abrigos.

Tabela 1. Vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos em relação a distância entre abrigos.

Distância entre abrigos	Vulnerabilidade
Acima de 12 km	Muito baixa
De 9,1 a 12 km	Baixa
De 6,1 a 9 km	Média
De 3,1 a 6 km	Alta
De 0 a 3 km	Muito alta

Tabela 2. Vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* em relação a população presente nos abrigos.

População de <i>D. rotundus</i> nos abrigos	Vulnerabilidade
1 morcego	Muito baixa
Entre 2– 10 morcegos	Baixa
Entre 11 – 49 morcegos	Média
Entre 50 – 99 morcegos	Alta
Acima de 100 morcegos	Muito alta

Tabela 3. Matriz de estimativa de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos, considerando a população existente em cada abrigo e a distância entre eles.

Vulnerabilidade de contato entre <i>D. rotundus</i> relacionada a população de <i>D. rotundus</i> encontrada nos abrigos						
Vulnerabilidade de contato entre <i>D. rotundus</i> relacionada a distância entre abrigos	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Média
	Média	Baixa	Média	Média	Alta	Alta
	Alta	Média	Média	Alta	Alta	Muito alta
	Muito alta	Média	Média	Alta	Muito alta	Muito alta

A combinação dos resultados obtidos na atribuição de Vulnerabilidade à presença do vírus rábico nos abrigos foi relacionada com os resultados de Vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos, conforme a Matriz de Vulnerabilidade à circulação do vírus rábico entre abrigos de *D. rotundus* mostrada na tabela 4, resultando na Avaliação da Vulnerabilidade de circulação do vírus rábico entre abrigos de *D. rotundus* no Município de São Pedro.

Tabela 4. Matriz de avaliação de vulnerabilidade à circulação do vírus rábico entre abrigos de *D. rotundus* no Município de São Pedro.

Vulnerabilidade de contato entre <i>D. rotundus</i> de diferentes abrigos						
Vulnerabilidade à presença do vírus rábico nos abrigos de <i>D. rotundus</i>	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Média
	Média	Baixa	Média	Média	Alta	Alta
	Alta	Média	Média	Alta	Alta	Muito alta
	Muito alta	Média	Média	Alta	Muito alta	Muito alta

RESULTADOS

Os resultados obtidos para a pesquisa do vírus rábico nos morcegos hematófagos e não hematófagos enviados ao Instituto Pasteur – SP mostraram-se negativos para todos os morcegos. Também não foi registrado nenhum caso de raiva no Município de São Pedro e nos Municípios vizinhos, com exceção do Município de Santa Maria da Serra, onde ocorreu um surto de raiva no ano anterior a pesquisa, com morte de muitos bovinos. A ponderação desses

resultados permitiu atribuir aos abrigos de *D. rotundus* no Município de São Pedro baixa vulnerabilidade quanto a presença do vírus rábico, com exceção do abrigo 1, que por situar-se nas proximidades do Município de Santa Maria da Serra, foi atribuído como de média vulnerabilidade à presença do vírus rábico.

A localização geográfica dos abrigos de *D. rotundus* encontrados, a população estimada e a utilização do abrigo são mostradas na tabela 5.

Tabela 5. Localização geográfica dos abrigos de *D. rotundus*, população estimada e utilização do abrigo. MT = maternidade, MS = macho solteiro, D = digestório.

Número do abrigo	Coordenadas geográficas		População	Utilização
	UTM	UTM		
1	7500675	0804525	200	MT
2	7505637	807930	2	D
3	7504165	196477	1	MS
4	7506686	193978	1	MS
5	7508350	198959	11	MS
6	7507369	198440	100	MT
7	7508612	0807873	4	D
8	7498267	195475	1	MS

Fonte: Os Autores

O mapa dos abrigos de *D. rotundus* no Município de São Pedro é mostrado na figura 1, e o cálculo das distancias (em km) entre abrigos de *D. rotundus* é mostrado na tabela 6.

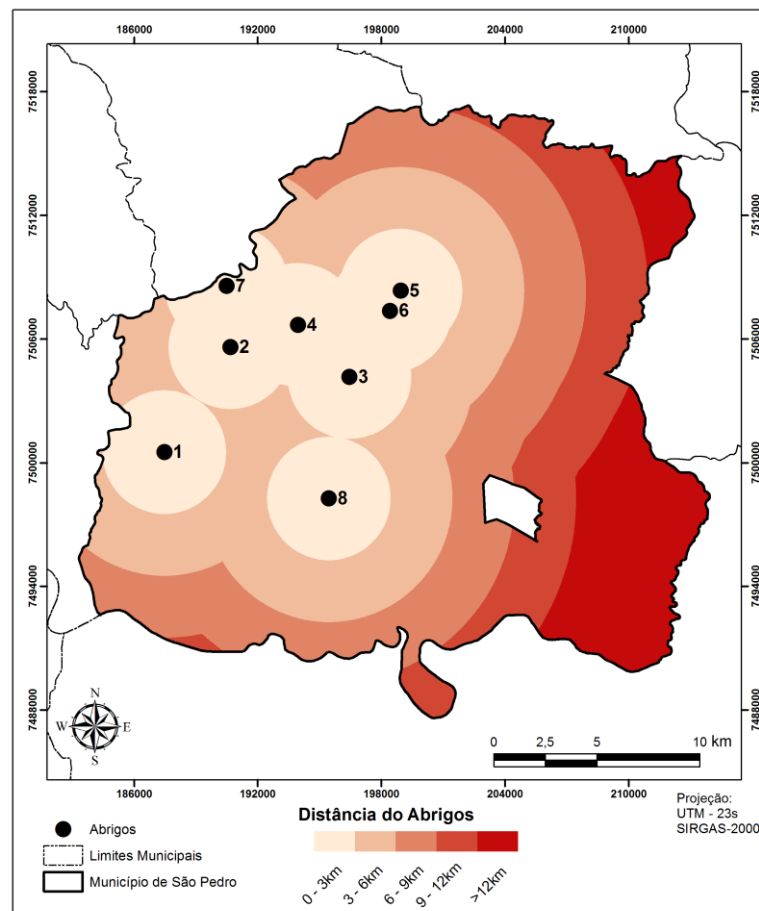


Figura 1. Mapa dos abrigos de *D. rotundus* no Município de São Pedro

Tabela 6. Distâncias (em km) entre os abrigos de morcegos hematófagos no Município de São Pedro

Abrigos	1	2	3	4	5	6	7	8
1		6,01	9,69	8,96	13,89	12,91	8,65	8,27
2			5,95	3,45	8,70	7,93	2,99	8,77
3				3,55	4,87	3,76	7,41	6,01
4					5,24	4,49	3,94	8,57
5						1,11	8,42	10,69
6							7,98	11,46
7								11,47

De posse desses dados, os abrigos foram analisados quanto aos diversos fatores de vulnerabilidade à circulação do vírus rábico, conforme mostrado a seguir.

O abrigo 1 está a uma distância entre 6,01 e 13,89 km dos outros abrigos, sendo o determinante “Distância entre abrigos” considerado de vulnerabilidade média a muito baixa. Apesar disso, esse era o abrigo com maior população de *D. rotundus*, possuindo vulnerabilidade muito alta para o determinante “População de *D. rotundus* nos abrigos”. Assim, a matriz de estimativa de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos (tabela 3) classificou esse abrigo como de vulnerabilidade média a alta. Essa atribuição foi combinada com a vulnerabilidade média a presença do vírus rábico (tabela 4), resultando uma estimativa de média a alta vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

O abrigo 8 situa-se a sudoeste do município, e está entre 6,01 a 11,47 km dos outros abrigos, sendo o determinante “Distância entre abrigos” considerado de vulnerabilidade média a baixa. Porém, ao contrário do abrigo anterior, esse abrigo possuía apenas um morcego *D. rotundus*, possuindo assim uma vulnerabilidade muito baixa quanto a esse determinante. A matriz de estimativa de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos classificou esse abrigo como de vulnerabilidade baixa. Essa atribuição foi combinada com a baixa vulnerabilidade à presença do vírus rábico, resultando uma estimativa de baixa vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

O abrigo 6, situa-se entre 1,11 a 12,91 km dos outros abrigos, e devido a amplitude destas distâncias, a vulnerabilidade relacionada a estas variou de muito alta a muito baixa. Este abrigo possuía uma população estimada em 100 morcegos, sendo assim considerada de vulnerabilidade muito alta para esse determinante. A matriz de estimativa de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos classificou-o como de vulnerabilidade média a muito alta, sendo então ponderada e avaliada como de alta vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus*. Essa atribuição foi combinada com o determinante baixa vulnerabilidade à presença do vírus rábico, resultando uma estimativa de média vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

O abrigo 5 situa-se entre 1,11 km a 13,89 km dos outros abrigos, com uma vulnerabilidade relacionada a distância variando de muito alta a muito baixa, e uma população estimada de 11 morcegos, considerada de média vulnerabilidade para esse determinante. A matriz de estimativa de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos classificou o abrigo como de vulnerabilidade média a muito baixa, sendo então ponderada e o abrigo foi atribuído como de baixa vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus*. Essa atribuição foi combinada com a

baixa vulnerabilidade a presença do vírus rábico no abrigo, resultando uma estimativa de baixa vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

O abrigo 3 situa-se a distâncias que variam entre 3,55 km a 9,69 km dos outros abrigos, possuindo uma vulnerabilidade relacionada a distância variando de alta a baixa, e com apenas um morcego habitando este abrigo, ele foi considerado de vulnerabilidade muito baixa em relação ao determinante número de morcegos nos abrigos. A matriz de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos classificou o abrigo como de vulnerabilidade média a baixa. Essa atribuição foi combinada com a baixa vulnerabilidade a presença do vírus rábico no abrigo, resultando uma estimativa de média a baixa vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

O abrigo 4 situa-se a distâncias que variam entre 3,94 km a 13,89 km dos outros abrigos, possuindo uma vulnerabilidade relacionada a distância variando de alta a muito baixa, e com apenas um morcego habitando este abrigo, ele foi considerado de vulnerabilidade muito baixa em relação ao determinante número de morcegos nos abrigos. A matriz de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos classificou o abrigo como de vulnerabilidade de média a muito baixa, sendo então ponderada e avaliada como de baixa vulnerabilidade. Essa atribuição foi combinada com a baixa vulnerabilidade a presença do vírus rábico no abrigo, resultando uma estimativa de baixa vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

O digestório 2 localiza-se entre 3,55 km e 9,69 km dos outros abrigos, possuindo uma vulnerabilidade relacionada a distância variando de alta a baixa, e com apenas dois morcegos habitando este abrigo, ele foi considerado de vulnerabilidade muito baixa em relação ao determinante número de morcegos nos abrigos. A matriz de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos classificou o abrigo como de vulnerabilidade de média a muito baixa, sendo então ponderada e avaliada como de baixa vulnerabilidade. Essa atribuição foi combinada com a baixa vulnerabilidade a presença do vírus rábico no abrigo, resultando uma estimativa de baixa vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

O digestório 7 localiza-se entre 2,99 km e 11,47 km dos outros abrigos, possuindo uma vulnerabilidade relacionada a distância variando de muito alta a baixa, e com apenas quatro morcegos habitando este abrigo, ele foi considerado de vulnerabilidade muito baixa em relação ao determinante número de morcegos nos abrigos. A matriz de vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* de diferentes abrigos classificou o abrigo como de vulnerabilidade de média a baixa. Essa atribuição foi combinada com a baixa vulnerabilidade à presença do vírus rábico no abrigo, resultando uma estimativa de baixa vulnerabilidade à circulação do vírus rábico.

DISCUSSÃO

O modelo de vulnerabilidade a circulação do vírus rábico classificou dos oito abrigos localizados, cinco (62,5%) possuindo baixa vulnerabilidade, um (12,5%) possuindo baixa a média vulnerabilidade, um (12,5%) possuindo média vulnerabilidade, e um (12,5%) com média a alta vulnerabilidade. Assim, a maioria dos abrigos mostraram-se pouco vulneráveis a circulação do vírus rábico. Isso deveu-se principalmente a ausência do vírus no Município e em Municípios vizinhos e ao baixo número de *D. rotundus* habitando a maioria dos abrigos. Somente 25% dos abrigos - as maternidades 1 e 6 - eram populosos, sendo os abrigos restantes ocupados por poucos morcegos machos.

Em relação às distâncias entre abrigos, das 28 distâncias calculadas de todos os abrigos às colônias maternidade (abrigos 1 e 6), duas estavam entre zero e três km (7,15 %), oito estavam entre três e seis km (28,55 %), 12 entre seis e nove km (42,85%), quatro entre nove e doze (14,3%), e duas acima de 12 km (7,15 %). A maioria dos abrigos (92,85 %) estava localizada a uma distância inferior a 12 km da maternidade, dentro do raio fixado pela IN nº 5/2002 MAPA para a condução de medidas sanitárias a partir do foco de raiva.

O abrigo 4 localiza-se no centro do quadrilátero formado pelos abrigos 2 (à 3,45 km) e 7 (à 3,94 km), e do abrigo 5 (à 5,24 km), abrigo 3 (à 3,55 km) e à 4,49 km da maternidade 6. Esses morcegos poderiam ser membros temporariamente associados de abrigos que se movimentam e mudam diariamente (29). Com exceção da maternidade 6, todos os outros abrigos deste quadrilátero estavam habitados por *D. rotundus* machos, o que pode ser um indicio que estes seriam machos subadultos expulsos pelos machos dominantes (14) residentes nesta maternidade. A localização desse abrigo no centro do referido quadrilátero, entre os digestórios 2 e 7 ao oeste e os abrigos 5 e 3 a leste parece indicar uma colonização de novos abrigos em direção a região oeste.

Os digestórios 2 e 7 encontram-se a pouca distância (2,99 km) entre si e próximos ao limite oeste do Município de São Pedro com o Município de Brotas. O digestório 7, por se encontrar na fronteira entre esses Municípios, tem especial importância quanto a vulnerabilidade de contato entre *D. rotundus* desses municípios, e possível transmissão da raiva entre eles.

Assim, na avaliação da vulnerabilidade à circulação do vírus rábico no Município de São Pedro, o determinante relacionado a “Distância entre abrigos de *D. rotundus*” revelou maior importância em relação aos determinantes relacionados a “População de *D. rotundus* nos abrigos” e “Presença do vírus rábico na região”. Isso mostra a importância de se avaliar periodicamente a presença do vírus rábico nos morcegos em todos os abrigos, além do controle populacional de *D. rotundus* quando necessário. Apenas 12 morcegos hematófagos (3,75% do total de morcegos estimados nos abrigos) foram coletados como amostra e enviados ao Instituto Pasteur para pesquisa do vírus rábico. Sugere-se a coleta amostral de um maior percentual de morcegos para pesquisa do vírus rábico, a fim de melhorar a sensibilidade da avaliação.

CONCLUSÕES

O modelo qualitativo de Vulnerabilidade à circulação do vírus rábico (variante 3) entre abrigos de *D. rotundus* apresentado é de baixo custo, podendo ser feito em softwares gratuitos de SIG, ou utilizando somente um aparelho receptor GPS. Porém é necessário atualizar os dados periodicamente, visitando os abrigos de *D. rotundus* a fim de avaliar a população de morcegos existente e coletar amostras de morcegos para pesquisa do vírus rábico. Sugere-se uma amostragem superior a 5% da população existente nos abrigos.

A avaliação da vulnerabilidade dos abrigos à circulação do vírus rábico permite priorizar medidas de controle populacional de *D. rotundus* para os abrigos com maior vulnerabilidade, reduzindo custos e otimizando o trabalho das equipes de vigilância e controle da raiva.

REFERÊNCIAS

1. Acha PN, Szyfres B. Zoonosis y enfermedades transmisibles al hombre y a los animales. 3rd ed. Washington: OPAS; 2003.
2. Oporto JS, Barreto LFG, Guerra P, Dias RF, Caldas EP, Predebon J, et al. Manual de zoonoses [Internet]. Curitiba: CRMV-PR; 2009 [cited 2018 Nov 6]. Available from: www.zoonoses.org.br/absoluto/midia/imagens/zoonoses/arquivos
3. Batista HBCRB, Franco ACF, Roehe PM. Raiva, uma breve revisão. Acta Sci Vet [Internet]. 2007 [cited 2018 Jul 10];35(2):125-44. Available from: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/20621>

4. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Divisão de Epidemiologia, Departamento de Saúde Animal. Ações de controle da raiva dos herbívoros no Brasil. Período anual de 2002 a 2012 [Internet]. Brasília: MAPA; 2012 [cited 2018 Nov 6]. Available from: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20dos%20herbivoros/Dados%20controle%20raiva%20herb%C3%ADvoros%20Brasil%20ate%202012.pdf
5. Greenhall AM, Joermann G, Schmidt U, Seidei MR. *Desmodus rotundus*. Mammalian species v. 202 [Internet]. New York: International Union for Conservation of Nature (2015); 1983 [cited 2018 Jul 16]. p.1-6. Available from: <http://www.iucnredlist.org/details/6510/0>
6. Acha P, Málaga-Alba M. Economic losses due to *Desmodus rotundus*. In: Greenhall AM, Schmidt U, editors. Natural history of vampire bats. Boca Raton: CRC Press; 1988. p.208-13.
7. Bernard E. Morcegos hematófagos: sangue, raiva e preconceito. *Cienc Hoje*. 2005;36(214):44-9.
8. Bredt AI, Araújo FAA, Caetano-Júnior R, Rodrigues MGR, Yoshizawa M, Silva MMS, et al. Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle [Internet]. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde; 1996 [cited 2018 Apr 10]. Available from: <https://pt.scribd.com/doc/72930141/Morcegos-em-areas-urbanas-e-rurais-manual-de-manejo-e-controle>
9. Bredt A, Uieda W, Magalhães ED. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Rev Bras Zool* [Internet] 1999 [cited 2018 Apr 26];16(3):731-70. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010181751999000300012
10. Uieda W, Hayashi MM, Gomes LH, Silva MMS. Espécies de quirópteros diagnosticadas com raiva no Brasil. *Bol Inst Pasteur*. 1996;2(1):17-36.
11. Taddei VA, Gonçalves CA, Pedro WA, Tadei WJ, Kotai I, Arieta C. Distribuição do morcego vampiro *Desmodus rotundus* no Estado de São Paulo e a raiva dos animais domésticos. Campinas: Impresso Especial da CATI; 1991.
12. Trajano E. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat. *Biotropica* [Internet]. 1996 [cited 2018 Nov 6];28(1):121-9. Available from: <http://www.jstor.org/stable/2388777>
13. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Controle da raiva dos Herbívoros: manual técnico [Internet]. Brasília: MAPA/ACS; 2009 [cited 2018 Nov 6]; Available from: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20dos%20herbivoros/revis%C3%A3o%20sobre%20raiva.pdf
14. Puga, LCHP. Modelagem espacial da ocorrência de mordeduras de morcegos hematófagos na Zona da Mata de Minas Gerais [tese] [Internet]. Viçosa: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa; 2015 [cited 2018 Nov 6]. Available from:

- <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6746/texto%20completo.pdf?sequence=1>
15. Wilkinson GS. Food sharing in vampire bats. *Sci Am* [Internet]. 1990 [cited 2018 Jul 6];262(2):64-70. Available from: <https://www.scientificamerican.com/article/food-sharing-in-vampire-bats/>
 16. Gomes MN, Uieda W. Abrigos diurnos, composição de colônias, dimorfismo sexual e reprodução do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Bras Zool* [Internet]. 2004 [cited 2018 Jul 6];21(3):629-38. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010181752004000300025&script=sci_abstract&tlng=PT
 17. Marin ACS, Bravo CMM, Ricardo AMM, Ozuna SCO, Fuentes YLO, Espinosa LMS, et al. Refugios, período reproductivo y composición social de las poblaciones de *Desmodus rotundus* (Geoffroy, 1810) (Chiroptera: Phyllostomidae), en zonas rurales del Departamento de Sucre, Colombia. *Caldasia* [Internet]. 2008 [cited 2018 Jul 6];30(1) :127-34. Available from: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39133>
 18. Gomes MN, Uieda W, Latorre MRDO. Influência do sexo de indivíduos da mesma colônia no controle químico das populações do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae) no Estado de São Paulo. *Pesqui Vet Bras* [Internet]. 2006 [cited 2018 Jul 6];26(1):38-43. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100736X2006000100008
 19. MacDiarmid SC. Risk analysis and the importation of animals and animal products. *Rev Sci Tech* [Internet]. 1993 [cited 2018 Mar 16];12(4): 1093-107 Available from: <http://europepmc.org/abstract/med/8312612>
 20. MacDiarmid SC, Pharo H. Risk analysis: assessment, management and communication. *Rev Sci Tech* [Internet]. 2003 [cited 2018 Apr 10];22(2):397-408. Available from: <http://www.oie.int/doc/document.php?numrec=1037003>
 21. Murray N, MacDiarmid SC, Wooldridge M, Gummow B, Morley RS, Weber S E, et al. Handbook on import risk analysis for animals and animal Products: introduction and qualitative risk analysis [Internet]. Paris: OIE; 2004 [cited 2018 Jul 25]. v.1. Available from: <http://www.oie.int/doc/ged/D6586.pdf>
 22. World Organisation for Animal Health OIE. Análisis de riesgo: guía práctica. Paris: World Organisation for Animal Health; 2006.
 23. Santos DV, Todeschini B, Rocha CMBM, Corbellini LG . A análise de risco como ferramenta estratégica para o serviço veterinário oficial brasileiro: dificuldades e desafios. *Pesqui Vet Bras*. [Internet] 2014 [cited 2018 Jul 6];34(6):542-554. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v34n6/08.pdf>
 24. Figueiredo HCP, Cunha EAP, Delphino MKVC, Blume LR, Machado DP, Oliveira PHS. Análise de risco de importação: alevinos da espécie *Oreochromis niloticus* (Tilápia do

- Nilo) originários de aquicultura de Singapura, destinados à multiplicação animal. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura; 2012.
25. Figueiredo HCP, Cunha EAP, Delphino MKVC, Blume LR. Análise de risco de importação: camarões congelados da espécie *Pleuroticus muelleri* originários de pesca extrativa da Argentina, destinados ao consumo humano. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura; 2012.
 26. Cunha EAP, Delphino MKVC, Blume LR, Oliveira PHS, Figueiredo HCP. Serviço veterinário oficial e análise de risco de importação em sanidade aquícola e pesqueira. *Acta Sci Vet.* 2012;40 Supl 2:107.
 27. Figueiredo HCP, Cunha EAP, Delphino MKVC, Blume LR, Machado DP, Oliveira PHS. Análise de Risco de Importação: metodologia básica. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura; 2012.
 28. Mialhe PJ, Moschini LE. Controle populacional do morcego hematófago *Desmodus rotundus* e redução de ataques a herbívoros domésticos no município de São Pedro, São Paulo, Brasil. *Fronteiras J Soc Tech Environ Sci.* 2016;5(3):238-55.
 29. Wimsatt W. Transient behavior, nocturnal activity patterns and feeding efficiency of vampire bats (*Desmodus rotundus*) under natural conditions. *J Mammal.* 1969;50(2):233-44.

Recebido em: 26/10/2018

Aceito em: 02/07/2019