



Análise quantitativa de fatores de receptividade ligados à presença de abrigos de morcegos (*Desmodus rotundus*) na região centro leste do estado de São Paulo

[*Quantitative analysis of receptivity factors related to the presence of (*Desmodus rotundus*) bat shelters in the central eastern region of the state of São Paulo*]

"Artigo Científico/Scientific Article"

Paulo Jacques Mialhe*, Luiz Eduardo Moschini

Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, Brasil.

*Autor para correspondência/Corresponding author: E-mail: paulomialhe@gmail.com

Resumo

Durante os anos de 2002 a 2004 foi realizado estudo na região centro leste do estado de São Paulo, com objetivo de analisar quantitativamente determinantes de receptividade à presença de abrigos de morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810, Chiroptera, Phyllostomidae) utilizando de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Foram encontrados 1.566 *D. rotundus* distribuídos em 93 abrigos em 18 municípios. Em relação à topografia, a maioria dos abrigos artificiais estavam localizados em áreas de baixas declividades e em cotas altimétricas inferiores a 712 m, porém a maioria dos abrigos naturais estavam localizados em cotas altimétricas entre 712 - 812 m podendo ser um indício de altitudes preferenciais à colonização de *D. rotundus* para esse tipo de abrigo. Em relação à cobertura e ao uso do solo, a maioria dos abrigos estavam em área de agricultura e nenhum abrigo natural foi encontrado em áreas de formação florestal, indicando alto grau de antropização do meio rural e florestal da região, com aumento da oferta de abrigos artificiais para *D. rotundus* em relação aos abrigos naturais. A quantificação dos fatores de receptividade relacionados à topografia e ao tipo e cobertura do solo podem auxiliar na elaboração de modelos de áreas de risco de ataques de morcegos hematófagos a herbívoros domésticos, devendo-se levar em consideração os efeitos de escala de cada trabalho e as características de paisagem da região estudada.

Palavras-chave: morcego hematófago; abrigos; SIG.

Abstract

From 2002 to 2004 a study was carried out in the central eastern region of the state of São Paulo, with the objective of quantitatively analyzing determinants of receptivity to the presence of shelters of vampire bats *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810, Chiroptera, Phyllostomidae). In total, 1566 *D. rotundus* were found distributed among 93 shelters in 18 municipalities. Regarding the topography, most of the artificial shelters were located in areas with low slopes and at altitudes below 712 m, but most natural shelters were located at altitudes between 712 - 812 m, which may be an indication of preferential altitudes to colonization of *D. rotundus* for this type of shelter. Regarding the coverage and use of the soil, most shelters were in the agricultural area and no natural shelter was found in areas of forest formation, indicating a high degree of anthropization of the rural and forest environment in the region, with an increase in the supply of shelters for *D. rotundus* compared to natural shelters. The quantification of receptivity factors related to topography, soil type and cover could help with the development of models of areas at risk for attacks by vampire bats on domestic livestock, taking into account the effects of the scale of each study and the landscape characteristics of the region studied.

Keywords: vampire bat; shelters; GIS.

Introdução

O morcego hematófago *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810), pertence à família Phyllostomidae e ordem Chiroptera (Neuweiler, 2000), é a espécie mais comum e abundante de morcego hematófago, alimentando-se exclusivamente de sangue de mamíferos, sendo encontrado somente no Novo Mundo, ocorrendo desde o norte do México até o norte da Argentina e Uruguai (Greenhall, 1983). Habita áreas florestadas assim como regiões desérticas, abrigando-se em locais seguros contra predadores, podendo ser naturais ou artificiais. Entre os abrigos naturais existem as cavernas, furnas, oco de árvores, e entre abrigos artificiais bueiros, porão ou sótão de casas, cisternas e outras construções desabitadas com ambientes escuros e protegidos (Greenhall, 1983; BRASIL, 2009), sendo comumente encontrado em habitats antropogênicos (Johnson et al., 2014).

Devido ao seu papel na transmissão de doenças de caráter zoonótico, como a raiva, para o gado e seres humanos na região Neotropical, *D. rotundus* tem recebido atenção especial das autoridades de saúde pública em toda América Latina (Vigilato et al., 2013).

A raiva paralítica bovina representa um dos principais problemas para a pecuária nas regiões tropicais das Américas (Lee et al., 2012). A raiva é causada por um vírus do gênero *Lyssavirus* (família *Rhabdoviridae*), acomete um grande número de mamíferos, ocasionando uma encefalomielite de curso agudo e letal (Fisher et al., 2018). O vírus está presente na saliva de animais raivosos e, conseqüentemente, a transmissão ocorre, em geral, através da mordedura (Acha e Szyfres, 2003).

Na natureza, o vírus da raiva é mantido por ciclos ocasionalmente inter-relacionados, denominados ciclos aéreo, urbano, rural e silvestre. Ciclo aéreo refere-se à raiva em morcegos, sendo os demais ciclos denominados ciclos terrestres. Ciclo urbano refere-se à raiva em cães e gatos domésticos; ciclo rural refere-se à raiva dos herbívoros, que envolve principalmente bovinos e equinos e na qual o principal vetor é o morcego hematófago *D. rotundus*. O ciclo silvestre refere-se à raiva associada a espécies silvestres, sendo por vezes utilizado englobando o ciclo aéreo (Batista et al., 2007).

Estudos para o controle dessa enfermidade vêm sendo direcionados paralelamente aos de comportamento, controle e dinâmica de

populações do morcego *D. rotundus* e conseqüentemente de aspectos geográficos que favorecem a existência de abrigos em certas áreas, em detrimento de outras (Gomes et al., 2007).

Embora a transformação de paisagens pela atividade humana possa afetar negativamente as populações de várias espécies de morcegos, outras espécies podem se beneficiar dessas transformações. Uma dessas espécies é o morcego hematófago *D. rotundus*, que muitas vezes pode ser encontrado em paisagens dominadas por atividades pecuárias (Bolívar-Cimé et al., 2019).

Entende-se por receptividade a interrelação do conjunto de variáveis que expressam a capacidade de manutenção e que permitem a difusão do transmissor do vírus da raiva nos herbívoros domésticos, o morcego hematófago *D. rotundus*. Essas variáveis são: presença de bovinos, tipo de criação (intensiva ou extensiva), ocorrência de afloramentos de rocha calcária, declividade do terreno, ocorrência de matas permanentes, localização de abrigos naturais permanentes e temporários, localização de abrigos artificiais e de edificações com potencial utilização como abrigos para o transmissor (BRASIL, 2009; Dias et al., 2011).

Em referência ao uso e cobertura da terra, o estado de São Paulo apresenta diferentes tipos de usos e cobertura do início da sua ocupação, com incremento paulatino das áreas de cana-de-açúcar em parcelas do estado (Gomes et al., 2011). Essas alterações na paisagem podem influenciar a distribuição de abrigos de *D. rotundus* e a transmissão do vírus da raiva. A maioria dos abrigos de *D. rotundus* encontrados no estado de São Paulo são artificiais, sendo estes mais comuns na região oeste enquanto os abrigos naturais são mais abundantes na região leste do estado, onde há maior predominância da Floresta Atlântica e de topografia acidentada (Gomes e Uieda, 2004; CDA-SP, 2016;).

Existem poucos estudos quantitativos dos determinantes de receptividade relacionados à disponibilidade de abrigos aptos para *D. rotundus*, sendo a maioria deles qualitativos. Este trabalho teve como objetivo analisar quantitativamente os determinantes de receptividade à presença de abrigos aptos de morcegos hematófagos *D. rotundus* na região centro leste do estado de São Paulo, utilizando de Sistema de Informações Geográficas.

Material e Métodos

Área de estudo

A pesquisa foi realizada durante os anos de 2002 a 2004 na zona rural de 18 municípios localizados na região centro leste do estado de São Paulo, abrangendo a Região Geográfica Intermediária de Araraquara (municípios de Américo Brasiliense, Tabatinga, Cândido Rodrigues, Araraquara, Descalvado, Trabiju, Boa Esperança do Sul, Dobrada, Matão, Santa Lucia, Taquaritinga), a Região Geográfica Intermediária de São Carlos (municípios de São Carlos, Ribeirão Bonito, Ibaté, Dourado, Descalvado) além do município de Analândia, localizado na Região Geográfica Intermediária de Rio Claro (Figura 1).

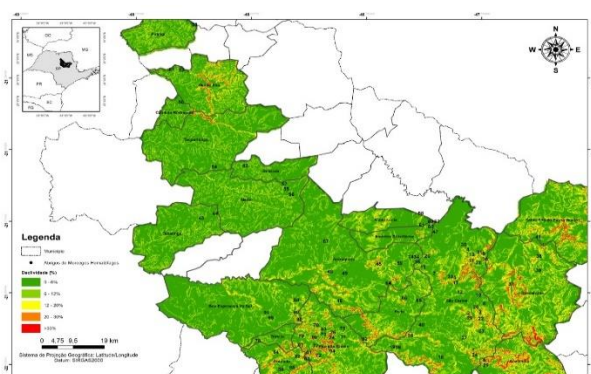


Figura 1. Mapa da declividade da região em estudo e abrigos de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*) encontrados.

A área de estudo apresenta predominantemente baixa declividade e cotas altimétricas entre 412 - 1012 m, com imóveis rurais de tamanhos na sua maioria entre 50 e 500 hectares, onde ocorre a prática da pecuária leiteira e de corte, aves, ovinos e culturas como cana-de-açúcar, soja, laranja, hortaliças e pequenas lavouras de subsistência (IEA, 2002)

A região oferece boas condições para a formação de abrigos de *D. rotundus*, tais como construções abandonadas, grutas, viadutos, túneis e temperatura favoráveis, assim como recursos (água e alimento) em abundância.

Metodologia

Durante os anos de 2002 a 2004 foram realizadas na zona rural dos municípios em estudo buscas por colônias de morcegos hematófagos em abrigos naturais e artificiais, seguindo informações coletadas de proprietários e funcionários rurais sobre a presença de abrigos

destes morcegos na região. Quando localizados, os abrigos foram georreferenciados com o uso de um receptor GPS (*Global Positioning System*) modelo Garmim etrex® e estimada a população de morcegos existentes nos abrigos.

A população de *D. rotundus* nos abrigos foi estimada por observação visual do número de indivíduos em cada abrigo através de contagem simples de indivíduos, e quando encontradas colônias populosas contou-se a quantidade de morcegos aglomerados por metro quadrado e multiplicou-se pelo total da área ocupada pelos mesmos no abrigo (Mialhe e Moschini, 2018), além do volume de fezes destes morcegos existentes no chão, paredes ou outras estruturas. Elas se caracterizam por serem negras em pequenas gotas (quando há poucos indivíduos no local) ou então manchas escorridas e poças de fezes (quando há muitos) (Oliveira et al., 2009).

Pode-se diferenciar se esse é um abrigo ativo, ou seja, se naquele momento há a presença de morcegos hematófagos; ou inativo, se já houve essa presença. Nos abrigos ativos, as fezes são bem escuras, brilhantes e em estado pastoso, assemelhando-se a gotas de óleo queimado. Nos abrigos inativos, essas fezes estarão opacas e secas. O odor amoniacal de sangue digerido é característico nesses locais (Bredt, 1996; Brasil, 2009).

A partir das coordenadas geográficas obtidas no georreferenciamento dos abrigos, foram criados mapas temáticos relacionados à declividade, altitude, uso e cobertura do solo, utilizando-se Cartas Topográficas do IBGE na escala 1:50.000 e o software ARCGIS® 10.2.2.

Resultados

Foram encontrados 1.566 indivíduos da espécie *D. rotundus* distribuídos em 93 abrigos nos municípios estudados, sendo a maioria artificiais (87 abrigos, 93,55%) e seis abrigos naturais (6,45%), conforme ilustram as Tabelas 1 a 5. O número de *D. rotundus* encontrados nos abrigos variou entre 1 a 374 morcegos.

Em relação a declividade, a maioria dos abrigos (44,08%) estavam em áreas com declividade de até 6%, e apenas dois abrigos (2,15%), sendo um abrigo artificial outro natural que estavam em áreas com declividade e acima de 30%, conforme ilustra a Tabela 6.

A Figura 1 mostra o mapa da declividade da região em estudo e os abrigos de *D. rotundus* encontrados.

Tabela 1. Localização, tipos de abrigos, população e cobertura vegetal de abrigos de *Desmodus rotundus* encontrados na Região Geográfica Intermediária de Araraquara (municípios de Américo Brasiliense e Araraquara).

ID	Coordenada Y	Coordenada X	Município	Tipo de abrigo	População	Cobertura vegetal
60	-21,6875	-47,9361	Américo Brasiliense	TU	4	AG
61	-21,6988	-47,9605	Américo Brasiliense	CAB	2	AG
62	-21,6875	-47,9188	Américo Brasiliense	TU	1	AG
63	-21,6877	-47,9361	Américo Brasiliense	TU	2	AG
47	-21,7022	-47,9230	Américo Brasiliense	CAB	7	CSP
48	-21,8413	-48,2125	Araraquara	CAB	7	AG
64	-21,8766	-48,0522	Araraquara	M	78	AG
67	-21,7483	-48,2241	Araraquara	CAB	4	AG
14	-21,7955	-47,9747	Araraquara	CAB	4	CSP
16	-21,7955	-47,9727	Araraquara	CAB	15	CSP
34	-21,7958	-47,9752	Araraquara	CA	0	CSP
49	-21,8461	-48,1719	Araraquara	GP	22	CSP
45	-21,8177	-48,0791	Araraquara	TU	2	FF
46	-21,9305	-48,1866	Araraquara	TU	2	FF
59	-21,8155	-48,0211	Araraquara	TU	8	FF
Total <i>D. rotundus</i>					158	

ID = identificação, A = artificial, N = natural, MT = maternidade, MS = abrigo de macho solteiro, D = digestório, C = casa, CAB = casa abandonada, CX = caixa de água abandonada, TU = túnel, G = gruta, PO = porão, TL = tulha, GP = galeria de água pluvial, CR = curral, M = moinho, AG = Agricultura Perene, CSP = Cultura Semi Perene, FF = Formação Florestal, PAS = Pastagens.

Tabela 2. Localização, tipos de abrigos, população e cobertura vegetal de abrigos de *Desmodus rotundus* encontrados na Região Geográfica Intermediária de Araraquara (municípios de Boa Esperança do Sul, Cândido Rodrigues, Descalvado, Dobrada, Matão, Santa Lucia, Tabatinga, Taquaritinga e Trabiju).

ID	Coordenada Y	Coordenada X	Município	Tipo de abrigo	População	Cobertura vegetal
80	-21,9872	-48,2972	Boa Esperança do Sul	CAB	8	AG
89	-21,9780	-48,3758	Boa Esperança do Sul	PO	7	AG
91	-21,9666	-48,3872	Boa Esperança do Sul	CAB	2	AG
88	-21,9283	-48,3052	Boa Esperança do Sul	CAB	4	CSP
90	-21,9655	-48,3063	Boa Esperança do Sul	CR	3	PAS
50	-21,3233	-48,6225	Cândido Rodrigues	TU	4	AG
37	-21,8791	-47,7144	Descalvado	TL	6	AG
38	-21,7936	-47,6380	Descalvado	PO	6	CSP
41	-21,7341	-47,6402	Descalvado	CA	21	CSP
39	-21,8372	-47,6397	Descalvado	CA	5	FF
42	-21,5172	-48,4461	Dobrada	TU	70	CSP
85	-22,1347	-48,3172	Dourado	TL	3	PAS
55	-21,5727	-48,3333	Matão	TU	1	AG
56	-21,6052	-48,3188	Matão	CAB	8	AG
57	-21,5727	-48,3377	Matão	TL	2	AG
58	-21,6625	-47,9630	Santa Lúcia	CAB	9	AG
43	-21,6772	-48,5669	Tabatinga	CAB	6	AG
44	-21,6633	-48,5280	Tabatinga	CAB	2	CSP
54	-21,5207	-48,5311	Taquaritinga	TU	2	FF
78	-22,0525	-48,4111	Trabiju	TU	13	FF
Total <i>D. rotundus</i>					158	

ID = identificação, A = artificial, N = natural, MT = maternidade, MS = abrigo de macho solteiro, D = digestório, C = casa, CAB = casa abandonada, CX = caixa de água abandonada, TU = túnel, G = gruta, PO = porão, TL = tulha, GP = galeria de água pluvial, CR = curral, M = moinho, AG = Agricultura Perene, CSP = Cultura Semi Perene, FF = Formação Florestal, PAS = Pastagens.

Em relação à altitude, a maioria dos abrigos artificiais (68 abrigos, 78,16%) estavam localizados em cotas altimétricas inferiores a 712 m, com predominância de abrigos localizados em cotas altimétricas entre 512 – 712 m (66 abrigos, 75,86%), conforme ilustra a Tabela 7.

A maioria dos abrigos naturais (4 abrigos, 66,67 %) estavam localizados em cotas altimétricas entre 712 – 812 m. Apesar de terem sido encontrado um abrigo natural de *D. rotundus* (16,66 %) em cota inferior a 512 m e um abrigo natural (16,66 %) em cota entre 912 – 1012 m, nenhum abrigo natural de morcego hematófago

foi encontrado na cota altimétrica entre 512 – 712 m, conforme ilustra a Tabela 7.

A Figura 2 mostra o mapa altimétrico da região em estudo e os abrigos de *D. rotundus* encontrados.

Em relação à cobertura e uso do solo, 51 (54,83%) do total de abrigos estavam em área de agricultura, 15 (16,12%) em áreas de cultura semi perene, 16 (17,20%) em áreas de formação florestal e 11 (11,82%) em áreas de pastagens.

A Figura 3 mostra o mapa do uso e cobertura do solo da região em estudo e os abrigos de *D. rotundus* encontrados.

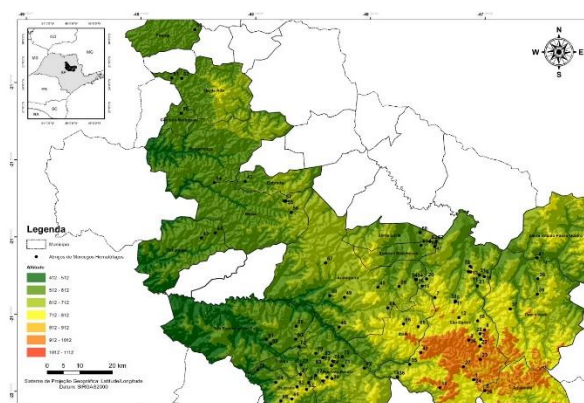


Figura 2. Mapa altimétrico da região em estudo e abrigos de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*) encontrados.

Tabela 3. Localização, tipos de abrigos, população e cobertura vegetal de abrigos de *Desmodus rotundus* encontrados na Região Geográfica Intermediária de São Carlos (municípios de Descalvado, Dourado e Ibaté) e Região Geográfica Intermediária de Rio Claro, município de Analândia.

ID	Coordenada Y	Coordenada X	Município	Tipo de abrigo	População	Cobertura vegetal
37	-21,8791	-47,7144	Descalvado	TL	6	AG
38	-21,7936	-47,6380	Descalvado	PO	6	CSP
41	-21,7341	-47,6402	Descalvado	CA	21	CSP
39	-21,8372	-47,6397	Descalvado	CA	5	FF
83	-22,1077	-48,2761	Dourado	CAB	34	AG
86	-22,1405	-48,3475	Dourado	TL	21	AG
87	-22,0655	-48,2930	Dourado	CAB	2	AG
82	-22,1002	-48,3027	Dourado	CAB	2	CSP
84	-22,0875	-48,3613	Dourado	TL	11	PAS
85	-22,1347	-48,3172	Dourado	TL	3	PAS
66	-21,9219	-48,0088	Ibaté	CAB	12	AG
65	-21,9297	-47,9683	Ibaté	GR	5	PAS
6	-22,1113	-47,7844	Analândia	GR	6	AG
25	-22,1113	-47,7844	Analândia	CA	1	AG
Total <i>D. rotundus</i>					135	

ID = identificação, A = artificial, N = natural, MT = maternidade, MS = abrigo de macho solteiro, D = digestório, C = casa, CAB = casa abandonada, CX = caixa de água abandonada, TU = túnel, G = gruta, PO = porão, TL = tulha, GP = galeria de água pluvial, CR = curral, M = moinho, AG = Agricultura Perene, CSP = Cultura Semi Perene, FF = Formação Florestal, PAS = Pastagens.

Tabela 4. Localização, tipos de abrigos, população e cobertura vegetal de abrigos de *Desmodus rotundus* encontrados na Região Geográfica Intermediária de São Carlos (município de Ribeirão Bonito).

ID	Coordenada Y	Coordenada X	Município	Tipo de abrigo	População	Cobertura vegetal
68	-22,0836	-48,2313	Ribeirão Bonito	CAB	12	AG
70	-22,0052	-48,2508	Ribeirão Bonito	GR	3	AG
71	-22,0411	-48,1761	Ribeirão Bonito	CAB	2	AG
72	-22,0730	-48,2200	Ribeirão Bonito	CAB	2	AG
79	-22,0383	-48,2919	Ribeirão Bonito	CAB	14	CSP
94	-22,0768	-48,2064	Ribeirão Bonito	GR	7	CSP
69	-22,0175	-48,2311	Ribeirão Bonito	TL	71	FF
73	-22,0177	-48,2308	Ribeirão Bonito	TU	26	FF
76	-22,0269	-48,2047	Ribeirão Bonito	TU	12	FF
92	-22,0473	-48,1168	Ribeirão Bonito	TU	124	FF
93	-22,0171	-48,2304	Ribeirão Bonito	TU	35	FF
74	-22,0402	-48,2077	Ribeirão Bonito	TU	3	PAS
75	-22,0152	-48,1783	Ribeirão Bonito	GR	1	PAS
77	-22,0680	-48,2513	Ribeirão Bonito	CAB	2	PAS
81	-22,0883	-48,2708	Ribeirão Bonito	CAB	5	PAS
Total <i>D. rotundus</i>					319	

Discussão

A região em estudo é composta por declividade predominantemente inferior a 6%, o que refletiu na maioria dos abrigos localizados (41 abrigos, 44,08%) que estavam nesta cota de declividade e somente dois abrigos (2,15%), um natural e outro artificial, com declividade acima de 30%. Esses valores são muito inferiores aos encontrados a outros estudos, que apresentam uma tendência para localização dos abrigos em áreas de declividade acentuada, acima de 40% (Silva et al., 2001).

A cotas altimétricas dos municípios estudados apresentaram na sua maior parte cotas inferiores a 712 m (Figura 2), o que repercutiu na maioria dos abrigos artificiais localizados. Porém observou-se uma diferença nas cotas altimétricas entre abrigos artificiais e naturais: enquanto que a maioria dos abrigos artificiais (66 abrigos, 75,86%) estavam localizados em cotas altimétricas entre 512 – 712 m, nenhum abrigo natural estava nesta cota. Os abrigos naturais encontravam-se na sua maioria (4 abrigos, 66,67%) localizados em cotas altimétricas entre 712 – 812 m, enquanto que somente 12,65% dos abrigos artificiais encontravam-se nesta cota altimétrica (Tabela 7).

Cotas altimétricas semelhantes às encontradas no presente estudo para abrigos naturais também foram relatadas na região cárstica de Minas Gerais, de declividade acentuada, onde a totalidade dos abrigos naturais estavam em cotas acima de 712m, com predominância (63,63%) de cotas entre 710 – 810 m (Almeida, 2002), percentual próximo ao encontrado para cotas altimétricas de abrigos naturais no presente estudo (66,67%).

Aspectos geográficos favorecem a existência de diferentes tipos de abrigos em certas áreas, em detrimento de outras. Em estudo na região cárstica de Cordisburgo - MG (Almeida, 2002), foram encontrados 18 abrigos naturais e nenhum abrigo artificial foi colonizado por *D. rotundus*. No presente estudo, realizado em região com topografia predominantemente de baixa declividade, a maioria dos abrigos (87 abrigos, 93,55%) eram artificiais, assim como a maioria dos abrigos de *D. rotundus* encontrados no estado de São Paulo (Gomes e Uieda, 2004; CDA-SP, 2016), indicando alta adaptabilidade de *D. rotundus* a ambientes antropizados.

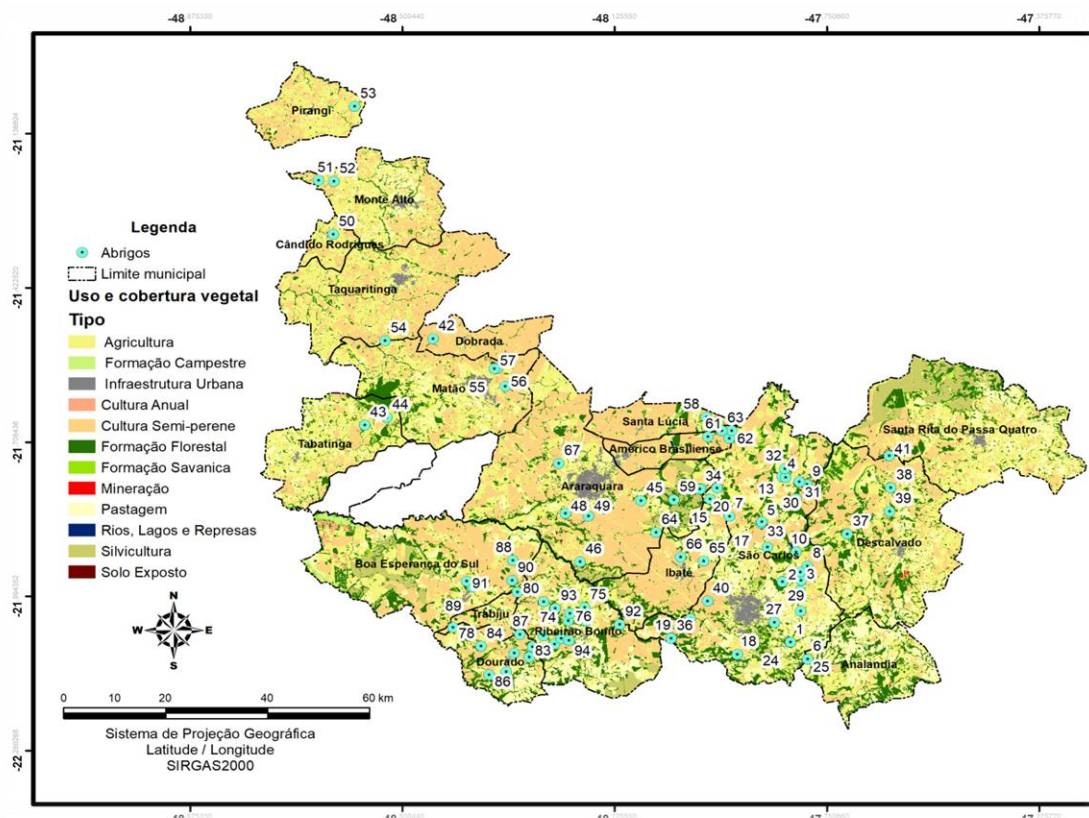


Figura 3. Mapa da cobertura e uso do solo da região em estudo e abrigos de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*).

Tabela 5. Localização, tipos de abrigos, população e cobertura vegetal de abrigos de *Desmodus rotundus* encontrados na Região Geográfica Intermediária de São Carlos (município de São Carlos).

ID	Coordenada Y	Coordenada X	Município	Tipo de abrigo	População	Cobertura vegetal
1	-22,0802	-47,8155	São Carlos	TL	68	AG
2	-21,9675	-47,8286	São Carlos	CA	13	AG
3	-21,9652	-47,7961	São Carlos	CX	9	AG
4	-21,7733	-47,8297	São Carlos	TU	43	AG
5	-21,8594	-47,8661	São Carlos	TL	12	AG
7	-21,8470	-47,9222	São Carlos	PO	9	AG
8	-21,9386	-47,7852	São Carlos	GR	374	AG
9	-21,7872	-47,7861	São Carlos	TL	37	AG
10	-21,9130	-47,8047	São Carlos	CAB	2	AG
12	-21,9036	-47,8558	São Carlos	CAB	11	AG
13	-21,7744	-47,8233	São Carlos	TU	5	AG
17	-21,8597	-47,8669	São Carlos	TL	12	AG
19	-22,0722	-48,0252	São Carlos	TL	6	AG
20	-21,7941	-47,9450	São Carlos	CAB	4	AG
21	-21,8141	-47,8050	São Carlos	TU	7	AG
22	-21,9847	-47,7980	São Carlos	CX	74	AG
23	-22,0222	-47,7969	São Carlos	CX	3	AG
24	-22,0800	-47,8150	São Carlos	TL	3	AG
27	-22,0433	-47,8436	São Carlos	CA	1	AG
28	-21,9497	-47,7977	São Carlos	CAB	14	AG
29	-21,9677	-47,8288	São Carlos	TL	1	AG
30	-21,7872	-47,7861	São Carlos	TL	4	AG
36	-22,0730	-48,0255	São Carlos	TL	3	AG
40	-22,0038	-47,9613	São Carlos	TL	22	CSP
11	-21,7822	-47,7994	São Carlos	TU	4	FF
18	-22,1027	-47,9086	São Carlos	CAB	2	FF
31	-21,7822	-47,7994	São Carlos	TU	3	FF
33	-21,8566	-47,8658	São Carlos	PO	2	FF
35	-22,0366	-47,9916	São Carlos	BU	26	FF
15	-21,8144	-47,9572	São Carlos	CX	15	PAS
32	-21,7583	-47,8250	São Carlos	TU	7	PAS
Total <i>D. rotundus</i>					796	

ID = identificação, A = artificial, N = natural, MT = maternidade, MS = abrigo de macho solteiro, D = digestório, C = casa, CAB = casa abandonada, CX = caixa de água abandonada, TU = túnel, G = gruta, PO = porão, TL = tulha, GP = galeria de água pluvial, CR = curral, M = moinho, AG = Agricultura Perene, CSP = Cultura Semi Perene, FF = Formação Florestal, PAS = Pastagens.

Tabela 6. Número e percentual de abrigos de *Desmodus rotundus* encontrados em suas respectivas declividades.

Declividade	Número de abrigos de <i>D. rotundus</i> encontrados	Percentual dos abrigos de <i>D. rotundus</i> encontrados
Até 6%	41	44,08 %
Entre 6 – 12%	23	24,76%
Entre 12- 20%	18	19,35%
Entre 20-30%	9	9,67%
Acima de 30%.	2	2,15%
Total	93	100 %

Desse modo, em relação a declividade, observa-se que a maioria dos abrigos artificiais e naturais de *D. rotundus* encontravam-se em cotas hipsométricas que refletem as diferentes características topográficas de cada região, ocorrendo em maiores proporções segundo a declividade predominante nestas, como observado neste estudo e em regiões com topografia mais acidentada (Silva et al., 2001; Almeida, 2002).

De forma semelhante a declividade, as cotas altimétricas em que se encontravam os

abrigos artificiais também refletiram as diferentes características topográficas de cada região, ocorrendo em maiores proporções segundo as cotas altimétricas predominantes. Porém, em relação a abrigos naturais, observa-se maior ocorrência em cotas altimétricas entre 710 – 810 m, independente da cota altimétrica predominante na região, como observado neste estudo e na região cárstica de Minas Gerais (Almeida, 2002), podendo ser um indicio de cotas altimétricas

preferenciais para a colonização de abrigos naturais por *D. rotundus*.

Em relação ao uso do solo, a maior parte do total de abrigos de *D. rotundus* encontrados (51 abrigos, 54,83%) estavam em áreas de agricultura, que somadas às áreas de cultura semi perene (15

abrigos, 16,12%) totalizam 70,95 % das áreas onde foram encontrados os abrigos de *D. rotundus*, percentual superior aos encontrados em áreas de formação florestal (16 abrigos, 17,20%) e em áreas de pastagens (11 abrigos, 11,82%).

Tabela 7. Cotas altimétricas, número e percentual de abrigos artificiais e naturais de *Desmodus rotundus*

Cota altimétrica	Número total de abrigos artificiais de <i>D. rotundus</i> encontrados	Percentual do total de abrigos artificiais de <i>D. rotundus</i> encontrados	Número de abrigos naturais de <i>D. rotundus</i> encontrados	Percentual de abrigos naturais de <i>D. rotundus</i> encontrados
412 - 512 m	2	2,30%	1	16,66 %
512 - 612 m	30	34,48%	-	-
612 - 712 m	36	41,38%	-	-
712 - 812 m	11	12,65%	4	66,67 %
812 - 912m	1	1,15%	-	-
912 - 1012m	7	8,04%	1	16,66 %
Total	87	100 %	6	100%

A maioria dos abrigos naturais (4 abrigos, 66,67%) também se concentraram nas áreas de agricultura e culturas semi perene e os demais (2 abrigos, 33,33%) em áreas de pastagem, sendo que nenhum abrigo natural foi encontrado em áreas de formação florestal. Todos os abrigos encontrados em áreas de formação florestal eram artificiais, com predominância de túneis (11 abrigos, 68,75%) e os demais abrigos consistiam de casa habitada, casa abandonada, porão e tulha, indicando um alto grau de antropização do meio rural e florestal da região, com aumento da oferta de abrigos artificiais para *D. rotundus*.

Os abrigos localizados nas áreas de pastagem eram na sua maioria (9 abrigos, 81,81%) artificiais, sendo distribuídos de forma regular nas cotas altimétricas entre 412 a 812 m. Apenas dois abrigos localizados nestas áreas eram naturais (18,19%), um localizado entre 412 – 512 m e outro na cota de 712-812 m.

Dados recolhidos em todo o Brasil mostraram que as cavernas de morcegos hematófagos são realmente uma exceção, geralmente restritas a áreas com alta densidade de cavernas. Este é o caso de cavernas de arenito, tais como aqueles no Pará e São Paulo (Trajano e Moreira, 1991; Campanha e Fowler, 1993). A paisagem menos irregular em regiões de arenito é mais favorável à pecuária extensiva e agricultura (Trajano, 1996).

O relevo de cada região deve ser considerado como um condicionador para o tipo de cobertura e o do uso do solo, que por sua vez, atuam como modeladores espaciais para a ocorrência de abrigos de *D. rotundus* e da raiva dos herbívoros. Grandes áreas de florestas, de

forma geral, estão situadas nas regiões de maior declividade; já áreas extensivas de plantações e pastagens situam-se nas partes mais planas e média declividade (Gomes et al., 2011).

Desta forma, devido à alta adaptabilidade de *D. rotundus* a ambientes antropizados, os fatores topográficos relacionados à presença de abrigos artificiais destes morcegos não apresentaram cotas de declividade e altimétrica preferenciais. Embora a maioria dos abrigos artificiais (66 abrigos, 75,86%) estejam em cotas altimétricas entre 512 – 712 m, a localização destes abrigos artificiais nestas cotas reflete a topografia predominante na região (Figura 2).

Em relação aos fatores topográficos relacionados à presença de abrigos naturais de morcegos hematófagos, as cotas de declividade também estavam relacionadas com a topografia dominante da região, de forma semelhante ao que ocorreu em abrigos artificiais. Porém, em relação à altimetria, percebe-se que a maioria deles localizam-se preferencialmente em cotas altimétricas superiores a 710 m, como observado tanto no presente estudo, que possui predominantemente baixa declividade e altitudes médias, assim como em regiões de alta declividade e altitudes elevadas (Almeida, 2002).

Estudos na região nordeste do estado de São Paulo mostram que as progressões da raiva bovina se aproximaram de áreas com baixa altimetria e declividade (várzeas dos rios) e ausência de grandes áreas florestais (Gomes et al., 2011), e trabalhos realizados em Minas Gerais (Silva et al., 2001) constataram que a raiva dos herbívoros esteve associada às lavouras permanentes e temporárias, características de

paisagem semelhantes às encontradas na maioria dos abrigos de *D. rotundus* no presente estudo.

Apesar de áreas de pastagens devido à presença de bovinos estarem comumente associadas a modelos de áreas de risco para circulação do vírus da raiva em herbívoros (Gomes et al. 2007; Dias et al., 2011; Gomes et al., 2011), no presente estudo a minoria dos abrigos (11 abrigos, 11,82%) estava em áreas de pastagens, sendo que dois abrigos eram naturais. Isso pode ser explicado devido ao menor número de construções rurais encontradas em áreas de pastagens em relação a áreas de agricultura e culturas semi perenes, pois estas últimas comumente apresentam maior quantidade e diversidade de construções (casas abandonadas, tulhas, túneis, galeria de água pluvial, etc.) que aumentam a oferta de abrigos artificiais para esses morcegos.

Devido a sua grande adaptabilidade a ambientes antropizados, podemos considerar *D. rotundus* como uma boa espécie indicadora de perturbação antrópica do habitat ou de alteração do uso da terra (Medellín, 1993).

Poucos estudos informam dados quantitativos a respeito da topografia em que encontram-se abrigos de morcegos hematófagos, sendo a maioria deles qualitativos. A quantificação desses dados é importante para estudos que avaliam os fatores de receptividade à presença de abrigos de *D. rotundus*, fatores estes que por sua vez costumam ser incluídos em modelos de áreas de risco de transmissão da raiva bovina.

O predomínio de abrigos de *D. rotundus* localizados em áreas de agricultura e de baixa declividade no estado de São Paulo de certa forma difere das observações do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009) ao se considerar que regiões declivosas e áreas com florestas são as mais propícias para o estabelecimento de abrigos de *D. rotundus* e o grassamento da raiva dos herbívoros (BRASIL, 2009; Gomes et al., 2011).

Em vista disto, faz-se necessária uma reavaliação dos fatores de receptividade à presença de abrigos de morcegos hematófagos relacionados à topografia e ao tipo e à cobertura do solo que são incluídos em modelos de áreas de risco de ataques de morcegos hematófagos a herbívoros domésticos, devendo-se levar em consideração os efeitos de escala de cada trabalho

e as características de paisagem da região estudada.

Conclusão

A maioria dos abrigos de *D. rotundus* no presente estudo esteve associado a áreas menos declivosas de agricultura e culturas semi perenes, e nenhum abrigo natural foi encontrado em áreas de formação florestal, demonstrando intensa perturbação antrópica da região com aumento da oferta de abrigos artificiais para *D. rotundus*. A predominância da ocorrência de abrigos naturais em cotas altimétricas superiores a 710 m encontrados neste estudo e outros trabalhos com topografias diversas pode ser um indício de altitudes preferenciais à colonização de *D. rotundus* para esse tipo de abrigo. A quantificação dos fatores de receptividade à presença de abrigos de *D. rotundus* pode auxiliar na elaboração de modelos de áreas de risco de ataques de morcegos hematófagos a herbívoros domésticos.

Conflito de Interesse

Os autores declaram não existir conflito de interesse de ordem pessoal ou econômica no manuscrito.

Comitê de Ética

A obtenção dos dados precede a criação da Comissão de Ética no Uso de Animais na UFSCar – Universidade Federal de São Carlos, na qual foi criada pela portaria GR 721/2014 e Lei Federal n. 11794 de 8 de outubro de 2008, que regulamenta o uso de animais para pesquisa e também é posterior a obtenção dos dados. Não obstante, a pesquisa não envolveu a coleta de animais em campo, sendo realizada apenas a observação indireta.

Referências

- Acha, P.N.; Syfres, B. **Zoonoses and communicable disease common to man and animals**. 3^a ed. Washington: Pan American Health Organization, 2003. v. 2, 425 p. Disponível em: <<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/ZoonosesVol-2.pdf>>. Acesso em 21 out. 2020.
- Almeida, E.O.; Moreira, E.C.; Naveda, A.B.; Herrmann, G. P. Combate ao *Desmodus rotundus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) na região cárstica de Cordisburgo e Curvelo, Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de**

- Medicina Veterinária e Zootecnia**, 54 (2): 117-126, 2002.
- Batista, H.B.C.R.B.; Franco, A.C.F.; Roehe, P.M. Raiva, uma breve revisão. **Acta Scientiae Veterinariae**, 35(2): 125-144, 2007.
- Bolívar-Cimé, B.; Flores-Peredo, R.; García-Ortíz, S.A.; Murrieta-Galindo, R.; Laborde, J. Influencia de la estructura del paisaje en la abundancia de *Desmodus rotundus* (Geoffroy 1810) en el noreste de Yucatán, México **Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**. 6(17): 263-271, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Controle da raiva dos herbívoros: manual técnico**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. p. 43-56. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20dos%20herbivoros/revis%C3%A3o%20sobre%20raiva.pdf>. Acesso em 21 out. 2020
- Bredt, A.I.; Araújo, F.A.A.; Caetano-Júnior, R.; Rodrigues, M.G.R.; Yoshizawa, M.; Silva, M.M. S.; Harmani, N.M.S.; Massunaga, P.N.T.; Bürer, S.P.; Potro, V.A.R.; Uieda, W. **Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, 1996, 117p.
- Bredt, A.; Uieda, W.; Magalhães, E.D. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(3): 731-770, 1999.
- Campanha, R.A.C.; Fowler, H.G. Roosting assemblages of bats in arenitic caves in remnant fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Biotropica**, 25(3): 362-365, 1993.
- CDA-SP, Coordenadoria de Defesa Agropecuária de São Paulo 2016. **São Paulo tem 4,6 mil abrigos de morcegos hematófagos cadastrados**. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/noticias/2016/sao-paulo-tem-46-mil-abrigos-de-morcegos-hematofagos-cadastrados,975.html>>. Acesso em 21 out. 2020.
- Dias, R.A.; Nogueira Filho, V.S.; Goulart, C.S.; Telles, I.C.O.; Marques, G.H.F.; Ferreira, F.; Amaku, M.; Ferreira Neto, S. Modelo de risco para circulação do vírus da raiva em herbívoros no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, 30(4): 370-376, 2011.
- Fisher, C.R.; Streicker, D.G., Schnell, M.J. The spread and evolution of rabies virus: conquering new frontiers. **Nature Reviews Microbiology**, 16(4): 241- 255, 2018.
- Gomes, M.N.; 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. **Revista Brasileira de Zoologia** 21(3): 629-638, 2004.
- Gomes, M.N.; Monteiro, A.M.V.; Nogueira, V.S.; Gonçalves, C.A. Áreas propícias para o ataque de morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* em bovinos na região de São João da Boa Vista, Estado de São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 27(7): 307-313, 2007.
- Gomes, M.N.; Monteiro, A.M.V.; Escada, M.I.S. Raiva bovina segundo os mosaicos de uso e cobertura da terra no estado de São Paulo entre 1992 e 2003. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(2): 287-295, 2011.
- Greenhall, A.M.; Joermann, G.; Schmidt, U.; Seidei, M.R. *Desmodus rotundus*. **Mammalian Species**, 202: 1-6, 1983.
- Johnson, N.; Aréchiga-Ceballos, N.; Aguilar-Setien, A. Vampire bat rabies: Ecology, Epidemiology and Control. **Viruses**, 6: 1911-1928, 2014.
- Lee, D.N.; Papes, M.; Denbussche, R.A.V. Present and potential future distribution of common vampire bats in the Americas and the associated risk to cattle. **PLoS ONE**, 7(8): e4266, 2012.
- Medellín, R.A. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. In: Medellín, R.A.; Ceballos, G. **Avances en el estudio de los mamíferos de México**. México: Asociación Mexicana de Mastozoología. Publicaciones especiales, 1993, p. 333-354.
- Mialhe, P.J.; Moschini, L.E. Análise de fatores de receptividade e vulnerabilidade na elaboração de modelo de risco de ataques de morcegos hematófagos a bovinos no município de São Pedro – SP. **Archives of Veterinary Science**, 23(2): 72-83, 2018.

- Neuweiler, G.; Covey, E. **The biology of bats**. New York: Oxford University Press, 2000. 310p.
- Oliveira, P.R.; Silva, D.A.R.; Rocha, J.H.; de Melo, S.M.A.; Bombonato, N.G.; Carneiro e Silva, F.O. Levantamento, cadastramento e estimativa populacional das habitações de morcegos hematófagos, antes e após atividades de controle, no Município de Araguari, MG. **Arquivo do Instituto Biológico do Estado de São Paulo**, 76(4): 553- 560, 2009.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Economia Agrícola (IEA). **Centro Leste Paulista Ganha Pólo Regional Dos Agronegócios**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=670>>. Acesso em 21 out. 2020.
- Silva, J.A.; Moreira, E.C.; Haddad, J.P.A.; Sampaio, I.B.M.; Modena, C.M.; Tubaldini, M.A.S. Uso da terra como determinante da distribuição da raiva bovina em Minas Gerais, Brasil. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 53(3): 273-283, 2001.
- Souza, P.G.; Amaral, B.M.P.M.; Gitti, C.B. Raiva animal na cidade do Rio de Janeiro: emergência da doença em morcegos e novos desafios para o controle. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 73(1): 119-124, 2014.
- Taddei, V.A.; Gonçalves, C.A.; Pedro, W.A.; Tadei, W.J.; Kotai, I.; Arieta, C. **Distribuição do morcego vampiro *Desmodus rotundus* no Estado de São Paulo e a raiva dos animais domésticos**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Campinas, 1991. 107p.
- Trajano, E. Movements of cave bats in Southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera) **Biotropica**, 28(1): 121-129, 1996.
- Vigilato, M.A.N.; Cosivi, O.; Clavijo, Knöbl, T.A.; Silva, H.M.T. Rabies update for Latin America and the Caribbean. **Emerging Infectious Diseases**, 19(4): 678–679, 2013.