

A FEBRE AMARELA SILVESTRE
E A CONSERVAÇÃO DO BUGIO-PRETO (*Alouatta caraya*)
EM BOSSOROCA, RS, BRASIL

David Santos de Freitas

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

A FEBRE AMARELA SILVESTRE
E A CONSERVAÇÃO DO BUGIO-PRETO (*Alouatta caraya*)
EM BOSSOROCA, RS, BRASIL

David Santos de Freitas

Orientador: Dr. Júlio César Bicca-Marques

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PORTO ALEGRE - RS - BRASIL

2011

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS	17
DISCUSSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

Na Biologia, nada faz sentido se não à luz da evolução...

T. Dobzhansky

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Júlio César Bicca-Marques pelos ensinamentos, companheirismo e por todos os jogos de futebol (psicólogo) durante esses dois anos de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida que propiciou a realização desta pesquisa e à Conservation International pelo auxílio de custos do projeto através do Primate Action Fund.

Aos membros da banca examinadora, Drs. Ilaria Agostini, Vanessa Barbisan Fortes, Martin Kowalewski e Antônio Rossano Mendes Pontes, pelas importantes contribuições que auxiliaram a melhorar a qualidade final da dissertação.

Aos moradores da Estância Três Cerros, Renato Mota Leães, Glaucia Rejane Pedroso Pacheco, Glauco Pacheco Leães e Renato Pacheco Leães, pela estadia durante o censo realizado em Alegrete, mas principalmente pela amizade e lições de vida que aprendi com essa família. *Devagar, mas sempre com força...*

Aos moradores da Estância Olhos D'Água, Átila Leães Dorneles e Maria Ximena Alvarez de Toledo e aos amigos da Estância Ibirapuitã, Luiz Joaquim Escarrone Rodrigues e Antonino Souza Dorneles pela ajuda nos primeiros dias de campo em Alegrete.

Ao Secretário de Saúde de Bossoroca Júlio César Ávila Machado pelo apoio durante a pesquisa.

Às Fiscais Sanitárias e Ambientais de Bossoroca, Morgane Pires, Eva de Fátima Aquino Ferreira, Terezinha Cogo Lançanova, Eunice de Lourdes dos Santos dos Reis e o fiscal Alex Santos Gomes, pelo apoio, ajuda e amizade durante o levantamento dos fragmentos na região.

Ao Sr. Evaldo Antunes Bueno e família pela estadia durante o censo realizado em Bossoroca.

Aos proprietários propriedades visitadas em Alegrete e Bossoroca que abriram as portas gentilmente para que eu pudesse realizar a pesquisa.

Ao Biólogo M. Sc. Marco Antônio Barreto de Almeida, pelo apoio e pelas discussões acerca do tema.

Aos meus colegas do Laboratório de Primatologia da PUCRS, Anamélia Jesus, Daniela Gomes, Danusa Guedes, Ivana Silveira, Lucas Aguiar, Jonas Gonçalves e Rafael Magalhães, pelas discussões incansáveis acerca dos temas mais diversos, mas que sem dúvida, nos acrescentaram em vários aspectos.

Aos meus amigos Bruna Vieira, Caio Perez, Diego Madia, Fernanda Ávila, Luiza Vidal, Tamara Esteves, Thiago Zucchi e Vitor Dapper, pela força durante os momentos tensos que passei durante o mestrado.

Por último, mas não menos importante, à minha família que gerou as bases necessárias para o meu desenvolvimento como pessoa, dando condições e apoio para eu realizar o mestrado.

RESUMO

Epizootias envolvendo primatas têm sido documentadas em várias partes do mundo. A febre amarela silvestre é um exemplo que vem causando impactos nas populações de alguns primatas neotropicais, especialmente *Alouatta* spp.. De outubro de 2008 a abril de 2009 ocorreu um surto de febre amarela silvestre no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, levando ao óbito mais de 2000 bugios (*Alouatta caraya* e *Alouatta guariba clamitans*). A fim de estimar o impacto do surto no estado de conservação das espécies, esta pesquisa comparou a estrutura populacional de bugios-pretos (*A. caraya*) habitantes de uma região sem relatos recentes da doença (Alegrete) com uma região onde ocorreram mortes comprovadas por febre amarela (Bossoroca). Foram realizados levantamentos populacionais em 55 fragmentos florestais e uma mata ciliar em Alegrete e em 83 fragmentos florestais e uma mata ciliar em Bossoroca. Em Alegrete foram encontrados bugios em 31 fragmentos e avistados quatro grupos na mata ciliar, enquanto em Bossoroca foram encontrados bugios em apenas 10 fragmentos e avistados três grupos na mata ciliar. A taxa de extinção recente de populações isoladas em fragmentos em Bossoroca foi estimada em 80%, a qual foi causada principalmente pela febre amarela, enquanto em Alegrete essa taxa foi estimada em 14%. Estas extinções locais aumentaram a distância entre as populações remanescentes, provavelmente dificultando o fluxo gênico e reduzindo a viabilidade das populações e a sobrevivência da espécie em longo prazo na região. Por fim, os grupos remanescentes em Bossoroca apresentaram tamanho e estrutura semelhante aos grupos de Alegrete e àqueles citados na literatura, o que sugere que não há diferença sexo-etária na resistência ao vírus amarelíco e na seletividade do mosquito vetor.

Palavras-chave: doença, epizootias, estrutura populacional, metapopulação, biologia da conservação, primatas.

ABSTRACT

Epizooties affecting primates have been reported in several regions of the world. The sylvatic yellow fever is an example that has impacted populations of neotropical primates, especially *Alouatta* spp.. From October 2008 to April 2009 an outbreak of sylvatic yellow fever hit the state of Rio Grande do Sul, Brazil, causing the death of over 2000 howler monkeys (*Alouatta caraya* and *Alouatta guariba clamitans*). To estimate the impact of the outbreak on the conservation status of the species, this research compared the structure of black-and-gold howler monkey (*A. caraya*) populations inhabiting a region where there is no recent report of the disease (Alegrete) with a region where there were confirmed deaths by yellow fever (Bossoroca). Population surveys were conducted in 55 forest fragments and a gallery forest in Alegrete and in 83 forest fragments and a gallery forest in Bossoroca. In Alegrete howler monkeys were found in 31 fragments and four social groups were seen in the gallery forest, whereas in Bossoroca howlers were found in only 10 fragments and three social groups were identified in the gallery forest. The recent rate of extinction of isolated fragment populations in Bossoroca was estimated at 80%, caused mainly by yellow fever, whereas this rate was estimated at 14% in Alegrete. These local extinctions increased the distance between the remaining populations, probably compromising gene flow and reducing the long-term viability of populations and the survival of the species in the region. Finally, the size and structure of the remaining groups of Bossoroca were similar to those of the groups of Alegrete and the groups mentioned in the literature, suggesting that there is no age-sex difference in susceptibility to the yellow fever virus and in the selectivity by the vector mosquito.

Key words: disease, epizooties, population structure, metapopulation, conservation biology, primates

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização dos municípios de Alegrete (área não impactada pelo surto de febre amarela) e Bossoroca (área atingida pelas epizootias de 2008-2009). Adaptado de Google Earth®..... 9
- Figura 2.** Localização da trilha (4 km) na Restinga do Jacaré, Alegrete, onde foi realizado o censo populacional. Adaptado de Google Earth®..... 11
- Figura 3.** Localização das 43 áreas visitadas pelos técnicos da Secretaria da Saúde de Bossoroca onde foram encontrados bugios-pretos mortos durante o surto de febre amarela de 2008-2009. Adaptado de Google Earth®..... 12
- Figura 4.** Localização da trilha (4 km) no Rio Icamaguã, Bossoroca, onde foi realizado o censo populacional. Adaptado de Google Earth®..... 13
- Figura 5.** Casal de *Alouatta caraya* (fêmea, à esquerda; macho, à direita) pertencente a um grupo habitante da mata ciliar da Restinga do Jacaré, Alegrete, RS..... 15
- Figura 6.** Localização dos fragmentos florestais (bandeiras e balões) e da mata ciliar (círculo verde) em Alegrete. Bandeiras indicam as áreas com presença de bugios; balões brancos, áreas onde não foram encontrados bugios; balões verdes, áreas com relato positivo de presença da espécie, mas sem nenhum avistamento; balões azuis, relatos de morte recente de bugio. Adaptado de Google Earth®..... 18
- Figura 7.** Localização dos fragmentos florestais (bandeiras e balões) e a mata ciliar (círculo verde) em Bossoroca. Bandeiras indicam as áreas com presença de bugios; balões brancos, áreas onde não foram encontrados bugios e sem relato de epizootia pelos moradores; balões azuis, áreas com relatos de morte recente de bugios-pretos. Os números 6-15, 21, 37-61, 63-66, 68, 72 e 79 indicam as áreas visitadas pelos técnicos da Secretaria da Saúde de Bossoroca. Adaptado de Google Earth®..... 19
- Figura 8.** Porcentagem dos fragmentos habitados por bugios-pretos em cada classe de 2 km de distância do fragmento habitado mais próximo: (a) Alegrete (n=31 fragmentos); (b) Bossoroca (n=10 fragmentos); (c) porcentagem dos fragmentos sem bugios-pretos em cada classe de 2 km de distância do fragmento habitado mais próximo (cenário de recolonização; n=73); (d) porcentagem dos fragmentos habitados por bugios-pretos antes do surto de febre amarela de 2008-2009 em cada classe de 2 km de distância do fragmento habitado mais próximo (cenário reconstruído; n=79)..... 20

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição de grupos de *Alouatta caraya* segundo a literatura. Os números na tabela indicam a média das categorias e entre parênteses a amplitude (mínimo-máximo)..... 6
- Tabela 2.** Composição sexo-etária dos grupos habitantes dos fragmentos florestais de Alegrete. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulto, JOV=Jovem, INF=Infante..... 21
- Tabela 3.** Composição sexo-etária dos grupos habitantes dos fragmentos florestais de Bossoroca. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulto, JOV=Jovem, INF=Infante..... 24
- Tabela 4.** Composição sexo-etária dos grupos habitantes da mata ciliar de Alegrete. A distância é referente à distância do local do avistamento ao começo da trilha. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulto, JOV=Jovem, INF=Infante..... 25
- Tabela 5.** Composição sexo-etária dos grupos habitantes da mata ciliar de Bossoroca. A distância é referente à distância do local do avistamento ao começo da trilha. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulto, JOV=Jovem, INF=Infante..... 26
- Tabela 6.** Análise de *Bootstrap* (com teste *t* de Student) comparando o tamanho dos grupos, o número de indivíduos em cada classe sexo-etária e os parâmetros razão sexual operacional (MAD/FAD), razão infantes por fêmea (INF/FAD) e razão imaturos por fêmea (IMA/FAD) entre os tipos de ambiente estudados. Os resultados significativos são mostrados em negrito..... 27
- Tabela 7.** Análise de *Bootstrap* (com teste *t* de Student) comparando o tamanho dos grupos, o número de indivíduos em cada classe sexo-etária e os parâmetros razão sexual operacional (MAD/FAD), proporção de infantes por fêmea (INF/FAD) e proporção de imaturos por fêmeas (IMA/FAD) dos grupos observados neste estudo com os grupos citados na literatura. Os resultados significativos são mostrados em negrito..... 28

INTRODUÇÃO

A ordem Primates é composta por mais de 600 táxons distribuídos na África, Ásia e na América Latina. Cerca de 35% destes táxons encontra-se ameaçado de extinção devido à perda de habitat, causada principalmente pelo avanço da agricultura e pecuária e o corte seletivo de árvores, e à caça (IUCN, 2010). Embora epizootias envolvendo mamíferos tenham sido documentadas em diversas partes do mundo, até o momento nenhum primata ameaçado de extinção tem as doenças com uma das principais causas de seu estado de conservação (Breed *et al.*, 2009; ver também, Cowlshaw & Dunbar, 2000).

Os agentes patogênicos podem ser vírus, bactérias, protozoários, helmintos, artrópodes ou fungos (Breed *et al.*, 2009). Dentre as doenças provocadas por vírus em primatas destacam-se a febre hemorrágica e a febre amarela. A febre hemorrágica causada pelo vírus Ebola é um exemplo notável que atinge os gorilas (*Gorilla gorilla*) e chimpanzés (*Pan troglodytes*) no oeste da África, reduzindo significativamente suas populações (Gonzalez *et al.*, 2007; Walsh *et al.*, 2003). A febre amarela silvestre tem uma grande influência nas populações de alguns macacos neotropicais, tais como os bugios-pretos (*Alouatta caraya*), os bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*) (Agostini *et al.*, 2008; Ávila-Pires & Gouvea, 1977; Biccamarques, 2009), os macacos-aranha (*Ateles geoffroyi*), os macacos-da-noite (*Aotus* spp.) e os soins (*Saguinus geoffroyi*) (Brasil, 2005; Galindo & Srihogse, 1967; Soper, 1938).

A febre amarela é uma arbovirose originária da África que tem como agente infeccioso uma espécie de *Flavivirus* (Família Flaviviridae), a qual é transmitida por mosquitos vetores (Goddard, 2008; Monath, 1998, 2001; Vasconcelos, 2003). A doença foi trazida para o Novo Mundo em navios negreiros (Goddard, 2008; Monath, 2001) o que contribuiu para que seus hospedeiros neotropicais sejam mais suscetíveis que os hospedeiros africanos (Ruch, 1959) devido ao menor tempo de adaptação à doença. Georgiev (2009) descreve três ciclos de febre amarela: (1) no ciclo urbano, o vírus é transmitido principalmente pela picada do mosquito *Aedes aegypti* (mesmo vetor da dengue). A febre amarela urbana foi erradicada do Brasil em 1942 (Brasil, 2005); (2) o ciclo intermediário é caracterizado pela ocorrência simultânea de surtos da doença em vários vilarejos das savanas africanas, porém com baixos índices de óbito; (3) o ciclo silvestre está diretamente relacionado com regiões de mata devido ao habitat dos vetores, mosquitos dos gêneros *Aedes* (África), *Haemagogous* e *Sabethes* (Américas do

Sul e Central) (Brasil, 2005; Goddard, 2008). Enquanto o homem está diretamente envolvido nos ciclos urbano e intermediário, o ciclo silvestre é geralmente mantido apenas com macacos e outros animais silvestres (Brasil, 2005; Goddard, 2008). Um estudo realizado na Guiana Francesa constatou que 10 de 27 espécies de mamíferos analisadas apresentaram anticorpos para o vírus da febre amarela, indicando que os macacos não são os únicos hospedeiros silvestres (de Thoisy *et al.*, 2004).

Países como Argentina (Holzmann *et al.*, 2010), Peru (Bryant *et al.*, 2003) e Colômbia (Ministerio de Salud e Instituto Nacional de Salud de Colombia, 2002) têm relatado surtos recentes de febre amarela silvestre. No Brasil, a febre amarela silvestre é comum nas regiões Centro-Oeste e Norte (Brasil, 2005). Embora o homem seja considerado um hospedeiro acidental no ciclo silvestre, casos humanos da doença têm sido registrados em vários estados brasileiros (Amazonas, Pará, Tocantins, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul; Vasconcelos *et al.*, 2001a, 2001b) e preocupado o Ministério da Saúde (Santos *et al.*, 2006; Torres *et al.*, 2003, 2004).

Apesar de relatos históricos de surtos de febre amarela no Rio Grande do Sul, o estado era considerado indene para essa doença até recentemente (Brasil, 2008). Desde 2001, no entanto, têm sido observados óbitos de bugios-pretos (*A. caraya*) na fronteira oeste do estado, com confirmação da febre amarela como *causa mortis* por exames imuno-histoquímicos (Torres *et al.*, 2004), o que resultou na mudança do status do estado para área de transição da doença. Entre outubro de 2008 a abril de 2009, uma epizootia de febre amarela ocorreu no Rio Grande do Sul. As epizootias foram confirmadas em 65 municípios (área de risco ampliada de 290 municípios) levando ao óbito mais de 2000 bugios das espécies *A. caraya* e *A. g. clamitans* (Biólogo M. Sc. Marco Antônio Barreto de Almeida, CEVS, comunicação pessoal).

Do conjunto de bugios-pretos e ruivos que tiveram material coletado para testes laboratoriais (aproximadamente 308), 180 tiveram diagnóstico positivo para febre amarela (Biólogo M. Sc. Marco Antônio Barreto de Almeida, CEVS, comunicação pessoal). Esses dados sugerem que uma parcela dos indivíduos que vieram a óbito, podem ter morrido por outras causas, como por exemplo, eliminados por humanos desinformados sobre o ciclo da doença (Bicca-Marques, 2009; Bicca-Marques & Freitas, 2010). Considerando que é improvável que uma pessoa que tenha matado bugios tenha acionado as autoridades da área de saúde e

relatado o óbito (devido à ilegalidade da ação; Lei de Proteção a Fauna nº 5.197 de 1967 e Lei de Crimes Ambientais nº 9.605 de 1998), acredita-se que o número de macacos mortos durante a epizootia tenha sido muito maior (Bicca-Marques & Freitas, 2010). Este é um fato preocupante tendo em vista que os bugios são reconhecidos pelo papel de sentinelas que desempenham no combate da doença (Jerusalinsky *et al.*, 2008; veja também Merianos, 2007). Como eles morrem muito rápido após a infecção pelo vírus (3 a 7 dias) (Brasil, 2005), o óbito de bugios serve como aviso prévio para que as populações humanas próximas sejam vacinadas, desta forma evitando a disseminação da doença (Brasil, 2005).

Segundo Brasil (2005), todos os primatas brasileiros são suscetíveis à febre amarela. Contudo, enquanto os macacos-aranha (*Ateles* spp.), os macacos-de-cheiro (*Saimiri* spp.), os macacos-prego (*Cebus* spp.) e os sauás (*Callicebus* spp.) são considerados mais resistentes, os bugios (*Alouatta* spp.), os macacos-da-noite (*Aotus* spp.) e os saguis (*Saguinus* spp. e *Callithrix* spp.) são mais sensíveis. Dentre os bugios, os dois táxons encontrados no Rio Grande do Sul (*A. caraya* e *A. g. clamitans*), têm sido afetados por surtos da doença há várias décadas, mas cujo impacto em nível populacional é desconhecido (Eisenberg & Redford, 1999).

Os bugios são animais arborícolas (Neville *et al.*, 1988) que consomem uma dieta folívoro-frugívora (Crockett & Eisenberg, 1987). No entanto, quando a disponibilidade de frutos é baixa, podem subsistir com uma dieta composta basicamente de folhas, flexibilidade que lhes permite sobreviver em ambientes florestais altamente fragmentados e degradados (Bicca-Marques, 2003). Seu hábito arborícola facilita o contato com os mosquitos que transmitem a febre amarela (por exemplo, *Haemagogus leucocelaenus*), já que esses vetores preferem as camadas superiores da floresta onde se abrigam em ocos de árvores (Consoli, 1994). Além disso, sua capacidade de habitar pomares e bosques em grande proximidade com seres humanos e animais domésticos facilita a transmissão interespecífica de agentes patogênicos (Kowalewski & Gillespie, 2009). Tendo em vista que os seres humanos são mais resistentes à febre amarela (40-65% apresentam infecção assintomática, 20-30% infecção leve, 10-20% forma grave e 5-10% forma maligna; Vasconcelos, 2003), não é possível descartar a hipótese de que a rápida dispersão da doença no Rio Grande do Sul durante o surto de 2008-2009 tenha sido provocada pelo deslocamento de pessoas infectadas.

O bugio-preto, espécie-alvo desta pesquisa, ocorre na Argentina, Paraguai, Bolívia e Brasil, onde pode ser encontrado nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Pará, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Gregorin, 2006). É um animal social que vive em grupos compostos por 2 a 21 indivíduos (Tabela 1; ver também, Bicca-Marques, no prelo). A flexibilidade do sistema social tem sido relacionada às condições do habitat e à idade do grupo (ver Bicca-Marques, no prelo). Segundo Zucker & Clarke (2003), populações de bugios demograficamente estáveis possuem uma proporção de indivíduos imaturos por fêmeas adultas acima de 1,5, embora populações estáveis com esta taxa abaixo deste limite já tenham sido registradas (Clarke *et al.*, 2002). Ambos os sexos dispersam dos grupos natais de *Alouatta* spp. (Bicca-Marques, no prelo; Calegari-Marques & Bicca-Marques, 1996). Estudos com *A. palliata* no México sugerem que quando a dispersão exige o deslocamento entre parcelas de habitat pelo chão, há um limiar de 200 m acima do qual a eficácia dos bugios diminui abruptamente (Rodríguez-Toledo *et al.*, 2003).

O bugio-preto e o bugio-ruivo se encontram ameaçados de extinção no Rio Grande do Sul na categoria Vulnerável devido, principalmente, à perda e degradação do habitat, à caça e à captura para o comércio de animais de estimação (Marques, 2003). Consequentemente, estas ameaças em conjunto com epizootias de febre amarela silvestre podem produzir um efeito sinérgico que desencadeie um processo irreversível de erosão populacional que conduza à extinção, especialmente de populações isoladas em fragmentos (Bicca-Marques, 2009; ver também Bicca-Marques, 2003; Breed *et al.*, 2009; Morgan & Sanz, 2007). Uma grave consequência destas extinções locais para a conservação da espécie em nível regional é o comprometimento ou rompimento da dinâmica metapopulacional em decorrência do aumento na distância entre as subpopulações isoladas por uma matriz inóspita aos bugios (Bicca-Marques & Freitas, 2010). Uma metapopulação existe quando populações discretas apresentam trocas gênicas que afetam as taxas de extinção e recolonização e determinam o equilíbrio e a viabilidade do sistema (Hanski & Gilpin, 1991). Atualmente, outros modelos são usados para determinar o equilíbrio do sistema levando em consideração variáveis tais como o tamanho da população, a distância entre populações isoladas e o fluxo gênico (Harrison & Hastings, 1999; Van Dyke, 2008).

Embora a Divisão de Vigilância Ambiental do Centro Estadual de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul realize campanhas de coleta de mosquitos vetores, monitoramento da população humana desde 2001 e captura de bugios para coleta de amostras de sangue (Santos *et al.*, 2006; Torres *et al.*, 2003, 2004), não há dados sobre os efeitos de epizootias de febre amarela nas populações destes primatas. Além disso, as perseguições aos animais e o desconhecimento do grau de conscientização das pessoas acerca do verdadeiro papel dos bugios no ciclo da doença e de sua importância no combate à mesma, nos impedem de avaliar o efeito isolado da febre amarela sobre o estado de conservação de *A. caraya* e *A. g. clamitans* no estado. Portanto, o alto índice de mortalidade de bugios, o elevado número de municípios com epizootia de febre amarela e o provável baixo acesso à informação da população humana em geral, tornam necessários estudos populacionais e projetos de sensibilização no Rio Grande do Sul (ver Bicca-Marques, 2009; Bicca-Marques & Freitas, 2010, para detalhes sobre a campanha “Proteja seu Anjo da Guarda!”).

A presente pesquisa visou avaliar a influência da febre amarela silvestre no estado de conservação do bugio-preto no município de Bossoroca, RS, onde ocorreram óbitos provocados pela doença durante os surtos de 2001 e 2008-2009 (Rio Grande do Sul, 2008; Torres, 2003). A estrutura sexo-etária e a taxa de extinção recente das populações de bugios-pretos em Bossoroca foram comparadas com aquelas das populações do município de Alegrete, RS, considerado área indene para febre amarela. Os resultados deverão fornecer a base para um programa de monitoramento de longo prazo conforme sugerido por Morrison *et al.* (2008). Estas atividades estão em consonância com as ações recomendadas para a conservação da espécie no estado (Marques, 2003).

Especificamente, a pesquisa visou testar as seguintes predições:

- (1) a taxa de extinção recente das populações de bugios-pretos na região sem epizootia de febre amarela será menor do que a taxa na área com registro da doença, visto que a espécie é altamente sensível ao vírus (Brasil, 2005). Essa maior taxa de extinção recente aumentará a distância entre as populações remanescentes na área com epizootia. A confirmação dessa predição e de sua consequência em nível populacional deverá ter um efeito negativo no estado de conservação da espécie e na viabilidade das populações em médio e longo prazos ao dificultar a dispersão (fluxo gênico), reduzindo a taxa de

Tabela 1. Composição de grupos de *Alouatta caraya* segundo a literatura. Os números na tabela indicam a média das categorias e entre parênteses a amplitude (mínimo-máximo).

Referência	Composição sexo-etária							Número de grupos	Período do estudo
	Tamanho dos grupos	Machos adultos	Fêmeas adultas	Machos subadultos	Fêmeas subadultas	Jovens	Infantes		
Agoramoorthy & Lohmann, 1999	7,1 (2-12)	1,7 (0-4)	2,4 (1-5)	0,3 (0-2)	0,3 (0-2)	1,6 (0-4)	0,8 (0-3)	24	1997
Pope, 1966	7,9 (4-14)	3,1 (1-9)	1,8 (0-3)		-	1,5 (0-4)	0,3 (0-3)	17	1966
Rumiz, 1990	6,4 (3-10)	1,4 (1-2)	2,0 (1-3)		0,5 (0-3)	1,9 (0-4)	0,6 (0-2)	11	1982
Rumiz, 1990	8,4 (5-13)	1,4 (1-3)	2,3 (1-3)		0,9 (0-2)	2,4 (0-5)	1,4 (0-3)	11	1984
Thorington <i>et al.</i> , 1984	8,8 (3-14)	1,9 (1-3)	3,7 (2-7)		0,6 (0-2)	1,7 (0-3)	0,9 (0-3)	11	1978
Kowalewski, 2007	11,3 (6-16)	2,7(1-4)	3,4 (2-5)	1,8 (1-2)	1,2 (1-2)	1,5 (1-2)	2,3 (1-3)	7	2003-204
Bravo & Sallenave, 2003	18,5 (16-21)	2,0 (2-2)	5,5 (5-6)	1,0 (1-1)	0,5 (0-1)	6,0 (5-7)	3,5 (3-4)	2	1998-2000
Calegaro-Marques & Bicca-Marques, 1996*	17,0	1,0	4,0	1,0	1,0	7,0	3,0	1	1989-1990
Prates, 2008*	14,0	1,0	4,0	1,0	1,0	2,0	5,0	1	2006-2007
Média geral	8,4 (2-21)	1,9 (0-9)	2,6 (0-7)		0,7 (0-3)	1,9 (0-5)	1,0 (0-4)		

* Estudos comportamentais envolvendo um único grupo.

recolonização e aumentando o endocruzamento (Van Dyke, 2008). A reconstrução do provável cenário pré-surto (distância entre fragmentos habitados por bugios antes da epizootia) e de um cenário de recolonização (distância entre cada fragmento inabitado e o fragmento habitado mais próximo) deverá mostrar a magnitude do impacto da febre amarela no isolamento das populações;

- (2) o tamanho médio dos grupos sociais das áreas sem registro da doença seguirá o padrão descrito para a espécie (Tabela 1), enquanto grupos menores serão encontrados nas áreas com epizootia, conforme observado em *A. palliata* no Panamá (Collias & Southwick, 1952; Galindo & Srihongse, 1967);
- (3) a composição sexo-etária dos grupos das áreas onde o vírus amarelado circulou apresentará diferenças em relação à composição nas áreas sem epizootia e em relação aos grupos da literatura. Esta predição baseia-se nas hipóteses de que os bugios jovens são mais resistentes ao vírus amarelado (Galindo & Srihongse, 1967) e que as fêmeas de mamíferos são menos suscetíveis a doenças (Klein & Huber, 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

A seleção das áreas de estudo nos municípios de Bossoroca e Alegrete (Figura 1) foi baseada em mapas do Exército Brasileiro, imagens de satélite retiradas do programa computacional Google Earth® e de dados fornecidos pelo Centro Estadual de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul. As matas ciliares foram escolhidas com base em relatos de ocorrência de bugios por moradores e autoridades locais.

Durante o período de 30 de janeiro a 23 de maio de 2010 foi realizada a coleta de dados na região sem ocorrência de febre amarela. Foram visitados 55 fragmentos florestais em geral menores que 10 ha (média \pm d.p.=6,9 \pm 7,9; mediana=4,0; mínimo=0,3; máximo=133,0) distribuídos em uma área com 2411 km² para determinar a presença/ausência de bugios-pretos. O levantamento envolveu a varredura de cada fragmento até a visualização de um indivíduo ou o registro de vestígios (fezes ou ronco, por exemplo) da presença de bugios-pretos. Quando eram encontrados apenas vestígios em um fragmento, o mesmo e seus fragmentos vizinhos eram revisitados visando à comprovação da presença ou ausência dos macacos. Este método permitiu determinar o número de grupos e indivíduos presentes com alta confiabilidade apenas nos fragmentos pequenos.

Na mata ciliar, o censo populacional foi realizado pelo método do transecto linear (NRC, 1981) percorrendo-se uma trilha com 4 km de extensão aberta na Restinga do Jacaré (Figura 2). A trilha era percorrida duas vezes ao dia a uma velocidade média de 1,33 km/h. A primeira caminhada tinha início entre as 7 e 8 horas da manhã e a segunda, entre as 12 e 13 horas. Cada caminhada durava, em média, três horas. Um intervalo de, pelo menos, uma hora era realizado entre o final da caminhada matinal e o início da caminhada vespertina. A cada avistamento de um grupo ou indivíduo de bugio-preto eram anotadas as seguintes informações: data, horário de avistamento, direção da trilha, distância do local do avistamento ao começo da trilha, distância do observador até o primeiro animal avistado, lado da trilha no

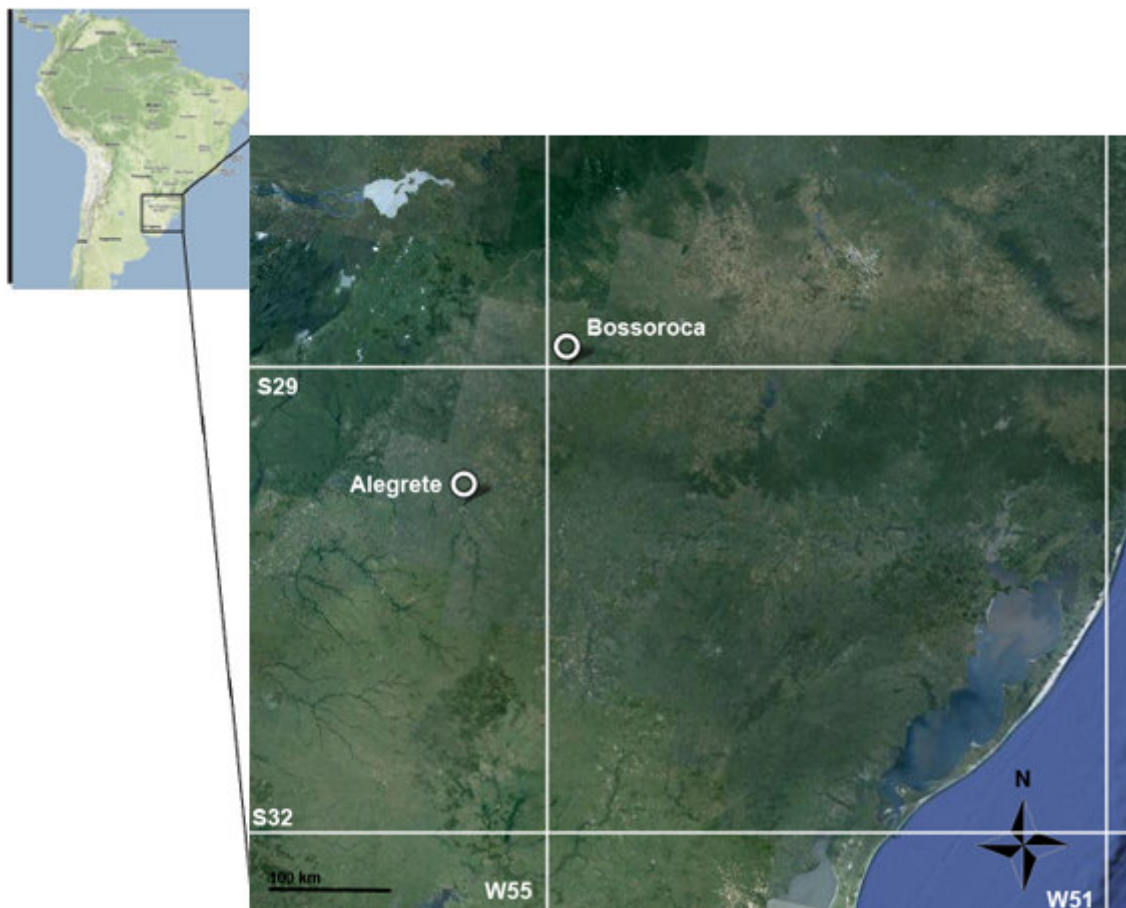


Figura 1. Localização dos municípios de Alegrete (área não impactada pelo surto de febre amarela) e Bossoroca (área atingida pelas epizootias de 2008-2009). Adaptado de Google Earth®.

qual o animal foi avistado, composição sexo-etária do grupo social e modo de detecção. Foram realizadas 50 caminhadas na trilha, 26 no sentido Norte-Sul e 24 no sentido Sul-Norte, totalizando 200 km de caminhada.

No período de 20 de junho a 10 dezembro de 2010 foi realizada a coleta de dados na região com ocorrência de epizootia de febre amarela. Foram visitados pelo mesmo método utilizado em Alegrete 83 fragmentos de mata em geral menores que 30 ha (média \pm d.p.=56,4 \pm 66,1; mediana=23,5; mínimo=0,9; máximo=194,0) distribuídos em uma área com 1863 km². O levantamento dos fragmentos nessa região contou com o auxílio dos técnicos da Secretaria de Saúde de Bossoroca, os quais visitaram 43 fragmentos (35 dos quais foram incluídos nesta pesquisa) no período de outubro de 2008 a janeiro de 2009, permitindo o registro de óbito de 236 bugios-pretos (Figura 3). À semelhança de Alegrete, uma trilha com 4 km de extensão foi aberta na mata ciliar do rio Icamaquã para o censo populacional pelo método do transecto linear (Figura 4). Foram realizadas 50 caminhadas na trilha, 25 no sentido Norte-Sul e 25 no sentido Sul-Norte, totalizando 200 km de caminhada.

Em cada fragmento visitado uma entrevista informal era realizada com o proprietário no intuito de se obter um histórico da presença/ausência de bugios-pretos na área, pelo menos nos últimos 10 anos. Não é possível descartar a hipótese de que as informações estejam incompletas, pois, segundo Printes (2007), dados de entrevistas são sujeitos a problemas de interpretação por parte do pesquisador e de omissão por parte do entrevistado.

Os dados dos levantamentos populacionais nos fragmentos florestais em cada região de estudo permitiram calcular uma taxa de extinção recente (últimos 10 anos) a partir da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Número de fragmentos visitados onde a população de bugios-pretos desapareceu na última década}}{\text{Número total de fragmentos inventariados que são ou eram habitados por bugios-pretos antes das epizootias}} \times 100$$



Figura 2. Localização da trilha (4 km) na Restinga do Jacaré, Alegrete, onde foi realizado o censo populacional. Adaptado de Google Earth®.

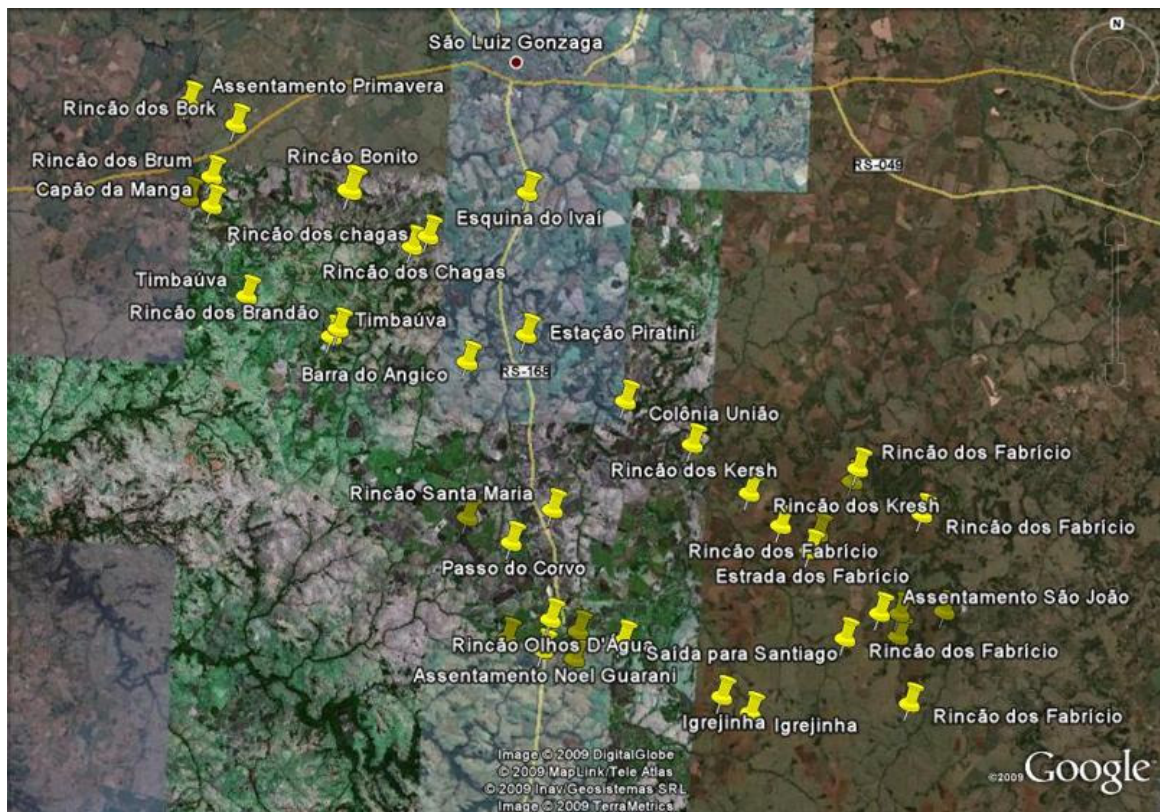


Figura 3. Localização das 43 áreas visitadas pelos técnicos da Secretaria da Saúde de Bossoroca onde foram encontrados bugios-pretos mortos durante o surto de febre amarela de 2008-2009. Adaptado de Google Earth®.



Figura 4. Localização da trilha (4 km) no Rio Icamaquã, Bossoroca, onde foi realizado o censo populacional. Adaptado de Google Earth®.

A determinação da composição sexo-etária dos grupos foi facilitada pelo fato da espécie apresentar um acentuado dicromatismo sexual, no qual os machos adultos são pretos e as fêmeas adultas variam de bege a marrom claro (Figura 5) (Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1998; Gregorin, 2006; Neville *et al.*, 1988). Aliada às diferenças no tamanho corporal e de genitália, a mudança gradual da coloração dos machos durante o desenvolvimento também facilita a distinção entre machos e fêmeas imaturos. A classificação sexo-etária seguiu os critérios propostos por Rumiz (1990).

As taxas de extinção foram comparadas através do teste Binominal de duas proporções (número de fragmentos habitados por bugios-pretos ou com histórico de sua presença; número de fragmentos com extinção recente de bugios-pretos). O tamanho dos grupos sociais, a representação das classes sexo-etárias macho adulto, fêmea adulta, subadulto, jovem e infante por grupo, a razão sexual de adultos (machos/fêmeas) e a proporção de imaturos (indivíduos jovens e infantes) por fêmea (IMA/FAD) foram calculadas e comparadas individualmente pelo teste *t* de *Student* a partir do método de reamostragem (*Bootstrap*) com 10 mil repetições. Este método também foi utilizado para comparar os parâmetros dos grupos de Alegrete e Bossoroca com os parâmetros dos grupos citados na literatura.

As distâncias entre os fragmentos amostrados foram estimadas pelo programa computacional Google Earth® e comparadas pelo teste *t* de *Student* a partir do método de reamostragem (*Bootstrap*) com 10 mil repetições. Foi reconstruído o provável cenário da distribuição das populações de bugios-pretos antes do surto de febre amarela em Bossoroca. Para tanto, todos os locais com relato de extinção recente foram considerados como áreas com presença de bugios. A comparação das distâncias dos fragmentos com presença atual de bugios entre as áreas de estudo e o cenário reconstruído permite avaliar o efeito da doença à luz da teoria de metapopulações (Harrison & Hastings, 1999). Além disso, foi calculada a distância entre cada fragmento inabitado e o fragmento mais próximo habitado por bugios-pretos, o que permite estimar a distância mínima que os macacos teriam que percorrer para recolonizá-lo.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007). Os testes foram unilaterais e consideraram um nível de significância (*p*) de 0,05. Para reduzir o risco de falsos positivos foi calculado um nível de significância protegido



Figura 5. Casal de *Alouatta caraya* (fêmea, à esquerda; macho, à direita) pertencente a um grupo habitante da mata ciliar da Restinga do Jacaré, Alegrete, RS.

conforme proposto por Leigh & Jungers (1994), no qual 0,05 foi dividido pelo número de vezes que uma determinada categoria é analisada em um determinado teste. Assim, foi utilizado um $p=0,025$ ($0,05/2$) para as comparações entre as áreas de estudo e os cenários e um $p=0,0125$ ($0,05/4$) para as comparações entre os parâmetros dos grupos observados nas áreas de estudo e aqueles citados na literatura.

RESULTADOS

A presença de populações de bugios-pretos foi confirmada em 31 das 55 áreas visitadas em Alegrete. Não foram encontrados bugios ou vestígios em quatro fragmentos onde moradores relataram a sua presença, enquanto apenas um caso de desaparecimento recente foi relatado. Nos 19 fragmentos restantes, nos quais não houve relato de presença, nenhum bugio foi avistado (Figura 6). Desta forma, a taxa de extinção recente em Alegrete foi estimada em 14%. Em Bossoroca foram encontrados bugios-pretos em apenas 10 dos 83 fragmentos florestais amostrados (Figura 7). Em um destes fragmentos foram encontradas carcaças incompletas. Relatos indicam a ausência de bugios nas últimas décadas em quatro fragmentos. Para os 69 fragmentos restantes se obteve relatos de moradores confirmando a morte de bugios durante o surto de febre amarela, resultando numa taxa de extinção recente de 87%, a qual é maior do que aquela estimada para Alegrete ($Z=-8,8625$, $p_{\text{unilateral}} < 0,001$), corroborando a Predição 1.

A distância entre os fragmentos habitados por bugios em Alegrete (média \pm d.p.=7,8 \pm 4,7 km; mínimo=0,6; máximo=17,9; mediana=8,5; n=31; Figura 8a) e em Bossoroca (média \pm d.p.=10,3 \pm 15,4 km; mínimo=1,1; máximo=40,2; mediana=24,5; n=10; Figura 8b) foi semelhante (médiãs: $p=0,424$). Contudo, esta distância entre os fragmentos habitados em Bossoroca após o surto de febre amarela é maior do que aquela estimada no cenário reconstruído pré-surto (média \pm d.p.=2,7 \pm 4,9 km; mínimo=0,2; máximo=9,1; mediana=8,9; n=79; $p < 0,001$; Figura 8d), confirmando o esperado na Predição 1. A distância entre cada fragmento inabitado e o fragmento com presença de bugios mais próximo em Bossoroca, *i.e.*, distância mínima de recolonização variou de 0,7 a 21,3 km (média \pm d.p.=10,1 \pm 14,2; mediana=2,1; n=73; Figura 8c).

Em Alegrete foram avistados 195 bugios distribuídos em grupos bissexuais, um por fragmento, compostos por 3 a 15 indivíduos (Tabela 2). Em um fragmento foi encontrado apenas um macho subadulto solitário, o qual não foi incluído nas comparações por ser domesticado. O tamanho médio dos grupos foi de 6,5 \pm 3,0 indivíduos (mediana=7; n=30 grupos). Em Bossoroca, por sua vez, foram avistados 59 indivíduos distribuídos em 10 grupos

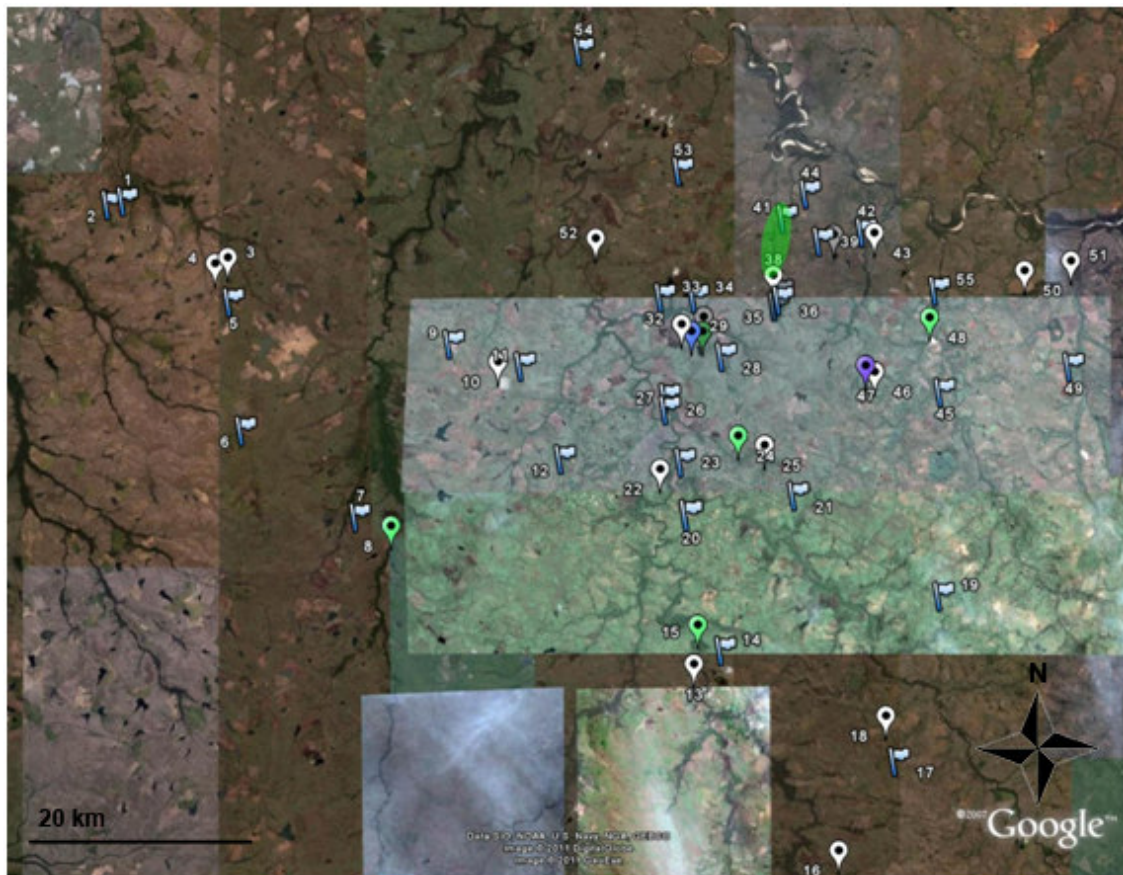


Figura 6. Localização dos fragmentos florestais (bandeiras e balões) e da mata ciliar (círculo verde) em Alegrete. Bandeiras indicam as áreas com presença de bugios; balões brancos, áreas onde não foram encontrados bugios; balões verdes, áreas com relato positivo de presença da espécie, mas sem nenhum avistamento; balões azuis, relatos de morte recente de bugio. Adaptado de Google Earth®.

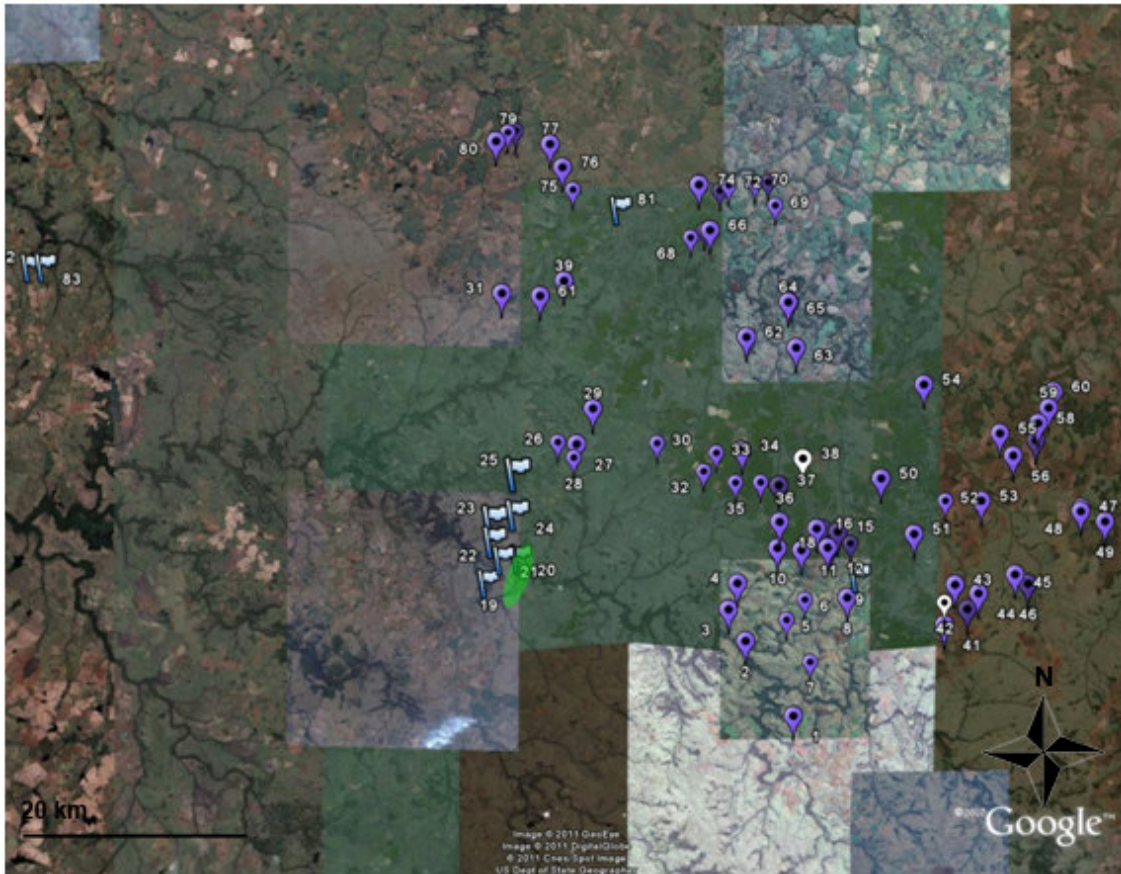


Figura 7. Localização dos fragmentos florestais (bandeiras e balões) e a mata ciliar (círculo verde) em Bossoroca. Bandeiras indicam as áreas com presença de bugios; balões brancos, áreas onde não foram encontrados bugios e sem relato de epizootia pelos moradores; balões azuis, áreas com relatos de morte recente de bugios-pretos. Os números 6-15, 21, 37-61, 63-66, 68, 72 e 79 indicam as áreas visitadas pelos técnicos da Secretaria da Saúde de Bossoroca. Adaptado de Google Earth®.

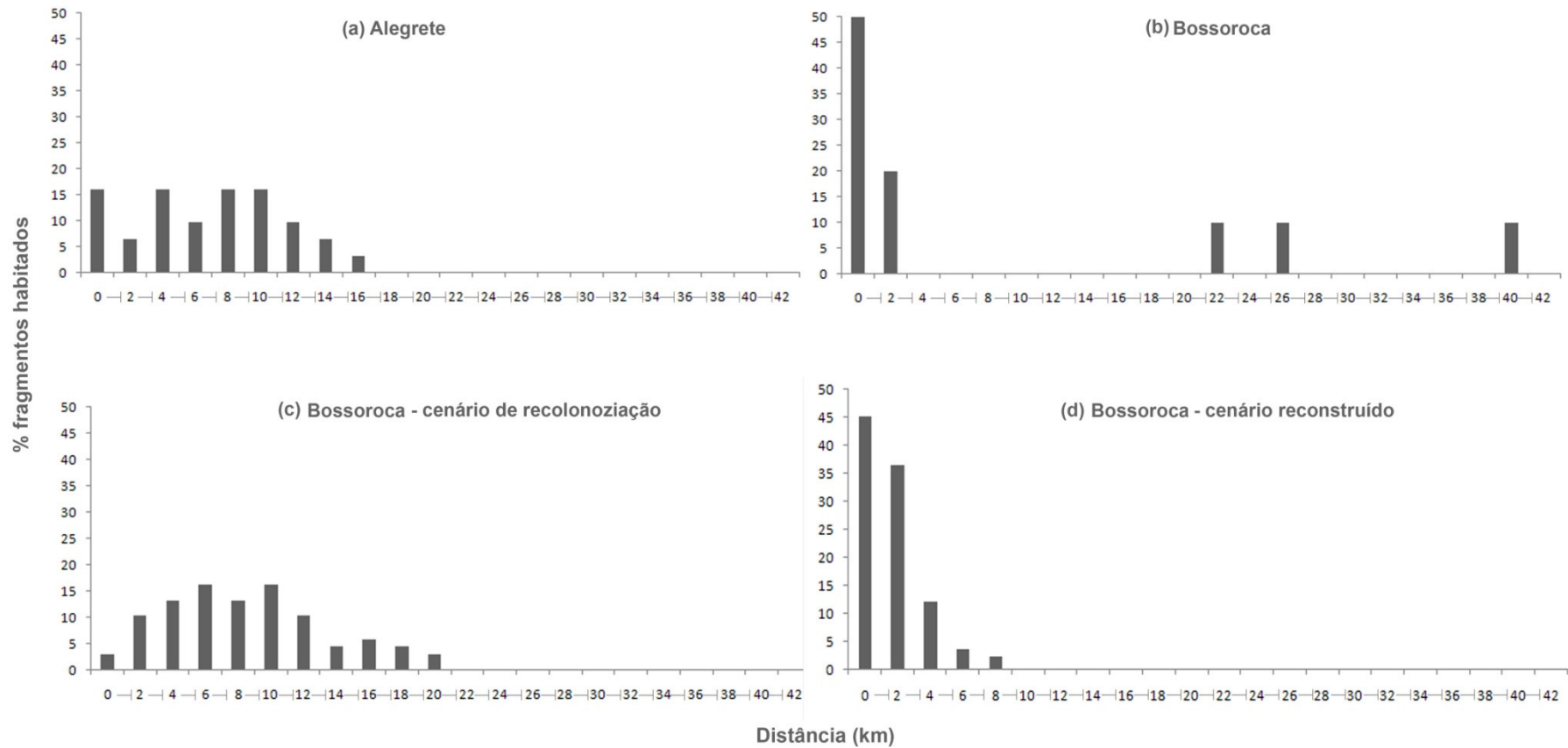


Figura 8. Porcentagem dos fragmentos habitados por bugios-pretos em cada classe de 2 km de distância do fragmento habitado mais próximo: (a) Alegrete (n=31 fragmentos); (b) Bossoroca (n=10 fragmentos); (c) porcentagem dos fragmentos sem bugios-pretos em cada classe de 2 km de distância do fragmento habitado mais próximo (cenário de recolonização; n=73); (d) porcentagem dos fragmentos habitados por bugios-pretos antes do surto de febre amarela de 2008-2009 em cada classe de 2 km de distância do fragmento habitado mais próximo (cenário reconstruído; n=79).

Tabela 2. Composição sexo-etária dos grupos habitantes dos fragmentos florestais de Alegrete. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulta, JOV=Jovem, INF=Infante.

Coordenada Geográfica	MAD	FAD	MSB	FSB	JOV	INF	Total	Área estimada (ha)
29°36'23,8"S, 55°39'25,8"O	1	2	1	1	2	1	8	2
29°37'33,3"S, 55°40'39,5"O	1	2	0	2	1	1	7	2
29°41'40,2"S, 55°41'16,2"O	1	2	0	0	0	2	5	9
29°49'01,2"S, 55°46'10,1"O	1	1	1	2	2	0	7	37
29°46'34,2"S, 55°48'00,1"O	1	3	1	3	0	1	9	1
29°45'59,6"S, 55°46'59,9"O	1	1	0	2	0	1	5	15
29°44'28,7"S, 55°25'06,4"O	1	1	1	1	0	1	5	12
29°44'31,4"S, 55°54'50,3"O	1	2	1	1	1	0	6	2
29°40'55,3"S, 55°32'24,6"O	1	1	0	0	0	0	2	1
29°43'28,8"S, 55°58'41,7"O	2	3	4	0	5	1	15	10
29°48'53,3"S, 55°52'40,3"O	1	2	0	1	0	1	5	7
29°29'42,0"S, 55°51'41,2"O	2	2	1	2	2	0	9	10
29°35'20,9"S, 55°46'18,1"O	1	2	0	1	2	1	7	3
29°41'0,3"S, 55°40'53,5"O	1	2	1	0	2	1	7	7
29°41'26,7"S, 55°41'2,1"O	1	3	0	0	2	2	8	18
29°50'35,3"S, 55°40'1,9"O	2	2	3	0	3	1	11	3
29°47'32,1"S, 56° 9'57,9"O	1	2	1	2	2	1	9	3
30° 3'3,7"S, 55°34'30,4"O	1	1	0	0	1	1	4	3
29°57'52,3"S, 55°43'57,6"O	1	3	1	1	1	0	7	3
29°38'11,3"S, 55°36'23,0"O	1	1	0	1	0	0	3	11
29°38'47,4"S, 55°38'6,0"O	1	3	1	1	2	1	9	6
29°36'53,8"S, 56°17'12,3"O	1	3	1	1	1	0	7	2
29°36'44,0"S, 56°16'22,3"O	1	1	0	0	0	1	3	1
29°41'29,2"S, 56°10'37,2"O	1	1	0	0	0	1	3	1
29°50'48,9"S, 56° 3'28,7"O	1	1	1	0	2	0	5	1
29°41'17,2"S, 55°47'15,9"O	1	1	0	0	2	1	5	133
29°55'16,6"S, 55°32'07,0"O	1	1	0	0	0	1	3	4
29°45'43,3"S, 55°32'07,0"O	1	2	3	1	2	1	10	14
29°51'34,5"S, 55°45'50,3"O	1	1	0	0	1	0	3	3
29°41'17,2"S, 55°47'15,9"O	2	3	0	0	2	0	7	21
Total	34	55	22	23	38	22	194	345
Média	1,1	1,8	0,7	0,8	1,3	0,7	6,5	11,4
Desvio Padrão	0,3	0,8	0,7	0,9	1,2	0,6	3,0	24,3
Mínimo	1	1	0	0	0	0	2	1
Máximo	2	3	4	3	5	2	15	133
Mediana	1	2	0,5	1	1	1	7	4

bissexuais compostos por 3 a 10 indivíduos. O tamanho médio \pm d.p. dos grupos foi de $5,9 \pm 2,2$ indivíduos (mediana=6; n=10 grupos) (Tabela 3).

Em 38 das 50 caminhadas na mata ciliar de Alegrete foram avistados bugios, cuja distância de avistamento variou de 5 a 40 m (média \pm d.p.= 20 ± 8 m; mediana=20 m). A análise da composição dos grupos e da localização dos avistamentos indica a existência de quatro grupos sociais na área amostrada com uma média de 10,3 indivíduos por grupo (Tabela 4). Na mata ciliar de Bossoroca foram avistados bugios em 40 das 50 caminhadas, cuja distância de avistamento variou de 0 a 45 m (em três avistamentos os animais estavam sobre a trilha; média \pm d.p.= 14 ± 9 m; mediana=15 m). A análise da composição dos grupos e da localização dos avistamentos indica a existência de três grupos sociais na área amostrada com uma média de 7,0 indivíduos por grupo (Tabela 5). A comparação das distâncias de avistamento nas matas ciliares de Alegrete e Bossoroca ($t=-0,4202$, $p_{unilateral}=0,34$) indica que a probabilidade de detecção dos bugios foi semelhante em ambas as áreas inventariadas, sugerindo que as mesmas apresentavam vegetação com características semelhantes e que os dados obtidos são comparáveis. Portanto, a ausência de diferença entre o tamanho dos grupos de Bossoroca e Alegrete permite rejeitar a Predição 2 (Tabela 6).

A razão sexual operacional média dos grupos habitantes dos fragmentos de Alegrete foi de 0,7 (d.p.=0,3; mediana=0,7), a proporção de infantes por fêmea foi de 0,4 (d.p.=0,4; mediana=0,5) e a proporção média de imaturos por fêmea foi de 1,2 (d.p.=0,7; mediana=1,0), enquanto nos grupos habitantes dos fragmentos de Bossoroca a razão sexual operacional média foi de 0,5 (d.p.=0,3; mediana=0,5), a proporção de infantes por fêmea foi de 0,3 (d.p.=0,3; mediana=0,4) e a proporção média de imaturos por fêmea foi de 0,8 (d.p.=0,4; mediana=0,8). Nos grupos da mata ciliar de Alegrete, a razão sexual operacional média foi de 0,6 (d.p.=0,1; mediana=0,5), a proporção de infantes por fêmea foi de 0,3 (d.p.=0,2; mediana=0,2) e a proporção média de imaturos por fêmea foi de 0,8 (d.p.=0,2; mediana=0,8), enquanto a razão sexual operacional média dos grupos habitantes da mata ciliar de Bossoroca foi de 0,4 (d.p.=0,1; mediana=0,3), a proporção de infantes por fêmea foi de 0,3 (d.p.=0,3; mediana=0,3) e a proporção de imaturos por fêmea foi de 1,1 (d.p.=0,4; mediana=1,0). Nenhuma diferença significativa nas razões MAD/FAD e IMA/FAD foi observada entre os grupos dos diferentes ambientes (Tabela 6).

Foram encontradas poucas diferenças na representatividade das classes sexo-etárias entre as populações das matas ciliares de Alegrete e Bossoroca, entre os fragmentos e mata ciliar de Alegrete e entre os fragmentos e mata ciliar de Bossoroca (Tabela 6). O tamanho dos grupos e a representatividade das classes sexo-etárias dos grupos dessa pesquisa foram comparados com os grupos da literatura e mostraram diferenças apenas entre os fragmentos de Alegrete e os dados da literatura (Tabela 7). Apesar das diferenças encontradas, esses resultados não permitem corroborar a Predição 3.

Tabela 3. Composição sexo-etária dos grupos habitantes dos fragmentos florestais de Bossoroca. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulta, JOV=Jovem, INF=Infante.

Coordenada Geográfica	MAD	FAD	MSB	FSB	JOV	INF	Total	Área estimada (ha)
28°44'22,6"S, 55°10'18,8"O	1	3	0	1	1	0	6	194
28°45'1,1"S, 54°53'34,2"O	1	1	0	0	1	0	3	4
28°32'23,0"S, 55°32'34,2"O	1	4	1	2	2	0	10	10
28°32'27,8"S, 55°32'23,4"O	1	2	1	1	2	1	8	1
28°29'56,8"S, 55° 4'53,4"O	1	1	0	0	0	1	3	28
28°40'57,9"S, 55° 9'39,6"O	1	2	1	0	1	1	6	16
28°42'56,5"S, 55°10'43,5"O	1	2	0	0	0	1	4	125
28°45'20,3"S, 55°11'1,4"O	1	3	0	2	1	0	7	19
28°42'35,4"S, 55°9'40,0"O	1	3	0	0	2	1	7	118
28°43'42,0"S, 55°10'43,4"O	1	2	0	1	0	1	5	50
Total	10	23	3	7	10	6	59	565
Média	1,0	2,3	0,3	0,7	1,0	0,6	5,9	56,4
Desvio Padrão	0	0,9	0,5	0,8	0,8	0,5	2,2	66,1
Mínimo	1	1	0	0	0	0	3	1
Máximo	1	4	1	2	2	1	10	194
Mediana	1	2	0	0,5	1	1	6	23,5

Tabela 4. Composição sexo-etária dos grupos habitantes da mata ciliar de Alegrete. A distância é referente à distância do local do avistamento ao começo da trilha. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulta, JOV=Jovem, INF=Infante.

Distância	MAD	FAD	MSB	FSB	JOV	INF	Total
0,3 - 0,5	2	4	1	2	1	2	12
1,8 - 2,4	3	4	1	0	3	0	11
2,7 - 3,0	2	4	0	0	3	1	10
3,6 - 3,9	2	4	0	0	1	1	8
Total	9	16	2	2	8	4	41
Média	2,3	4,0	0,5	0,5	2,0	1,0	10,3
Desvio Padrão	0,5	0	0,6	1,0	1,1	0,8	1,7
Mínimo	2	4	0	0	1	0	8
Máximo	3	4	1	2	3	2	12
Mediana	2	4	0,5	0	2	1	10,5

Tabela 5. Composição sexo-etária dos grupos habitantes da mata ciliar de Bossoroca. A distância é referente à distância do local do avistamento ao começo da trilha. MAD=Macho adulto, FAD=Fêmea adulta, MSB=Macho subadulto, FSB=Fêmea subadulta, JOV=Jovem, INF=Infante.

Distância	MAD	FAD	MSB	FSB	JOV	INF	Total
0,7 - 0,9	1	2	0	0	3	0	6
1,6 – 1,0	1	3	1	0	1	1	7
3,0 – 3,4	1	3	0	1	1	2	8
Total	3	8	1	1	5	3	21
Média	1,0	2,7	0,3	0,3	1,7	1,0	7,0
Desvio Padrão	0	0,6	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0
Mínimo	1	2	0	0	1	0	6
Máximo	1	3	1	1	3	2	8
Mediana	1	3	0	0	1	1	7

Tabela 6. Análise de *Bootstrap* (com teste *t* de Student) comparando o tamanho dos grupos, o número de indivíduos em cada classe sexo-etária e os parâmetros razão sexual operacional (MAD/FAD), razão infantes por fêmea (INF/FAD) e razão imaturos por fêmea (IMA/FAD) entre os tipos de ambiente estudados. Os resultados significativos são mostrados em negrito.

	Frag. Alegrete X Frag. Bossoroça	Ciliar Alegrete X Ciliar Bossoroça	Frag. Alegrete X Ciliar Alegrete	Frag. Bossoroça X Ciliar Bossoroça
Tamanho dos Grupos	0,4414	0,0352	0,0145	0,3983
Machos adultos	0,2751	0,0230	0,0009	---*
Fêmeas adultas	0,1370	0,0191	<0,0001	0,4513
Machos subadultos	0,1971	0,3323	0,3419	0,0074
Fêmeas subadultas	0,1881	0,2509	0,4194	0,4981
Jovens	0,4756	0,2027	0,2358	0,2484
Infantes	0,4413	---**	0,4358	0,3389
MAD/FAD	0,2900	0,0780	0,2943	0,3785
INF/FAD	0,3828	0,3534	0,3252	0,0014
IMA/FAD	0,0959	0,1663	0,2524	0,2366

* Todos os grupos continham um macho adulto.

** O número de infantes nos grupos das matas ciliares das duas regiões foi muito semelhante e não permite utilizar o teste empregado para as demais categorias.

Tabela 7. Análise de *Bootstrap* (com teste *t* de *Student*) comparando o tamanho dos grupos, o número de indivíduos em cada classe sexo-etária e os parâmetros razão sexual operacional (MAD/FAD), proporção de infantes por fêmea (INF/FAD) e proporção de imaturos por fêmeas (IMA/FAD) dos grupos observados neste estudo com os grupos citados na literatura. Os resultados significativos são mostrados em negrito.

	Frag. Alegrete X Literatura	Frag. Bossoroca X Literatura	Ciliar Alegrete X Literatura	Ciliar Bossoroca X Literatura
Tamanho dos Grupos	0,2186	0,1680	0,0658	0,1400
Machos adultos	0,0042	0,0275	0,2408	0,2331
Fêmeas adultas	0,0055	0,4776	0,0405	0,0532
Machos subadultos	0,0409	0,1693	0,3485	0,0362
Fêmeas subadultas	0,0007	0,0145	0,2553	0,1896
Jovens	0,1188	0,0813	0,3776	0,0262
Infantes	0,1894	0,4127	0,3102	0,2663
MAD/FAD	0,3391	0,1255	0,3894	0,1563
INF/FAD	0,0367	0,4321	0,0841	0,2305
IMA/FAD	0,4493	0,2088	0,3890	0,0874

DISCUSSÃO

O surto de febre amarela silvestre que ocorreu de outubro de 2008 a abril de 2009 teve graves implicações para a conservação do bugio-preto em Bossoroca, provocando o desaparecimento de mais de 80% das populações dos fragmentos florestais. Em Alegrete não foram detectadas epizootias conforme previsto, embora os dados disponíveis não permitam determinar se isto ocorreu pela ausência de circulação do vírus amarílico ou se as populações dessa região são oriundas de uma linhagem resistente à doença.

Além da extinção da maioria das populações isoladas de Bossoroca, o surto provocou um aumento no isolamento de várias populações remanescentes, o que compromete a dinâmica metapopulacional necessária para manter o fluxo gênico, aumentando assim as chances de endocruzamento e de novas extinções locais (Hanski & Gilpin, 1991). Este risco é agravado pelo fato da atual distância que deve ser percorrida para que haja recolonização das áreas onde a espécie foi extinta ser, em geral, maior do que 2000 m; ou seja, 10 vezes maior do que o limiar de 200 m a partir do qual a eficiência da dispersão dos bugios parece diminuir abruptamente (Rodriguez-Toledo *et al.*, 2003). Portanto, o conjunto de populações isoladas de Bossoroca pós-surto parece representar o modelo de metapopulação em desequilíbrio (Harrison & Hasting, 1999), no qual os raros casos de dispersão bem-sucedida provavelmente não serão suficientes para assegurar o fluxo gênico. Consequentemente, este novo cenário agravou o risco de extinção da espécie na região de Bossoroca em médio e longo prazos.

A única diferença no tamanho dos grupos foi observada entre as populações dos fragmentos e a da mata ciliar de Alegrete. Apesar de apenas uma mata ciliar ter sido amostrada, esta diferença sugere que a redução de habitat pode ser um fator limitante do tamanho dos grupos de bugios-pretos, visto que foram encontrados grupos significativamente maiores na mata ciliar. Apesar dos bugios serem animais que se adaptam bem a ambientes fragmentados (Bicca-Marques, 2003), é possível que a limitação de fluxo gênico entre pequenas populações isoladas em fragmentos comprometa a sua viabilidade em longo prazo (ver Van Dyke, 2008). A semelhança do tamanho dos grupos dos fragmentos de Bossoroca e Alegrete está em desacordo com o relatado por Galindo & Srihongse (1967) para *A. palliata*, os quais observaram grupos menores em áreas atingidas por epizootias de febre amarela. Além

disso, o tamanho dos grupos amostrados neste estudo não apresentou diferença em relação aos grupos descritos na literatura, mostrando que mesmo nas áreas com epizootias confirmadas os grupos remanescentes mantiveram a estrutura padrão da espécie (ver Bicca-Marques, no prelo).

A semelhança na representatividade das classes sexo-etárias nos grupos das áreas de estudo também não suporta as hipóteses de Galindo & Srihongse (1967) de que os indivíduos jovens são mais resistentes ao vírus amareló e de Klein & Huber (2010) de que as fêmeas de mamíferos são mais resistentes a doenças. Estes resultados também sugerem que não há diferenças na atratividade ao mosquito vetor e na suscetibilidade ao vírus entre as classes sexo-etárias.

Embora Clarke *et al.* (2002) tenham encontrado populações estáveis com proporções de imaturos por fêmea de cerca de 0,75, Zucker & Clarke (2003) sugerem que índices IMA/FAD inferiores a 1,5 podem indicar populações em declínio populacional. Essa é uma hipótese preocupante visto que as taxas médias encontradas neste estudo são inferiores (0,8 a 1,2).

Além do surto epizootico que ocorreu em grande parte do estado do Rio Grande do Sul, outra preocupação que a comunidade acadêmica e as autoridades da saúde e meio ambiente tiveram foi a reação da população humana frente à rapidez da dispersão do vírus. As informações errôneas passadas pela mídia no início do surto fizeram com que o bugio fosse responsabilizado pelo avanço e pela transmissão da doença. Relatos de bugios mortos pela população humana desinformada foram obtidos em várias partes do estado (Bicca-Marques & Freitas, 2010), inclusive durante a presente pesquisa. Apesar de muitos moradores estarem vacinados contra a febre amarela e conscientes do verdadeiro papel do bugio no ciclo da doença, muitas pessoas ainda pensam que ele pode transmitir a doença. Para tanto, durante o período da pesquisa foram realizadas ações da campanha "Proteja o Seu Anjo da Guarda!" no intuito de sensibilizar a população de que os bugios servem como sentinelas, pois sua morte alerta as autoridades da saúde acerca das áreas onde o vírus está circulando (Jerusalinsky *et al.*, 2008), e não são responsáveis pelo avanço e/ou transmissão da doença.

Por fim, a paisagem fragmentada das duas regiões estudadas (Bossoroca e Alegrete) assemelha-se à encontrada em grande parte da distribuição geográfica de *Alouatta caraya* e *A. guariba clamitans* no estado do Rio Grande do Sul. Desta forma, é possível inferir que as

epizootias de febre amarela silvestre confirmadas em mais de 60 municípios, as quais levaram a óbito mais de 2000 bugios, tiveram um impacto negativo na sobrevivência destes macacos ameaçados de extinção no estado. Sugerimos a inclusão das doenças infecciosas como uma importante ameaça à conservação destes táxons no RS em futuras revisões de seu estado de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agoramoorthy G, Lohmann R (1999) Population and conservation status of the Black-and-gold howler monkeys *Alouatta caraya*, along the Rio Riachuelo, Argentina. **Neotropical Primates** 7: 43-44.
- Agostini I, Holzmann I, Di Bitetti MS (2008) Infant hybrids in a newly formed mixed-species group of howler monkeys (*Alouatta guariba clamitans* and *Alouatta caraya*) in northeastern Argentina. **Primates** 49: 304-307.
- Ávila-Pires FD & Gouvêa E (1977) Mamíferos do Parque Nacional do Itatiaia. **Boletim do Museu Nacional** 291: 1-29.
- Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos AS (2007) **BioEstat 5.0**. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM/MCT/CNPq, Belém.
- Balfour A (1914) The wild monkey as a reservoir for the virus of yellow fever. **The Lancet** 183 (4730): 1176-1178.
- Bicca-Marques JC (2003) How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: Marsh LK (ed) **Primates in Fragments: Ecology and Conservation**. Kluwer, New York, pp 283-303.
- Bicca-Marques JC (2009) Outbreak of yellow fever affects howler monkeys in southern Brazil, **Oryx** 43: 173.
- Bicca-Marques JC (No prelo) *Alouatta caraya*. In: Rowe N (ed) **All the World's Primates**. Pogonias Press, East Hampton.
- Bicca-Marques JC, Calegari-Marques C (1998) Behavioral thermoregulation in a sexually and developmentally dichromatic neotropical primate, the black-and-gold howling monkey (*Alouatta caraya*). **American Journal of Physical Anthropology** 106: 533-546.
- Bicca-Marques JC, Freitas DS (2010) The role of monkeys, mosquitoes and humans in the occurrence of a yellow fever outbreak in a fragmented landscape in south Brazil: protecting howler monkeys is a matter of public health. **Tropical Conservation Science** 3: 78-89.
- Brasil, Ministério da Saúde (2005) **Manual de Vigilância de Epizootias em Primatas Não-Humanos**. Ministério da Saúde, Brasília.
- Brasil, Ministério da Saúde (2008) **Mortes de macacos e a prevenção da febre amarela no Brasil, 2007 e 2008**. Ministério da Saúde, Brasília. Disponível em http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_epizootia110108.pdf, acessado em 1º de janeiro de 2009.
- Bravo SP, Sallénave A (2003) Foraging behavior and activity patterns of *Alouatta caraya* in the northeastern Argentinean flooded forest. **International Journal of Primatology** 24: 825-846.
- Breed AC, Plowright RK, Hayman DTS, Knobel DL, Molenaar FM, Gardner-Roberts CS, Haydon DT, Kock RA, Cunningham AA, Sainsbury AW, Delahay RJ (2009) Disease

- Management in Endangered Mammals. In: Delahay RJ, Smith GC, Hutchings MR (eds) **Management of Disease in Wild Mammals**. Springer, New York, pp 215-239.
- Bryant J, Wang H, Cabezas C, Ramirez G, Watts D, Russell K, Barrett A. (2003). Enzootic transmission of yellow fever virus in Peru. **Emerging Infectious Diseases** 8: 926-933.
- Calegario-Marques C, Bicca-Marques JC (1996) Emigration in a black howling monkey group. **International Journal of Primatology** 17: 229-237.
- Clarke MR, Crockett C, Zucker EL, Zaldivar M (2002). Mantled howler population of Hacienda La Pacifica, Costa Rica, between 1991 and 1998: effects of deforestation. **American Journal of Primatology** 56: 155-163.
- Chapman CA, Wrangham R, Chapman LJ (1995) Ecological constraints on group size: An analysis of spider monkey and chimpanzee subgroups. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 36: 59-70.
- Collias N, Southwick C (1952) A field study of population density and social organization in howling monkeys. **Proceedings of the American Philosophical Society** 96: 143-156.
- Consoli R (1994) **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Cowlshaw G, Dunbar R (2000) **Primate Conservation Biology**. The University of Chicago Press, Chicago.
- Crockett CM, Eisenberg JF (1987) Howlers: variations in group size and demography. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT (eds) **Primate societies**. The University of Chicago Press, Chicago, pp 54-68.
- de Thoisy B, Dussart P, Kazanji M (2004) Wild terrestrial rainforest mammals as potential reservoirs for flaviviruses (yellow fever, dengue 2 and St Louis encephalitis viruses) in French Guiana. **Tropical Medicine and Hygiene** 98: 409-412.
- Eisenberg JF, Redford KH (1999) **Mammals of the Neotropics, Vol. 3**. The University of Chicago Press, Chicago.
- Galindo P, Srihongse S (1967) Evidence of recent jungle yellow-fever activity in eastern Panama. **Bulletin of the World Health Organization** 36: 151-161.
- Georgiev VST (2009) **National Institute of Allergy and Infectious Diseases, NIH, Volume 2: Impact on Global Health**. Humana Press, New York.
- Goddard J (2008) **Infectious Diseases and Arthropods**. 2nd ed., Humana Press, Totowa.
- Gonzalez JP, Pourrut X, Leroy E (2007) Ebolavirus and other filoviruses. In: Childs JE, Mackenzie JS, Richt JA (eds) **Wildlife and Emerging Zoonotic Diseases: The Biology, Circumstances and Consequences of Cross-Species Transmission**. Springer-Verlag, Berlin, pp 363-388.
- Gregorin R (2006) Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23: 64-144.
- Hanski IA, Gilpin M (1991) Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. **Biological Journal of the Linnean Society** 42: 3-16.

- Harrison S, Hastings A (1999) Genetics and evolutionary consequences of metapopulation structure. **Trends in Ecology and Evolution** 11: 180-183.
- Holzmann I, Agostini I, Areta JI, Ferreyra H, Beldomenico P, Bitetti MS (2010) Impact of yellow fever outbreaks on two howler monkey species (*Alouatta guariba clamitans* and *A. caraya*) in Misiones, Argentina. **American Journal of Primatology** 72: 475-480.
- IUCN (2010) The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 25 de janeiro de 2011.
- Jerusalinsky L, Martins AB, Laroque PO, Levacov D, Ferreira JG, Fialho MS (2008) **Nota Técnica**. Nota técnica não publicada do Centro de Proteção de Primatas Brasileiros, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.
- Klein SL, Huber S (2010) Sex differences in susceptibility to viral infection. In: Klein SL, Roberts CW (eds) **Sex Hormones and Immunity to Infection**. Springer-Verlag, Berlin, pp 93-122.
- Kowalewski MM (2007) Patterns of affiliation and co-operation in howler monkeys: an alternative model to explain social organization in non-human primates. 385 pp.. Thesis (PhD in Anthropology) - Universidade de Illinois, Urbana-Champaign.
- Kowalewski MM, Gillespie T (2009) Ecological and anthropogenic influences on patterns of parasitism in free-ranging primates: a meta-analysis of the genus *Alouatta*. In: Estrada A, Garber PA, Bicca-Marques JC, Heymann EW, Strier KB (eds) **South American Primates: Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation**. Springer, New York, pp 433-461.
- Laemmert Jr HW, Kumm HW (1950) The susceptibility of howler monkeys to yellow fever vírus. **American Journal of Tropical Medicine** 30: 723-731.
- Leigh SR, Jungers WL (1994) A re-evaluation of subspecific variation and canine dimorphism in woolly spider monkeys (*Brachyteles arachnoides*). **American Journal of Physical Anthropology** 95: 435-442.
- Marques AAB (2003) Primatas. In: Fontana CS, Bencke GA, Reis RE (eds) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul**. EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 499-506.
- Merianos E (2007) Surveillance and response to disease emergence. In: Childs JE, Mackenzie JS, Richt JA (eds) **Wildlife and Emerging Zoonotic Diseases: The Biology, Circumstances and Consequences of Cross-Species Transmission**. Springer-Verlag, Berlin, pp 477-508.
- Ministerio de Salud e Instituto Nacional de Salud de Colombia (2002) **Ivestigación de campo casos de Fiebre amarilla. Municipio de Maní, Departamento de Casanare**. OPS-OMS Colombia. Boletín epidemiológico semanal SIVIGILA 34. www.col.ops-oms.org/sivigila/2002/BOLE34_02.htm.
- Monath TP (1998) Yellow fever. In: Palmer SR, SoulsbYL, Simpson DIH (eds) **Zoonoses**. Oxford University Press, Oxford, pp 487-498.
- Monath TP (2001) Yellow fever: an update. **The Lancet Infectious Diseases** 1: 11-20.

- Morgan D, Sanz C (2007) **Best Practice Guidelines for Reducing the Impact of Commercial Logging on Great Apes in Western Equatorial Africa**. IUCN SSC Primate Specialist Group (PSG), Gland.
- Morrison ML, Block WM, Strickland WD, Collier BA, Peterson MJ (2008) **Wildlife Study Design**. 2nd ed., Springer, New York.
- Neville MK, Glander KE, Braza F, Rylands AB (1988) The howling monkeys, genus *Alouatta*. In: Mittermeier RA, Rylands AB, Coimbra-Filho AF, Fonseca GAB (Eds) **Ecology and Behavior of Neotropical Primates, Vol. 2**. World Wildlife Fund, Washington, DC, pp 349-453.
- NRC (National Research Council) (1981) **Techniques for the Study of Primate Population Ecology**. National Academy Press, Washington.
- Pope BL (1966) The population characteristics of howler monkeys (*Alouatta caraya*) in northern Argentina. **American Journal of Physical Anthropology** 24: 361-370.
- Prates HM, Bicca-Marques JC (2008) Age-sex analysis of activity budget, diet, and positional behavior in *Alouatta caraya* in an Orchard Forest. **International Journal of Primatology** 29 (3): 703-715.
- Printes RC (2007) Avaliação taxonômica, distribuição e status do guigó-da-caatinga *Callicebus barbarabrownae* Hershkovitz, 1990 (Primates: Pitheciidae). 156 pp.. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte.
- Rio Grande do Sul, Divisão de Vigilância Ambiental em Saúde (2008) **Situação atual da febre amarela do Brasil**. Disponível em <http://www.saude.rs.gov.br/wsa/portal/index.jsp?menu=servicos&cod=22246>, acessado em 1º de janeiro de 2010.
- Rodriguez-Toledo EM, Mandujano S, Garcia-Orduña F (2003) Relationships between forest fragments and howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*) in southern Veracruz, Mexico. In: Marsh LK (Ed). **Primates in Fragments: Ecology and Conservation**. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 79-97.
- Ruch TC (1959) **Diseases of Laboratory Primates**. Saunders, Philadelphia.
- Rumiz DI (1990) *Alouatta caraya*: population density and demography in northern Argentina. **American Journal of Primatology** 21 (4): 279-294.
- Sabbatini G, Satammati M, Tavares MCH, Giuliani MV, Visalberghi E (2006) Interactions between humans and capuchins monkeys (*Cebus libidinosus*) in the Parque Nacional de Brasília, Brasil. **Applied Animal Behaviour Science** 97: 272-283.
- Santos E, Almeida MAB, Fonseca DF, Vasconcelos PFC, Rodriguez SG (2006) Registro de anticorpos para o vírus Saint Louis em primatas não humanos no Estado do Rio Grande do Sul. **Boletim Epidemiológico** 8: 6-7.
- Soper FL (1938) Yellow fever: the present situation (October 1938) with special reference to South America. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** 32: 297-322.

- Sterck EHM, Watts DP, van Schaik CP (1997) The evolution of female social relationships in nonhuman primates. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 41: 291-309.
- Tabarelli, M; Pinto LP; da Silva, JMC; Hirota MM, Bedê, LC (2005) Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, 1: 132-138.
- Thorington RW Jr, Ruiz JC, Eisenberg JF (1984) A study of a black howling monkey (*Alouatta caraya*) population in northern Argentina. **American Journal of Primatology** 6: 357-366.
- Torres MAN, Almeida MAB, Santos E, Monteiro HAO, Cardoso JC, Costa IA, Ferreira FB (2004) Vigilância entomológica da febre amarela silvestre no Rio Grande do Sul. **Boletim Epidemiológico** 6: 6.
- Torres MAN, Santos E, Almeida MAB, Cruz LL, Sperb AF (2003) Vigilância da febre amarela silvestre no Rio Grande do Sul. **Boletim Epidemiológico** 5: 1-7.
- Van Dyke F (2008) **Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications**. 2nd ed., Springer, Illinois.
- Vasconcelos, P. F. C. (2003) Febre amarela. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 36: 275-293.
- Vasconcelos PFC, Costa ZG, Travassos da Rosa ES, Luna E, Rodrigues SG, Barros VLRS, Dias JP, Monteiro HAO, Oliva OFP, Vasconcelos HBR, Oliveira C, Sousa MRS, Barbosa da Silva J, Cruz ACR, Martins EC, Travassos da Rosa JFS (2001a) Epidemic of jungle yellow fever in Brazil, 2000: implications of climatic alterations in disease spread. **Journal of Medical Virology** 65: 598-604.
- Vasconcelos PFC, Rosa APAT, Rodrigues SG, Rosa EST, Monteiro HAO, Cruz ACR, Barros VLRS, Souza MR, Rosa JFST (2001b) Yellow fever in Pará State, Amazon region of Brazil, 1998–1999: entomologic and epidemiologic findings. **Emerging Infectious Diseases** 7 (3 Suppl.): 565-569.
- Walsh PD, Abernethy KA, Bermejós M, Beyers R, de Wachter P, Akou ME, Huijbregts B, Mambounga DI, Toham AK, Kilbourn AM, Lahm SA, Latour S, Maisels F, Mbina C, Mihindou Y, Obiang SN, Effa EN, Starkey MP, Telfer P, Thibault M, Tutin CEG, White LJT, Wilkie DS (2003) Catastrophic ape decline in western equatorial Africa. **Nature** 422: 611-614.
- Zucker EL, Clarke MR (2003) Longitudinal assessment of immature-to-adult ratios in two groups of Costa Rican *Alouatta palliata*. **International Journal of Primatology** 24: 87-101.