

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL**

**FACULDADE DE BIOCÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**ECOLOGIA E COMPORTAMENTO DO  
BUGIO VERMELHO (*Alouatta puruensis*) EM UM FRAGMENTO FLORESTAL  
EM ROLIM DE MOURA, RONDÔNIA**

**Erika Patrícia Quintino**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
Av. Ipiranga 6681 - Caixa Postal 1429  
Fone: (051) 320-3500 - Fax: (051) 339-1564  
CEP 90619-900 Porto Alegre - RS  
Brasil**

**2014**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL**

**FACULDADE DE BIOCÊNCIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**ECOLOGIA E COMPORTAMENTO DO  
BUGIO VERMELHO (*Alouatta puruensis*) EM UM FRAGMENTO FLORESTAL  
EM ROLIM DE MOURA, RONDÔNIA**

**Erika Patrícia Quintino  
Orientador: Dr. Júlio César Bicca-Marques**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PORTO ALEGRE – RS – BRASIL  
2014**

## SUMÁRIO

Apresentação.....	1
Referências.....	6
Capítulo 1. Padrão de atividades diárias, dieta e uso do espaço de um grupo de bugios-vermelhos-de-Purus ( <i>Alouatta puruensis</i> ) em um fragmento florestal.....	11
Resumo.....	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	17
Resultados.....	21
Discussão.....	25
Agradecimentos.....	30
Referências.....	30
Lista de Figuras.....	47
Capítulo 2. Comportamento postural e locomotor de <i>Alouatta puruensis</i> em um fragmento de Floresta Amazônica.....	55
Resumo.....	56
Introdução.....	57
Material e Métodos.....	59
Resultados.....	62
Discussão.....	63
Agradecimentos.....	66
Referências.....	66
Lista de Figuras.....	71
Capítulo 3. Predation of <i>Alouatta puruensis</i> by <i>Boa constrictor</i> .....	79
Abstract.....	80

Introduction.....	80
Methods.....	81
Results.....	81
Discussion.....	83
Anknowledgments.....	84
References.....	84
Online resource.....	86

## RELAÇÃO DE FIGURAS

### Capítulo 1

- Figura 1. Vista aérea do fragmento florestal do Sítio Nossa Senhora Aparecida, em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. Fonte: GoogleEarth<sup>©</sup> .....48
- Figura 2. Índice de disponibilidade de (a) folhas, (b) flores e (c) frutos das árvores manipuladas no fragmento florestal ao longo do estudo. Observe que a escala do gráfico é diferente. Ver material e métodos para detalhes.....49
- Figura 3. Tempo (% dos registros) dedicado às principais atividades por *Alouatta puruensis* durante o estudo. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.....50
- Figura 4. Tempo (% dos registros) dedicado (a) ao descanso, (b) à locomoção e (c) à alimentação ao longo do dia. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.....51
- Figura 5. Tempo (% de registros) dedicado a cada atividade pelos indivíduos do grupo de estudo (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem). As letras acima de cada barra indicam os indivíduos que apresentaram diferença significativa ( $p_{\text{protegido}} < 0,01$ ) em relação ao tempo dedicado a cada atividade segundo o teste binomial.....52
- Figura 6. Contribuição (% dos registros de alimentação) de (a) folhas, (b) flores e (c) frutos para a dieta de *Alouatta puruensis* durante o estudo. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.....53
- Figura 7. Variação temporal do percurso diário (m) do grupo de estudo. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.....54

### Capítulo 2

- Figura 1. Uso dos tipos de locomoção pelos indivíduos de *Alouatta puruensis*. (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem). A(s) letra(s) acima de cada barra indicam os indivíduos que apresentaram diferença significativa ( $p < 0,01$ ) em relação ao uso do respectivo tipo de locomoção segundo o teste binomial. O tipo de locomoção em ponte não foi incluído no gráfico, pois todos os valores individuais são inferiores a 1%.....73
- Figura 2. Uso das posturas de alimentação pelos indivíduos do grupo de *Alouatta puruensis* (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem).....74
- Figura 3. Uso das posturas de alimentação de acordo com os itens alimentares. Diferenças significativas pelo teste binomial (\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,02$ , \*\*\* $p < 0,01$ , \*\*\*\* $p < 0,001$ ).....75

Figura 4. Uso das posturas de descanso pelos indivíduos do grupo de *Alouatta puruensis* (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem). A(s) letra(s) acima de cada barra indicam os indivíduos que apresentaram diferença significativa ( $p < 0,01$ ) em relação ao uso da respectiva postura segundo o teste binomial. Os dados da postura esparramado não foram incluídos no gráfico por terem valores inferiores a 1%).....76

Figura 5. Relação entre a postura média de descanso utilizada pelos bugios-vermelhos e a temperatura ambiente à sombra.....77

Figura 6. Relação entre a seleção de microhabitat (% de registros de descanso à sombra) e a temperatura ambiente à sombra.....78

### Capítulo 3

Figura 1. Location of the study site in the Brazilian Amazon: top fragmented landscape of Rolim de Moura, State of Rondônia; bottom 2.5-ha forest fragment showing the area where the predation event took place (white circle). Adapted from Google Earth©.....82

Figura 2. *Boa constrictor* swallowing the adult female *Alouatta puruensis* head-first: top when half the carcass had been eaten; bottom closer to the end of the ingestion process (photos by Erika Patrícia Quintino).....83

## RELAÇÃO DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1. Número de indivíduos (N), frequência relativa (FR), densidade relativa (DR), dominância relativa (DOR) e índice de valor de importância (IVI) das espécies vegetais encontradas no levantamento botânico da área de estudo em Rolim de Moura, Rondônia.....40

Tabela 2. Espécies e itens utilizados na dieta de *Alouatta puruensis* durante o estudo.....44

Tabela 3. Índices de similaridade quantitativa de Sørensen da dieta de *Alouatta puruensis* entre os períodos de estudo.....46

### Capítulo 2

Tabela 1. Características da vegetação arbórea da área de estudo no Sítio Nossa Senhora Aparecida, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.....70

## **Dedicatória**

Dedico essa dissertação ao meu pai, Dionísio, que sempre foi o meu incentivo e meu exemplo. E hoje, independente de onde esteja, está olhando por mim, me protegendo, me guiando e me inspirando.

## **Agradecimentos**

A Deus, por me concedido o dom da vida e por me iluminar em toda a minha caminhada.

À minha mãe Salete Bergamin Quintino, pelo incentivo financeiro e emocional, pela paciência de me aturar nos momentos de estresse (que foram muitos), por estar sempre ao meu lado me apoiando em todas as minhas decisões, mesmo nas mais malucas. Por se preocupar comigo e me mandar torpedos o dia inteiro enquanto eu estava em campo.

À Bruninha, minha mana querida, que me apoiou sempre dizendo “você vai conseguir, você vai dar conta”. Por me acompanhar por várias vezes no campo, me ajudando nas coletas, atolando no brejo por minha causa, marcando as árvores do fragmento. Por me ajudou a encontrar os macacos algumas vezes e me fazer rir nos momentos em que estava “explodindo”.

Ao meu noivo Leandro Arêdes, que suportou a distância de alguns milhares de quilômetros com paciência. Obrigada por escutar os meus desabafos, por me incentivar sempre. Obrigada também por ter me acompanhado nas minhas “loucuras”, correndo de um enxame de abelhas junto comigo!! Obrigada por todas as vezes que foi a campo comigo, do início ao fim da pesquisa, abrindo trilhas, marcando árvores, coletando amostras e dados. Por se preocupar mais comigo do que eu mesma me preocupo. Obrigada pelo amor e carinho à mim dedicados.

Ao meu irmão Marcus pelo apoio, por me levar e buscar muitas vezes no mato, por cuidar de mim em alguns momentos, por me acompanhar em algumas coletas e por me fazer rir com suas “piadinhas”, tornando o trabalho menos cansativo.

Ao meu orientador Júlio César Bicca-Marques pela paciência em me corrigir, mesmo quando eu persistia no erro, por me ensinar a ter uma visão crítica dos trabalhos, por me ajudar e incentivar a escrever sempre melhor e por ter perdido uma parte de suas férias pra corrigir minha dissertação. Muito obrigada!

A todo o pessoal do laboratório, especialmente à Gabi Hass que foi minha companheira de desespero durante dois anos, desde a elaboração do projeto até a finalização da dissertação e me deu forças sempre que precisei. À Anamélia, que teve a paciência de me levar a campo e me ensinar a trabalhar com bugios.

À CAPES por me conceder a bolsa PROSUP/taxas que ajudou a me manter no curso.

Ao Sr. Abdias e à Sra. Cristiane e aos meninos Messias, Pablo e Roger por colaborarem com a pesquisa e se preocuparem comigo, indo à minha procura sempre que anoitecia e eu demorava pra voltar do mato e por me dar abrigo em momentos de chuva.

A toda a minha “grande” família e a família do Leandro, que sempre compreenderam minhas ausências nas reuniões de família.

À família Pivolio por ter me recebido em sua propriedade e respeitado o meu trabalho durante toda a pesquisa de campo, especialmente ao casal Dona Francisca e Seu Osvaldo por me acolherem em sua residência nos dias de chuva.

Aos bugios, Victor, Marjorie, Xuxa, Nanda, Leo, Chorão e Taylor, que permitiram que eu os acompanhasse durante 8 meses consecutivos.

À professora Ana Cristina, curadora do herbário São Lucas de Porto Velho por se prontificar a identificar as espécies vegetais do fragmento e à Josiane que colaborou com a identificação.

À Renilda Ayres, engenheira florestal, por me ajudar na identificação de algumas espécies vegetais.

Ao Jake, meu companheiro fiel, meu cão de guarda, que acompanhou no campo por um tempo, que foi o único que teve paciência de ficar o dia todo observando macaco comigo, se comportando como um pesquisador e não como um cão, sem reclamar dos pernilongos e nem do calor, que era resolvido com um banho no riacho. Por me proteger com latidos agudos sempre que alguém se aproximava da mata. Com quem dividi minha marmitta por várias vezes e que hoje se encontra em outro plano.

À Leonice Leme e Nilda Bemfica, diretora e vice da escola Maria Rabelo, por permitirem que eu me afastasse da sala de aula durante o período do mestrado e a todos os meus colegas de trabalho por terem incentivado as minhas decisões.

Ao casal Doraci Taffarel e Bruno Bergamin por me acolherem como uma filha em sua residência durante o período do mestrado (disciplinas e escrita da dissertação), por me darem apoio e carinho.

À Thaís Taffarel, que dividiu a casa comigo e foi muito mais que uma amiga durante esse período, foi uma irmã.

À Josicleide Damasceno, minha “maninha” do coração, por me acolher inúmeras vezes em sua casa em Cuiabá/Várzea Grande, durante as minhas idas e vindas de RO ao RS, por ouvir os meus lamentos, mesmo à distância, e me dava forças para seguir em frente sempre, assim como eu ouvia os dela e consolava sempre que precisava.

## RESUMO

A perda e a fragmentação das florestas alteram a qualidade do habitat para as espécies arborícolas. Dentre os primatas do Novo Mundo, os bugios (*Alouatta* spp.) destacam-se por apresentar uma grande capacidade de sobreviver em ambientes fragmentados e alterados pelo homem. Este trabalho relata os resultados do primeiro estudo sobre a ecologia e o comportamento do bugio-vermelho-do-Purús (*Alouatta puruensis*). Um grupo social composto por sete indivíduos (um macho adulto, três fêmeas adultas, um macho subadulto, um macho jovem e um macho infante) foi observado do amanhecer ao pôr-do-sol durante seis períodos de 15 dias (=90 dias de esforço amostral ou 1.044 horas de observação) de abril a outubro de 2013 em um fragmento florestal com 2,2 ha em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. O comportamento dos animais foi registrado pelo método de varredura instantânea. O grupo de estudo alocou a maior parte do dia em descanso (69% dos registros), seguido por locomoção (17%) e alimentação (12%), e utilizou uma dieta predominantemente folívora (61% dos registros de alimentação) complementada com flores (23%) e frutos (15%) de, pelo menos, 36 espécies. O grupo utilizou todo o fragmento como área de vida e o percurso diário variou de 257 a 860 m. A caminhada quadrúpede foi o principal tipo de locomoção (97% dos registros) e a postura sentado foi a mais utilizada durante a alimentação (53%) e o descanso (57%). A postura de alimentação foi influenciada pelo tipo de alimento explorado. Os bugios apresentaram um comportamento de termorregulação durante o descanso, aumentando o uso de posturas dissipadoras de calor e a seleção de locais à sombra com o aumento da temperatura ambiente. Por fim, esta pesquisa produziu o primeiro relato de predação de um bugio por uma serpente (jiboia *Boa constrictor*). Em suma, o bugio-vermelho-do-Purús (*A. puruensis*) apresenta um padrão comportamental característico do gênero.

**Palavras-chave:** padrão de atividades, dieta, uso do espaço, comportamento postural, comportamento locomotor, predação.

## ABSTRACT

Forest loss and fragmentation affect habitat quality for arboreal species. Among New World monkeys, howlers (*Alouatta* spp.) stand out for their ability to survive in fragmented and human-altered forests. This dissertation reports the results of the first study on the ecology and behavior of the Purús red howler monkey (*Alouatta puruensis*). A social group composed of seven individuals (an adult male, three adult females, a subadult male, a juvenile male, and an infant male) was observed from dawn to dusk during six 15-day periods (=90 days of sampling effort or 1,044 hours of observation) from April to October 2013 in a 2,2-ha forest fragment in Rolim de Moura, state of Rondônia, Brazil. The behavior of the study subjects was recorded using the instantaneous scan sampling method. The study group spent most of the day resting (69% of records), followed by moving (17%) and feeding (12%), and fed on a predominantly folivorous diet (61% of feeding records) that was complemented with flowers (23%) and fruits (15%) belonging to, at least, 36 species. The group ranged over the entire area of the fragment and traveled between 257 and 860 m each day. Quadrupedal walking was by far the most common locomotor mode (97% of records) and sitting was the most common feeding (53%) and resting (57%) posture. The type of food influenced the use of feeding postures. The howlers also adopted a thermoregulatory behavior during resting, increasing the use of heat dissipating postures and the selection of shady places with increasing ambient temperatures. This research also produced the first report of a predation event of a howler monkey by a snake (boa *Boa constrictor*). In sum, Purús red howler monkeys (*A. puruensis*) show a behavioral pattern characteristic of the genus.

**Keywords:** activity budget, diet, use of space, postural behavior, locomotor behavior, predation.

## APRESENTAÇÃO

A principal causa do declínio da biodiversidade global é a perda de habitat [Brook et al., 2003]. No caso das espécies de florestas tropicais, tais como borboletas, peixes, mamíferos e aves, o desmatamento e sua conversão em pastagens, agricultura e cidades é o principal fator para a ameaça de extinção de espécies [Brook et al., 2003; Henle et al., 2004a, 2004b; Sehgal, 2010]. A perda de biodiversidade é a principal consequência do desmatamento na Amazônia [Vieira et al., 2005], pois a fragmentação altera a quantidade de habitat além de causar uma redução na qualidade da floresta, diminuindo a riqueza, densidade e área basal de espécies arbóreas de grande porte [Arroyo-Rodríguez & Mandujano, 2006].

Dentre os vertebrados, o grupo dos primatas é um dos mais afetados pela fragmentação do habitat, devido a uma redução significativa na disponibilidade de alimentos [Brook et al., 2003; Arroyo-Rodríguez et al., 2007; Estrada, 2007; Mittermeier et al., 2009]. Os menores fragmentos geralmente têm uma menor variedade de ambientes se comparados aos fragmentos maiores e matas contínuas, o que também pode acarretar em uma perda de espécies [Laurance & Vasconcelos, 2009].

Noventa por cento de todas as espécies de primatas são encontradas em regiões tropicais [Chapman & Peres, 2001], das quais, o Brasil é o país com a maior diversidade, apresentando 137 espécies e subespécies [ICMBio, 2014]. Muitas populações destes primatas brasileiros sofrem com os efeitos da perda de habitat e do isolamento de indivíduos nos fragmentos [Kierulff et al., 2007].

Atualmente, devido à destruição dos habitats naturais, o estudo da ecologia e do comportamento de primatas tem assumido uma grande importância prática, sendo o uso do tempo e do espaço, a composição da dieta, as estratégias de forrageio e o

comportamento social, os aspectos mais estudados [Fortes & Bicca-Marques, 2005], pois é necessário entender como as diferentes espécies são capazes de sobreviver em ambientes naturais e alterados a fim de propor estratégias para sua conservação. Em relação aos primatas do Novo Mundo, os estudos têm se concentrado em 13 gêneros, sendo *Alouatta* (bugios) o mais estudado [Strier, 2007; Boyle, 2008], com pesquisas, principalmente, sobre as espécies *A. palliata*, *A. arctoidea*, *A. caraya*, *A. guariba*, *A. pigra* e *A. seniculus* [Di Fiore et al., 2011].

*Alouatta* apresenta uma ampla distribuição geográfica que se estende do Estado do Rio Grande do Sul no Brasil e Chaco argentino ao México [Di Fiore et al., 2011]. De acordo com Gregorin [2006], 10 espécies do gênero ocorrem no Brasil, as quais estão distribuídas na região leste e central (*A. caraya*, *A. fusca* [=*A. guariba guariba*] e *A. clamitans* [=*A. guariba clamitans*]), região amazônica oriental e nordeste (*A. belzebul*, *A. discolor* e *A. ululata*) e na região amazônica ocidental e oriental (*A. juara*, *A. macconnelli*, *A. nigerrima* e *A. puruensis*).

Segundo Bicca-Marques [2003], os bugios são capazes de sobreviver em habitats modificados, devido à habilidade de adaptar sua dieta em ambientes fragmentados, sendo capazes de sobreviver em fragmentos florestais com poucos hectares [Bicca-Marques, 1994]. Esse sucesso em lidar com a fragmentação do habitat é devido à sua capacidade de incluir uma grande quantidade de folhas e uma variedade de plantas na dieta, inclusive espécies exóticas [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1994] e usar uma pequena área de vida [Estrada & Coates-Estrada, 1996; Estrada et al., 1999; Bicca-Marques, 2003]. Bicca-Marques [2003] e Di Fiore et al. [2011] relatam que a maior parte dos aspectos da ecologia e do comportamento dos bugios é semelhante entre as espécies. De acordo com Martins [1997], a dieta utilizada pelos animais está

relacionada às características do ambiente, assim como o padrão de deslocamento e a área de vida.

Os bugios apresentam uma dieta folívoro-frugívora [Crockett & Eisenberg, 1987], apesar de também consumirem outros itens vegetais, tais como flores, sementes, cascas e ramos [Neville et al., 1988]. As folhas (brotos, folhas novas, maduras e pecíolos) são os principais componentes na dieta dos bugios, contribuindo com 13 a 79% da dieta anual, enquanto que os frutos (verdes, maduros e sementes) contribuem com 5 a 63% e as flores (botões e abertas) <1 a 28% [Bicca-Marques, 2003]. Silver et al. [1998] descrevem os bugios como “frugívoros quando possível e folívoros quando necessário”; ou seja, consomem mais frutos quando a sua disponibilidade é alta e mais folhas quando a disponibilidade de frutos é baixa. Entretanto, poucas espécies vegetais constituem a base da dieta dos bugios em cada local, enquanto que um grande número de espécies é consumido em proporções muito reduzidas [Chapman, 1988; Bicca-Marques, 2003; Chaves & Bicca-Marques, 2013]. De acordo com Bicca-Marques [2003], o número de espécies vegetais que contribuem com 50% da dieta dos bugios varia de 1 a 40 (média  $\pm$  d.p.=5,4  $\pm$  6,5; n=33 grupos) e que contribuem com 80% da dieta varia de 4 a 24 (média  $\pm$  d.p.=11,6  $\pm$  6,5; n=31 grupos), sendo as famílias Moraceae (principalmente *Ficus*), Leguminosae (*Andira*, *Apuleia*, *Dialium*, *Enterolobium* e *Inga*) e Malvaceae (*Luehea*) as mais importantes para a dieta dos animais. Chaves & Bicca-Marques [2013] também mencionaram a família Myrtaceae como uma das principais fontes alimentares para *A. guariba clamitans*.

Em relação ao padrão de atividades diárias, na maior parte do tempo os bugios permanecem em descanso (cerca de 53 a 80% do tempo), seguido pela alimentação (6 a 24%) e a locomoção (2 a 19%), tendo um deslocamento médio de cerca de 500 m por

dia (variação de 11 a 1.564 m, média  $\pm$  d.p.=497  $\pm$  189, n=27 grupos) [Bicca-Marques, 2003]. As variações sazonais no fotoperíodo, temperatura e pluviosidade influenciam a disponibilidade de alimentos de um habitat, o que pode alterar os padrões de atividades dos bugios [Fortes & Bicca-Marques, 2005]. Zunino [1986] relata que os bugios precisam desenvolver estratégias comportamentais para minimizar os gastos energéticos em resposta a períodos de menor disponibilidade de alimentos ricos em energia. Segundo ele, os animais deveriam aumentar o tempo gasto em descanso e diminuir o tempo de locomoção quando consomem maiores quantidades de alimentos energeticamente pobres (estratégia de baixo custo-baixa recompensa) e aumentar a locomoção na procura de alimentos mais calóricos, tais como frutos e flores, diminuindo o tempo gasto em descanso (estratégia de alto custo-alta recompensa). Além disso, Milton [1998] listou comportamentos adotados pelos bugios que estão associados à conservação de energia, tais como a escolha de itens alimentares mais proteicos (ou seja, itens sazonais: folhas novas, frutos e flores), locomoção dirigida a fontes alimentares primárias (espécies utilizadas em 20% ou mais do tempo de alimentação), movimentos lentos para evitar a elevação da temperatura corporal e posturas corporais que auxiliam na conservação ou dissipação do calor.

Devido à influência da temperatura do ambiente nas atividades dos bugios, eles também podem apresentar um comportamento de termorregulação, uma estratégia para controlar a temperatura corporal por meio de mudanças na postura corporal e na seleção dos microhabitats utilizados durante o descanso [Paterson, 1981]. Dessa forma, os bugios procuram locais à sombra e posturas que facilitam a perda de calor em períodos com temperatura elevada e locais ao sol e posturas que diminuem a perda de calor em períodos com temperatura baixa [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1998].

O bugio-vermelho *A. puruensis* foi considerado por Groves [2001 *apud* Gregorin, 2006] como uma subespécie de *A. seniculus*, denominada *A. seniculus puruensis*. No entanto, devido às suas diferenças de coloração e osso hióide foi elevado ao nível de espécie por Gregorin [2006]. *Alouatta puruensis* ocorre ao longo de ambas as margens do rio Purus no Estado do Amazonas e regiões adjacentes, no alto rio Madeira no Estado de Rondônia e no Estado do Acre [Gregorin, 2006]. Segundo Gregorin [2006], algumas populações apresentam dicromatismo sexual, no qual os machos adultos apresentam coloração do corpo ruiva escura a castanho e dorso mais claro e as fêmeas adultas são completamente douradas no dorso, com um leve escurecimento na cabeça.

Pouco se sabe sobre a ecologia e o comportamento de *A. puruensis*. A literatura contém apenas registros de tentativas bem-sucedidas [Peres, 1990; Sherman, 1991] e mal-sucedidas [Eason, 1989] de predação pelo gavião-real (*Harpia harpyja*) e de associações com outras espécies de primatas [Haugaasen & Peres, 2009]. Esta carência de estudos compromete qualquer tentativa de se determinar se a espécie responde à restrição de habitat da mesma forma relatada por Bicca-Marques [2003] para as outras espécies de *Alouatta* em que o tamanho do fragmento influencia o tamanho da área de vida, o número de espécies utilizadas como recursos alimentares e a diversidade de fontes de frutos, mas não influencia de forma previsível a distância percorrida diariamente, a contribuição dos diferentes itens (folhas, flores e frutos) para a dieta, a diversidade de fontes de folhas e flores, o número de espécies que contribuem com 50% e 80% da dieta, o número de espécies consumidas por dia e o padrão de atividades.

Com o objetivo de contribuir com o preenchimento desta lacuna foi realizado um estudo sobre a ecologia e o comportamento de um grupo de *A. puruensis* em um

fragmento florestal no município de Rolim de Moura, Estado de Rondônia, cujos resultados são apresentados nesta dissertação divididos em três capítulos redigidos na forma de artigos. Os dois primeiros foram redigidos no formato da revista *American Journal of Primatology* e o último já foi publicado na revista *Primates* em 2013. O primeiro artigo descreve o padrão de atividades diárias, a dieta e o uso do espaço, o segundo analisa as posturas de descanso e alimentação e os tipos de locomoção utilizados pelos indivíduos, a fim de avaliar a existência de diferenças ontogenéticas e sexuais e de um comportamento de termorregulação, enquanto o último relata um caso de predação bem-sucedida de uma fêmea de *A. puruensis* por *Boa constrictor* (jiboia).

## REFERÊNCIAS

- Arroyo-Rodríguez V, Mandujano S. 2006. Forest fragmentation modifies habitat quality for *Alouatta palliata*. *International Journal of Primatology* 27:1079-1096.
- Arroyo-Rodríguez V, Mandujano S, Benitez-Malvido J, Cuende-Fanton C. 2007. The influence of large tree density on howler monkey (*Alouatta palliata mexicana*) presence in very small rain forest fragments. *Biotropica* 39:760-766.
- Bicca-Marques JC. 1994. Padrão de utilização de uma ilha de mata por *Alouatta caraya* (Primates: Cebidae). *Revista Brasileira de Biologia* 54:161-171
- Bicca-Marques JC. 2003. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: Marsh LK, editor. *Primates in fragments: ecology and conservation*. New York: Kluwer Academics/Plenum Publishers. p 283-303.
- Bicca-Marques JC, Calegari-Marques C. 1994. Exotic plant species can serve as staple food sources for wild howler populations. *Folia Primatologica* 63:209-211.

- Bicca-Marques JC, Calegario-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.
- Boyle SA. 2008. The effects of forest fragmentation on primates in the Brazilian Amazon [PhD dissertation]. Tempe: Arizona State University. 307 p.
- Brook BW, Sodhi NS, Ng PKL. 2003. Catastrophic extinctions follow deforestation in Singapore. *Nature* 424:420-423.
- Chapman CA. 1988. Patterns of foraging and range use by three species of Neotropical primates. *Primates* 29:177-194.
- Chapman CA, Peres CA. 2001. Primate conservation in the new millennium: the role of scientists. *Evolutionary Anthropology* 10:16-33.
- Chaves OM, Bicca-Marques JC. 2013. Dietary flexibility of the brown howler monkey throughout its geographic distribution. *American Journal of Primatology* 75:16-29.
- Crockett CM, Eisenberg JF. 1987. Howlers: variations in group size and demography. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT, editors. *Primate societies*. Chicago: The University of Chicago Press. p 54-68.
- Di Fiore A, Link A, Campbell CJ. 2011. The atelines: behavioral and socioecological diversity in a New World monkey radiation. In: Campbell CJ, Fuentes A, Mackinnon KC, Bearder SK, Stumpf RM, editors. *Primates in perspective*. New York: Oxford University Press. p 155-188.
- Eason P. 1989. Harpy eagle attempts predation on adult howler monkey. *The Condor* 9:469-470.

- Estrada A. 2007. Primate conservation in fragmented Neotropical landscapes: human dimension of the problem and conservation value of agroecosystems. In: Bicca-Marques JC, editor. A primatologia no Brasil – 10. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia. p 37-69.
- Estrada A, Coates-Estrada R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas, Mexico. *International Journal of Primatology* 17:759-783.
- Estrada A, Juan-Solano S, Martinez TO, Coates-Estrada R. 1999. Feeding and general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop living in a forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 48:167-183.
- Fortes VB, Bicca-Marques JC. 2005. Ecologia e comportamento de primatas: métodos de estudo de campo. *Caderno La Salle XI, Canoas* 2:207-218.
- Gregorin R. 2006. Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23:64-144.
- Haugaasen T, Peres CA. 2009. Interspecific primate associations in Amazonian flooded and unflooded forests. *Primates* 50:239-251.
- Henle K, Davies KF, Kleyer M, Margules C, Settele J. 2004a. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation* 13:207-251.
- Henle K, Lindemayer DB, Margules CR, Saunders DA, Wissel C. 2004b. Species survival in fragmented landscapes: where are we now? *Biodiversity and Conservation* 13:1-8.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2014. Mamíferos – Primatas. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna->

- brasileira/estado-de-conservacao/2792-mamiferos-primatas.html. Acessado em 9 de janeiro de 2014.
- Kierulff MCM, Procópio-de-Oliveira P, Martins CS, et al. 2007. Manejo para a conservação de primatas brasileiros. In: Bicca-Marques JC, editor. A primatologia no Brasil - 10. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia. p 71-99.
- Laurance WF, Vasconcelos HL. 2009. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13:434-451.
- Martins CS. 1997. Uso do habitat pelo bugio *Alouatta fusca clamitans*, em um fragmento florestal em Lençóis Paulista – SP. [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 87 p.
- Milton, K. 1998. Physiological ecology of howlers (*Alouatta*): energetic and digestive considerations and comparison with the Colobinae. *International Journal of Primatology* 19:513-548.
- Mittermeier RA, Walles J, Rylands AB, et al. 2009. Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2008-2010. *Primate Conservation* 24:1-57.
- Neville MK, Glander KE, Braza F, Rylands AB. 1988. The howling monkeys, genus *Alouatta*. In: Mittermeier RA, Rylands AB, Coimbra-Filho A F, Fonseca GAB, editors. Ecology and behavior of neotropical primates - 2. Washington, DC: World Wildlife Fund. p 349–453.
- Paterson J.D. 1981. Postural-positional thermoregulatory behaviour and ecological factors in primates. *Canadian Review of Physical Anthropology* 3:3-11.
- Peres CA. 1990. A harpy eagle successfully captures an adult male red howler monkey. *The Wilson Bulletin* 102:560-561.

- Sehgal RNM. 2010. Deforestation and avian infectious diseases. *Journal of Experimental Biology* 213:955-960.
- Sherman PT. 1991. Harpy eagle predation on a red howler monkey. *Folia Primatologica* 56:53-56.
- Silver SC, Ostro LET, Yeager CP, Horwich R. 1998. Feeding ecology of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in northern Belize. *American Journal of Primatology* 45:263-279.
- Strier KB. 2007. What New World primates contribute to primatology. In: Bicca-Marques JC, editor. *A primatologia no Brasil - 10*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia. p 1-16.
- Vieira ICG, Silva JMC, Toledo PM. 2005. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados* 19(54):153-164.
- Zunino GE. 1986. Algunos aspectos de la ecología y etología del mono aullador negro (*Alouatta caraya*) in habitats fragmentados. [tese]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

## Capítulo 1

### **Ecologia e comportamento de um grupo de bugios-vermelhos-do-Purús (*Alouatta puruensis*) em um fragmento florestal**

Erika Patrícia Quintino & Júlio César Bicca-Marques

Laboratório de Primatologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,  
Brasil

Título resumido: Ecologia e comportamento de *A. puruensis*

Correspondência: Erika Patrícia Quintino; Rua Corumbiara, nº5738, Bairro Centro, CEP  
76.940-000, Rolim de Moura, Rondônia, erika\_estrela@yahoo.com.br, (69) 8463-2319.

## RESUMO

A principal ameaça para a sobrevivência de primatas não-humanos é a perda e a fragmentação do habitat, os quais afetam a sua qualidade. Dessa forma, a sobrevivência dos primatas nesses habitats modificados requer estratégias para lidar com a restrição de espaço e recursos. O gênero *Alouatta* é um dos táxons de primatas mais estudados e tem mostrado grande capacidade de sobreviver em fragmentos florestais. Entretanto, há uma carência de informações para várias espécies amazônicas. Este trabalho relata o primeiro estudo sobre a ecologia e o comportamento de um grupo de bugios-vermelhos-do-Purús (*Alouatta puruensis*). O grupo de estudo, composto por sete indivíduos, habita um fragmento florestal com 2,2 ha no município de Rolim de Moura, Estado de Rondônia, Brasil. Dados comportamentais foram coletados do amanhecer ao pôr-do-sol pelo método de varredura instantânea durante seis períodos de 15 dias completos, de abril a setembro de 2013. Os bugios alocaram a maior parte do tempo em descanso (69%), seguido da locomoção (17%) e alimentação (12%). A dieta foi baseada em folhas (61%), flores (23%) e frutos (15%) de, pelo menos, 36 espécies vegetais. O grupo utilizou todo o fragmento como área de vida e o percurso diário variou de 257 a 860 m. O padrão de atividades, a dieta e o uso do espaço foram semelhantes ao descrito para outras espécies do gênero.

**Palavras-chave:** padrão de atividades diárias, dieta, área de vida, percurso diário, perda de habitat, Rondônia.

## INTRODUÇÃO

O desmatamento na Amazônia brasileira provocou uma perda de cerca de 16% da floresta original entre 1500 e 2010 [Bacha, 2012]. Além de provocar a perda de biodiversidade [Vieira et al., 2005], o desmatamento também causa a erosão e o empobrecimento do solo, mudanças no regime hidrológico, emissões de gases de efeito estufa [Fearnside, 2005] e a fragmentação dos ecossistemas naturais [Viana & Pinheiro, 1998; Laurance & Vasconcelos, 2009]. Essa fragmentação provoca um aumento no número e isolamento de manchas de habitat remanescentes e uma diminuição no seu tamanho, fatores que afetam negativamente o sucesso reprodutivo e de dispersão de indivíduos de pequenas populações isoladas e tende a aumentar a taxa de predação [Fahrig, 2003].

Esta perda de habitat também é a principal ameaça para a sobrevivência de primatas não-humanos [Mittermeier et al., 2012] e está intimamente relacionada com a redução na qualidade do habitat [Arroyo-Rodríguez et al., 2005; Arroyo-Rodríguez & Mandujano, 2006]. Mudanças na estrutura da floresta dos fragmentos florestais podem afetar a disponibilidade de recursos para os primatas, alterando, especialmente, a diversidade de plantas que servem como fontes alimentares [Bicca-Marques, 2003; Cristóbal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez, 2007; Boyle, 2008; Chaves et al., 2012].

Na região Neotropical, *Alouatta* é um dos táxons de primatas mais estudados, o qual tem mostrado grande capacidade de sobreviver nesses ambientes fragmentados [Bicca-Marques, 2003; Cristóbal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez, 2007; Chaves & Bicca-Marques, 2013]. Sua adaptação tem sido relacionada à flexibilidade de sua dieta, a qual pode incluir grande quantidade de folhas e espécies exóticas [Bicca-Marques, 2003; Chaves & Bicca-Marques, 2013]. Além disso, Cristóbal-Azkarate & Arroyo-

Rodríguez [2007] mencionam o consumo de vegetais não-arbóreos, tais como arbustos, ervas, trepadeiras, epífitas e hemiparasitas, e de outros itens vegetais, tais como pecíolos e cascas como adaptações que explicam o sucesso dos bugios em ambientes perturbados.

A maior parte dos aspectos da ecologia e do comportamento dos bugios é semelhante entre as espécies [Bicca-Marques, 2003; Di Fiore et al., 2011]. Em relação ao padrão de atividades, o descanso é o comportamento mais frequente, seguido pela alimentação e locomoção [Bicca-Marques, 2003]. Devido ao fato de incluírem consideráveis quantidades de folhas e frutos em sua dieta, eles são classificados como folívoro-frugívoros [Crockett & Eisenberg, 1987], mas também consomem outros itens alimentares, tais como flores, sementes, cascas e ramos [Neville et al., 1988].

O tamanho da área de vida dos primatas é influenciado pela dieta, qualidade do habitat, distribuição dos recursos, tamanho corporal, tamanho do grupo, biomassa total e necessidades metabólicas [Altmann, 1974; Milton & May, 1976; Harvey & Clutton-Brock, 1981]. Bicca-Marques & Calegari-Marques [1994] relataram que os bugios podem sobreviver em pequenos fragmentos florestais quando existe uma diversidade de espécies vegetais para fornecer folhas, frutos e flores para a sua dieta. A área de vida pode variar de 0,4 ha [*A. palliata*; Anzures-Dadda & Manson, 2007] a 182 ha [*A. seniculus*; Palacios & Rodriguez, 2001]. Ao contrário da amplitude da área de vida, o percurso diário não sofre variações significativas com o tamanho do fragmento florestal e raramente excede os 1.000 m [Bicca-Marques, 2003].

Bicca-Marques [2003] avaliou a influência do tamanho do fragmento em vários aspectos da ecologia e comportamento dos bugios e concluiu que a área de habitat potencial disponível influencia o tamanho da área de vida, o número de espécies

utilizadas como recursos alimentares e a diversidade de fontes de frutos, mas não influencia de forma previsível a distância percorrida diariamente, a contribuição de folhas, frutos e flores para a dieta, a diversidade de fontes de folhas e flores, o número de espécies que contribuem com 50% e 80% da dieta, o número de espécies consumidas por dia e o padrão de atividades. Chaves & Bicca-Marques [2013] mostraram que o tamanho do fragmento produziu um pequeno efeito na ecologia alimentar dos bugios-ruivos (*A. guariba clamitans*), tal como a riqueza da dieta, o tempo dedicado ao consumo de folhas e frutos e o número de espécies vegetais que contribuem com 80% da dieta. Em sua revisão sobre a dieta e o padrão de atividades do bugio-de-manto (*A. palliata*) em Los Tuxtlas, México, Cristóbal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez [2007] mostraram que o tamanho do fragmento está diretamente relacionado ao tamanho da área de vida e inversamente relacionado ao número de espécies consumidas na dieta, mas que a alta densidade populacional é o principal fator para as mudanças ecológicas e comportamentais dos bugios em fragmentos.

Embora estes estudos tenham demonstrado que a fragmentação influencia alguns aspectos da ecologia e do comportamento de bugios, há uma carência de informações básicas sobre esses aspectos para várias espécies de *Alouatta*, particularmente das amazônicas. Dez espécies de bugios ocorrem em toda a extensão amazônica: *A. discolor*, *A. ululata*, *A. belzebul*, *A. nigerrima*, *A. macconelli*, *A. juara*, *A. puruensis*, *A. arctoidea*, *A. sara* e *A. seniculus* [Gregorin, 2006; Rylands & Mittermeier, 2009]. Até recentemente, as seis últimas espécies eram consideradas subespécies de *A. seniculus* [Crockett, 1998; Gregorin, 2006; Rylands & Mittermeier, 2009].

Estudos sobre a ecologia e o comportamento dessas espécies são raros, à exceção de *A. arctoidea* e *A. seniculus*. A maior parte desses estudos enfoca aspectos da

dieta e composição dos grupos [Braza et al., 1981; Gaulin & Gaulin, 1982; Julliot & Sabatier, 1993; Palacios & Rodriguez, 2001; Palma et al., 2011] e mostra que o padrão observado nessas espécies concorda com o descrito para as demais espécies do gênero. Ou seja, passam a maior parte do seu tempo diário em descanso, se alimentam de grandes quantidades de folhas e apresentam áreas de vida e percurso médio diário semelhantes ao padrão observado para *Alouatta* spp.. Estudos realizados com outras espécies amazônicas, *A. belzebul* [Pina, 1999; Souza, 1999; Pinto et al., 2003; Camargo, 2005; Souza, 2005] e *A. discolor* [Pinto, 2002; Pinto & Setz, 2004], mostraram que estas podem ser as espécies mais frugívoras dentre os bugios. Pinto & Setz [2004] também observaram a ingestão de madeira podre pelos indivíduos do bugio-de-mãos-vermelhas e Pinto [2002] observou a maior área de vida (50 ha) para os bugios da América do Sul.

*Alouatta puruensis* é uma das espécies menos estudadas do gênero. Apesar de sua ampla área de ocorrência nos Estados do Amazonas, Rondônia e Acre [Gregorin, 2006], não existem dados sobre a sua ecologia e comportamento, além de relatos relacionados a tentativas de predação por harpias [Eason, 1989; Peres, 1990; Sherman, 1991], um caso de predação bem sucedida por uma jiboia [Quintino & Bicca-Marques, 2013] e alguns dados populacionais [Peres 1997; Kasecker, 2006; Rylands & Mittermeier, 2009]. Desta forma, este trabalho teve como objetivo estudar o orçamento de atividades, a dieta e o uso do espaço de um grupo de bugios-vermelhos-do-Purús habitante de um fragmento florestal no município de Rolim de Moura, Estado de Rondônia, Brasil, a fim de avaliar se a espécie apresenta as mesmas estratégias de sobrevivência em fragmentos florestais descritas para as outras espécies de *Alouatta*

[Bicca-Marques, 2003; Cristóbal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez, 2007; Chaves & Bicca-Marques, 2013].

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi realizada em um fragmento florestal com 2,2 ha (11°47'59,32"S, 61°47'03,26"O, aproximadamente 275 m a.n.m.m.) no Sítio Nossa Senhora Aparecida, linha 184, km 8, em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil (Figura 1). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (Clima Tropical Chuvoso), com temperatura média anual do ar variando entre 24 e 26°C. A precipitação pluviométrica média anual varia entre 1.400 e 2.600 mm. Apresenta um período de seca bem definido no inverno, com três meses (junho, julho e agosto) ecologicamente secos, quando a precipitação é inferior a 20 mm. Nos outros meses a pluviosidade é superior a 125 mm. A média da umidade relativa do ar varia de 80 a 90% no verão e em torno de 75% no outono e no inverno [Sedam, 2012]. A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Aberta [IBGE, 2012] e a matriz é composta por pastagens. O fragmento sofreu e ainda sofre o corte seletivo de espécies madeireiras.

O grupo de estudo era composto por sete indivíduos: um macho adulto (Victor), três fêmeas adultas (Marjorie, Nanda e Xuxa), um macho subadulto (Leo), um macho jovem (Chorão) e um macho infante (Taylor, filho de Xuxa). A habituação do grupo à presença do observador ocorreu nos períodos de 8 a 21 de janeiro e 1º a 14 de abril de 2013.

Os dados comportamentais foram coletados do amanhecer ao pôr-do-sol durante 15 dias consecutivos a cada intervalo de 30 dias no período de 18 de abril a 9 de outubro de 2013 pelo método de varredura instantânea [Altmann, 1974] com

observações de 5 min. e intervalo de 10 min.. As coletas foram interrompidas durante períodos de chuva. Dados coletados em dias chuvosos foram analisados apenas quando perfizeram, pelo menos, 8 h de observação. Excluindo os registros de comportamento do infante (n=2.443 registros) que não foram incluídos nas análises, pois ele permaneceu dependente durante a maior parte do estudo (cinco meses), um total de 23.263 registros comportamentais foi obtido em 1.044 h de observação distribuídas em 90 dias de esforço amostral.

O comportamento foi classificado em descanso, alimentação, locomoção, interações sociais, ingestão de água, micção e defecação. Para calcular o padrão de atividades horário, diário, mensal e geral foi utilizado o método da frequência [Fortes & Bicca-Marques, 2005].

Para determinar a disponibilidade de recursos para o grupo foi realizado um levantamento botânico em dezembro de 2012 e janeiro de 2013. Um total de 196 árvores pertencentes a 65 espécies (Tabela 1) foi amostrado pelo método de parcelas com 250 m<sup>2</sup> (25 x 10 m). Dez trilhas (transectos) foram abertas na mata com distância de 20 m umas das outras. Vinte e duas parcelas foram distribuídas a cada 25 m nesses transectos. Todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP)  $\geq 31,5$  cm (=diâmetro à altura do peito, DAP  $\geq 10$  cm) foram marcadas com fitas e numeradas, conforme realizado por Bicca-Marques & Calegari-Marques [1994] e Zunino et al. [2001]. Árvores de grande porte pertencentes a espécies que não foram registradas nas parcelas também foram marcadas e identificadas *ad libitum*. Amostras das espécies que não foram identificadas em campo foram coletadas e enviadas para o Herbário Dr. Ary Tupinambá Penna Pinheiro da Faculdade São Lucas em Porto Velho, Estado de Rondônia, Brasil, várias das quais continuam em processo de identificação. A curva de

suficiência amostral mostrou que o levantamento não foi suficiente para registrar uma proporção significativa das espécies presentes no fragmento. Os parâmetros frequência, densidade e dominância relativas e o índice de valor de importância (IVI) foram calculados para cada espécie registrada nas parcelas [Brower & Zar, 1984].

Para estimar a disponibilidade de alimento mensal, o levantamento botânico foi complementado com um levantamento fenológico da presença das categorias broto, folha nova, folha madura, botão floral, flor aberta, fruto verde e fruto maduro [Prates & Bicca-Marques, 2008] de todas as árvores. Esse levantamento foi realizado um ou dois dias antes de cada período de amostragem comportamental. O esforço amostral variou de 1 a 36 indivíduos por espécie conforme sua representatividade nas parcelas (Tabela 1). Para tal, foi utilizado o percentual de intensidade de Fournier sugerido por Bencke & Morellato [2002], onde são atribuídos valores de intensidade de 0 a 4 para cada categoria fenológica (0 = ausente, 1 = 1 a 25% de cobertura da copa com o item, 2 = 26 a 50%, 3 = 51 a 75% e 4 = 76 a 100%). O índice de disponibilidade (ID) de cada item em cada período amostral foi calculado somando-se os valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos e dividindo-se pelo valor máximo possível (que corresponde ao número total de indivíduos amostrados, 196, multiplicado por 4 = 784). Esse resultado foi, então, multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual. O índice de disponibilidade de brotos variou de 3,8 a 25,8%, de folhas novas de 4,7 a 23,4%, de folhas maduras de 55,8 a 96,0%, de botão floral de 1,0 a 7,9%, de flor aberta de 1,7 a 5,3%, de fruto verde de 3,0 a 14,5% e de fruto maduro de <1,0 a 5,5% (Figura 2).

Durante a atividade alimentar foram anotados a espécie explorada e o item consumido de acordo com a classificação fenológica. A contribuição diária e mensal dos itens e espécies e a composição da dieta dos indivíduos foram calculados pelo

método da frequência [Altmann, 1974]. A diversidade mensal da dieta foi estimada pelo índice de Shannon e as sobreposições mensais da dieta foram calculadas pelo índice de similaridade quantitativa de Sørensen (Tabela 2) [Magurran, 2004].

Para calcular o percurso diário, os números das árvores por onde o grupo se deslocava eram anotados durante todos os dias de observação e, posteriormente, a distância entre as árvores era medida, com o auxílio de uma trena. Em seguida, as distâncias diárias eram somadas para se obter os valores finais do percurso diário. A área de vida foi estimada com base na localização dos percursos diários do grupo durante o estudo.

Para comparar a contribuição mensal de cada comportamento no orçamento de atividades do grupo e de cada item alimentar na dieta ao longo dos seis períodos amostrais e a contribuição mensal, diária e horária dos comportamentos para o orçamento de atividades dos indivíduos foi utilizada a análise de variância não-paramétrica de Kruskal-Wallis comparando-se seus valores diários (ou seja, 15 valores por período). O nível de significância utilizado para os testes foi de 5% ( $p=0,05$ ). Na presença de diferenças significativas foi utilizado o teste post-hoc Student-Newman-Keuls para determinar os pares responsáveis pelas diferenças. Nesses casos, foram atribuídos valores críticos protegidos para determinar a significância de acordo com Leigh & Jungers [1994]. Para tanto, o  $p$  de 0,05 foi dividido pelo número de comparações entre cada classe. Por exemplo, para cada comparação individual, o  $p$  foi dividido por 5 (número de indivíduos), resultando em um  $p$  protegido de 0,01. Para calcular a relação entre a ingestão de água e o consumo de folhas e a relação entre os comportamentos (locomoção, descanso e alimentação) e os itens da dieta foi utilizado o

teste de Correlação de Spearman. Todos os testes foram bilaterais e realizados no programa BioEstat 5.0 [Ayres et al., 2007].

## RESULTADOS

Os bugios passaram a maior parte do tempo em descanso (69,4%, n=16.141 registros), seguido pela locomoção (16,6%, n=3.872) e alimentação (12,0%, n=2.788). Os demais comportamentos contribuíram com apenas 2% do padrão geral de atividades (micção + defecação=1,2%, n=279; comportamento social=0,7%, n=164; ingestão de água <0,1%, n=19). O tempo dedicado a cada comportamento variou significativamente entre os períodos amostrais (descanso,  $H=24,9973$ , g.l.=5,  $p=0,0001$ ; locomoção,  $H=17,6307$ , g.l.=5,  $p=0,0034$ ; alimentação,  $H=29,8749$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ , social,  $H=29,7296$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ; Figura 3), exceto para defecação e micção ( $H=0,6712$ , g.l.=5,  $p=0,9845$ ) e ingestão de água ( $H=4,4003$ , g.l.=5,  $p=0,4933$ ).

O padrão de atividades também variou ao longo do dia (descanso,  $H=483,6254$ , g.l.=12,  $p<0,0001$ ; locomoção,  $H=422,9611$ , g.l.=12,  $p<0,0001$ ; alimentação,  $H=439,2226$ , g.l.=12,  $p<0,0001$ ; Figura 4). Nota-se que o descanso foi maior e menos variável nas primeiras horas (6 a 8 h) e ao final do dia (18 h), enquanto a alimentação e a locomoção foram mais concentradas no período da tarde, especialmente a partir das 14 h.

O padrão de atividades também variou entre os indivíduos: descanso ( $H=135,8959$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ), locomoção ( $H=81,7359$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ), alimentação ( $H=44,5704$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ) e social ( $H=27,3357$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ; Figura 5). Não houve diferença significativa entre as três fêmeas adultas em nenhum dos comportamentos. O descanso foi maior nos indivíduos adultos do que nos imaturos,

enquanto a alimentação e a locomoção foram maiores nos imaturos. Somente a locomoção foi estatisticamente diferente entre os dois indivíduos imaturos (Leo e Chorão;  $p=0,0001$ ). O macho adulto passou 76% do seu tempo em descanso, enquanto o macho jovem investiu o menor tempo nessa atividade (61%;  $p<0,0001$ ). Em relação à locomoção e à alimentação, essa relação se inverte (macho adulto=14% vs. 20%=macho jovem,  $p<0,0001$ ; macho adulto=9% vs. 15%=macho jovem,  $p<0,0001$ ). Os indivíduos imaturos (Leo e Chorão) investiram significativamente mais tempo em comportamentos sociais (1,3% e 1,5%, respectivamente) do que a maioria dos indivíduos adultos (Figura 5).

Os bugios utilizaram, pelo menos, 36 espécies vegetais pertencentes a 14 famílias como fonte de alimento, as quais não incluem as famílias das espécies não identificadas, pois a maioria não foi determinada nesse nível taxonômico. As espécies mais consumidas durante o período de estudo foram *Inga* sp.3 (26,2% da dieta,  $n=730$  registros de alimentação), *Luehea speciosa* (9,5%,  $n=267$ ), *Apuleia leiocarpa* (8,7%,  $n=243$ ) e *Orbignya phalerata* (7,4%,  $n=206$ ). Cipós e trepadeiras não identificados contribuíram com 24,7% da dieta (Tabela 2). As famílias mais representativas foram Fabaceae (quatro espécies), Bignoniaceae (três espécies) e Lauraceae (duas espécies). O número de espécies utilizadas como fonte de alimento por dia variou de três a 10 (média  $\pm$  d.p.= $5,1 \pm 1,4$ ,  $n=90$ ). Excluindo as espécies de cipós não identificadas, apenas quatro espécies vegetais contribuíram com 50% da dieta e mais de 30 contribuíram com 80%. Houve baixa similaridade entre os meses de abril a setembro (Tabela 3). Com exceção de agosto e setembro, todas as outras comparações foram menores que 50%, mesmo entre meses consecutivos.

A dieta dos bugios foi predominantemente folívora (58,2% dos registros de alimentação, n=1.623; 41,1% novas, n=1.145; 14,4% maduras, n=401; 2,3% brotos, n=65; 0,4% de maturidade indeterminada, n=12), a qual foi complementada com flores (26,3%, n=733; 17,0% abertas, n=475; 9,3% botões, n=258), frutos (14,7%, n=411; 12,6% maduros, n=353; 1,1% imaturos, n=30; 1,0% de maturidade indeterminada, n=28) e outros itens (0,8%, n=21). O consumo diário de folhas variou de 11,7 a 100%, de flores de 0 a 88,2% e de frutos de 0 a 82,1% (Figura 6). A contribuição desses itens alimentares principais variou entre os meses (folhas,  $H=59,1566$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ; flores,  $H=53,9666$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ; frutos,  $H=53,9666$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ; Figura 6). Os frutos (principalmente de *Orbignya phalerata* e *Acacia plumosa*) foram o recurso mais importante em abril (54,0% dos registros da dieta) e as flores (principalmente de *Inga* sp.3, *Luehea speciosa* e *Cuspidaria* sp.) em junho (43,0%) e julho (30,5%). No mês de agosto não houve consumo de frutos. O consumo dos itens alimentares não apresentou relação significativa com seu índice de disponibilidade nos períodos amostrais (folha nova,  $F=0,0655$ ,  $p=0,8040$ ; folha madura,  $F=4,3651$ ,  $p=0,1044$ ; broto,  $F=0,1849$ ,  $p=0,6886$ ; botão floral,  $F=0,0248$ ,  $p=0,8764$ ; flor aberta,  $F=0,0138$ ,  $p=0,9082$ ; fruto verde,  $F=0,0876$ ,  $p=0,7764$ ; fruto maduro,  $F=0,7236$ ,  $p=0,5537$ ).

Houve uma correlação significativa positiva entre o tempo dedicado ao descanso e o consumo de folhas (geral:  $r_s=0,3784$ ,  $t=3,8350$ ,  $p=0,0002$ ,  $n=90$ ; folhas novas e brotos:  $r_s=0,2799$ ,  $t=2,7349$ ,  $p=0,0075$ ,  $n=90$ ) e uma correlação negativa com o consumo de flores ( $r_s=-0,544$ ,  $t=-6,0884$ ,  $p<0,0001$ ,  $n=90$ ). Essa correlação não foi significativa no caso dos frutos ( $r_s=0,0128$ ,  $t=0,1198$ ,  $p=0,9049$ ,  $n=90$ ) e das folhas maduras ( $r_s=-0,0944$ ,  $t=-0,8893$ ,  $p=0,3762$ ,  $n=90$ ). Houve uma correlação significativa negativa entre o tempo dedicado à locomoção e a contribuição de folhas (geral:  $r_s=-$

0,3019,  $t=-2,9709$ ,  $p=0,0038$ ,  $n=90$ ; folhas novas e brotos:  $r_s=-0,2607$ ,  $t=-2,5337$ ,  $p=0,0130$ ,  $n=90$ ) para a dieta diária e uma correlação positiva com o consumo de flores ( $r_s=0,3971$ ,  $t=4,0594$ ,  $p=0,0001$ ,  $n=90$ ). Em relação ao tempo dedicado à alimentação, também houve uma correlação significativa negativa com o consumo de folhas (geral:  $r_s=-0,3421$ ,  $t=-3,4147$ ,  $p=0,001$ ,  $n=90$ ; folhas novas e brotos:  $r_s=-0,2673$ ,  $t=-2,6023$ ,  $p=0,0108$ ,  $n=90$ ) e uma correlação positiva com o consumo de flores ( $r_s=0,4189$ ,  $t=4,3279$ ,  $p<0,0001$ ,  $n=90$ ). Essa correlação não foi significativa no caso dos frutos (locomoção:  $r_s=0,1457$ ,  $t=1,3819$ ,  $p=0,1704$ ,  $n=90$ ; alimentação:  $r_s=-0,0696$ ,  $t=-0,6547$ ,  $p=0,5143$ ,  $n=90$ ) e das folhas maduras (locomoção:  $r_s=0,1661$ ,  $t=1,5800$ ,  $p=0,1176$ ,  $n=90$ ; alimentação:  $r_s=0,1112$ ,  $t=1,0497$ ,  $p=0,2967$ ,  $n=90$ ).

Em todos os registros de ingestão de água, os indivíduos consumiram água do interior de ocos de árvores ou das brácteas de bananeiras do mato diretamente com a boca e somente nas estações chuvosas (abril-junho e setembro-outubro). Não houve correlação significativa entre o consumo de folhas e a ingestão de água ( $r_s=0,1515$ ,  $t=1,4374$ ,  $p=0,1541$ ,  $n=90$ ; folha madura:  $r_s=0,1214$ ,  $t=1,1471$ ,  $p=0,2544$ ,  $n=90$ ; folha nova:  $r_s=0,0183$ ,  $t=0,1721$ ,  $p=0,8637$ ,  $n=90$ ).

Os bugios utilizaram toda a área do fragmento (2,2 ha) durante as suas atividades. O percurso diário variou de 257 a 860 m (média  $\pm$  d.p.= $502 \pm 132$  m,  $n=90$ ) e apresentou diferenças significativas entre os meses ( $H=21,5849$ , g.l.=5,  $p=0,0006$ ; Figura 7). Somente os imaturos se locomoveram pelo solo, onde percorreram distâncias de, no máximo, 60 m. Não houve correlação significativa entre o percurso diário e o consumo de folhas ( $r_s=-0,0422$ ,  $t=-0,3965$ ,  $p=0,6927$ ,  $n=90$ ), flores ( $r_s=0,0492$ ,  $t=0,4618$ ,  $p=0,6453$ ,  $n=90$ ) e frutos ( $r_s=0,2027$ ,  $t=1,9421$ ;  $p=0,0552$ ,  $n=90$ ), embora o último tenha se aproximado da significância.

## DISCUSSÃO

Os indivíduos do grupo de estudo apresentaram um padrão de atividades dominado pelo descanso conforme descrito para todas as espécies de *Alouatta* estudadas [Crockett & Eisenberg, 1987; Bicca-Marques, 2003; Cristóbal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez, 2007; Di Fiore et al., 2011]. De acordo com Milton [1998], como as folhas possuem um baixo teor de energia disponível, os primatas folívoros precisam adotar comportamentos associados à conservação de energia, tais como longos períodos de descanso. Este padrão também ocorre em outros primatas folívoros, tais como *Colobus* spp. [Fashing, 2001; Wong & Sicotte, 2007; Wijtten et al., 2012], *Presbytis* spp. [Matsuda et al., 2009; Smith et al., 2013] e *Lepilemur* spp. [Fichtel et al., 2011].

Zunino [1986] propôs duas estratégias para minimizar os gastos energéticos: (1) baixo custo-baixa recompensa, segundo a qual os animais devem reduzir o tempo dedicado à locomoção e aumentar o descanso quando a qualidade do alimento é baixa e (2) alto custo-alta recompensa, pela qual os animais devem aumentar o tempo dedicado à locomoção à procura de alimento mais energético quando ele está disponível no ambiente. Os indivíduos do grupo de estudo diminuíram o tempo dedicado à locomoção quando o consumo de folhas foi elevado, corroborando a estratégia de baixo custo-baixa recompensa e, especialmente, aumentaram a locomoção quando o consumo de flores aumentou, corroborando a estratégia de alto custo-alta recompensa. Além disso, foi observada uma tendência do percurso diário aumentar com o aumento do consumo de frutos. Essas relações podem decorrer do padrão de distribuição espacial das fontes de folhas, frutos e flores exploradas pelos bugios. Por exemplo, se as fontes de flores e frutos estiverem mais distantes umas das outras do que as fontes de folhas (ou seja,

menos agregadas), a sua exploração exigirá, respectivamente, maiores deslocamentos e um maior investimento em locomoção.

Neste trabalho foram encontradas variações significativas no investimento de tempo nos comportamentos de descanso, locomoção, alimentação e social durante os períodos de estudo. Essas variações podem estar relacionadas com diferenças na disponibilidade de recursos alimentares nos períodos de estudo, como proposto por Chiarello [1992] para *A. guariba clamitans*, apesar de o consumo dos itens alimentares não ter apresentado relação significativa com o seu índice de disponibilidade. Contudo, essa ausência de relação significativa deve estar relacionada ao fato do levantamento fenológico ter focado nas árvores registradas no levantamento botânico, o qual não atingiu a suficiência amostral. Por exemplo, as árvores de *Orbignya phalerata* e *Inga* sp. que contribuíram com a maior parte dos frutos e flores não estavam dentro das parcelas do levantamento botânico. Além disso, as espécies não arbóreas *Acacia plumosa* e *Cuspidaria* sp. não foram incluídas no levantamento botânico e contribuíram com quase 12% da dieta. A importância da oferta de itens sazonais para a dieta dos bugios (>80%; folha nova, 41,0%; broto, 2,3%; flor aberta, 17,0%; botão floral 9,2%; fruto imaturo, 1,8%; fruto maduro, 12,6%) é evidenciada pela baixa similaridade da dieta entre os períodos amostrais. Conseqüentemente, em fragmentos pequenos como o habitado pelo grupo de estudo, o ideal seria a realização de um inventário completo da vegetação e um levantamento fenológico de todos os indivíduos com  $CAP \geq 31,5$  cm e, se possível, das formas não arbóreas, também.

O orçamento de atividades dos indivíduos do grupo mostrou uma tendência de maior tempo dedicado ao descanso pelos adultos, enquanto a locomoção, a alimentação e o comportamento social foram maiores nos indivíduos imaturos, de acordo com o

observado por outros autores [*A. caraya*: Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1994; Prates & Bicca-Marques, 2008; Rímoli et al., 2012; *A. guariba clamitans*: Koch & Bicca-Marques, 2007]. De acordo com Koch & Bicca-Marques [2007], o aumento da locomoção por imaturos pode estar relacionado à exploração do ambiente, enquanto o aumento no comportamento social por jovens e subadultos pode estar relacionado com a necessidade de aprimoramento de suas habilidades psico-motora-sensoriais.

A presença de dois picos de alimentação durante o dia, um no início da manhã e outro no final da tarde [Mittermeier, 1973; Braza et al., 1981; Gaulin & Gaulin, 1982; Estrada et al., 1999; Pinto et al., 2003], não foi observada no presente estudo. Contudo, à semelhança de Martins [2008], um único pico de alimentação e locomoção foi observado à tarde neste estudo. O número de espécies consumidas por *A. puruensis*, bem como o número de espécies que contribuíram com 50 e 80% da sua dieta, corroboram o padrão descrito por Bicca-Marques [2003]. O número de espécies vegetais utilizadas como fonte alimentar por dia também é semelhante ao descrito para outras espécies do gênero [Bicca-Marques, 2003]. Os indivíduos do grupo de estudo apresentaram um grande consumo de espécies de cipós e trepadeiras (formas de vida não-arbóreas; ~25% da dieta), semelhante aos resultados encontrados por Chaves & Bicca-Marques [2013]. Chaves & Bicca-Marques [2013] não encontraram uma relação significativa entre o consumo de espécies não-arbóreas por bugios-ruivos e o tamanho do fragmento, embora Cristóbal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez [2007] sugeriram que um alto consumo de formas de vida não-arbóreas é uma estratégia adotada pelos bugios para lidar com a restrição espacial e de recursos preferidos imposta em fragmentos.

O grupo de estudo apresentou uma dieta predominantemente folívora, condizente com as demais espécies do gênero. Contudo, ao contrário do esperado para

espécies folívoro-frugívoras [Crockett & Eisenberg, 1987], os bugios-vermelhos-do-Purús consumiram mais flores do que frutos, exceto nos meses de abril e setembro. Este resultado pode estar relacionado à uma redução da disponibilidade de frutos maduros em fragmentos menores, conforme proposto por Arroyo-Rodríguez et al. [2007], embora Chaves & Bicca-Marques [2013] não tenham encontrado uma relação significativa entre o tamanho do fragmento e a contribuição de frutos para a dieta de grupos de *A. guariba clamitans*. O alto consumo de flores pelo grupo de estudo também poderia explicar, pelo menos parcialmente, o baixo consumo de frutos, pois ele poderia reduzir a produção de frutos no mês seguinte. Lopez et al. [2005] relataram que um grupo de *A. arctoidea* consumiu grandes quantidades de frutos imaturos e baixas quantidades de frutos maduros. Apesar de os autores não terem discutido esse aspecto, o alto consumo de frutos imaturos deve ter influenciado a disponibilidade de frutos maduros para o mês seguinte, à semelhança de nossa hipótese. Contudo, ao contrário do esperado, as flores e frutos consumidos pelos bugios-vermelhos-do-Purús pertencem a espécies distintas (Tabela 2).

Apesar da forte relação entre o tempo dedicado ao consumo de flores e o tempo dedicado à locomoção, o percurso diário não foi diferente nessas circunstâncias. De acordo com Bicca-Marques & Calegari-Marques [1995], as flores podem fornecer carboidratos e/ou proteínas, além de serem ricas em água. Além disso, essa relação entre o consumo de flores e a locomoção pode decorrer do fato de que toda a movimentação dos animais na mesma árvore durante a alimentação foi considerada como locomoção, o que também explica a ausência de relação com o percurso diário. Fortes (2008), por exemplo, observou que a disponibilidade de frutos influenciou o tempo dedicado à locomoção por um grupo de *A. guariba clamitans*, mas não o seu percurso diário, o que

sugere um aumento na atividade de forrageio no interior da copa das árvores-fonte desse item.

O hábito de beber foi raramente observado e seguiu o padrão de microhabitat relatado (occos de árvores ou bromélias) por outros pesquisadores [Glander 1975, 1978; Bicca-Marques, 1992; Giudice & Mudry, 2000; Camargo, 2005; Miranda et al., 2005; Souza, 2005; Moro-Rios et al., 2008]. De acordo com Glander [1978], o hábito de ingerir água na estação chuvosa se deve ao aumento no consumo de folhas maduras, as quais contêm menos água, enquanto que na estação seca, os bugios parecem obter a água necessária para a sua sobrevivência a partir dos alimentos (folhas novas e frutos). Por outro lado, Bicca-Marques [1992] sugeriu que os bugios-pretos beberam mais água na estação chuvosa simplesmente porque chove mais nesta época e relacionou o consumo de água na estação seca à sua potencial importância no processo de desintoxicação de compostos secundários presentes nas folhas maduras. A ausência de correlação entre a frequência diária de registros de ingestão de água e a % de folhas maduras na dieta dos bugios-vermelhos-do-Purús não apoia essas hipóteses. No entanto, o padrão de beber pode estar relacionado à disponibilidade de água na estação chuvosa, como sugerido por Bicca-Marques [1992], e/ou à temperatura ambiente, como sugerido por Dias et al. [2014], tendo em vista que a ingestão de água é uma forma rápida e eficiente de reduzir a temperatura corporal e recuperar a homeostase térmica corporal [Barboza et al., 2009].

Em suma, este estudo mostrou que os bugios-vermelhos-do-Purús habitantes de um pequeno fragmento florestal na Amazônia Ocidental comportam-se conforme esperado para *Alouatta* spp. em ambientes semelhantes. Estudos futuros deverão aumentar o tamanho da amostra para confirmar estes resultados com outros grupos em

áreas semelhantes e conhecer a ecologia e o comportamento da espécie em florestas contínuas e fragmentos com maior dimensão. O acompanhamento de grupos de *A. puruensis* ao longo de um ciclo anual ou durante períodos supra-anuais permitirá avaliar melhor a influência da disponibilidade de recursos na seleção da dieta e nas estratégias de navegação adotadas nas suas áreas de vida.

## **AGRADECIMENTOS**

À Salete Bergamin Quintino pelo apoio emocional, financeiro e logístico. À família Pivolio, proprietária e residente do sítio onde a pesquisa foi realizada, pela permissão de entrada em sua propriedade. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pós-graduação (Mestrado) a EPQ e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Produtividade em Pesquisa a JCBM (Proc. n<sup>os</sup> 303154/2009-8 e 303306/2013-0).

## **REFERÊNCIAS**

- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49:227-267.
- Anzures-Dadda A, Manson RH. 2007. Patch- and landscape-scale effects on howler monkey distribution and abundance in rainforest fragments. *Animal Conservation* 10:69-76.
- Arroyo-Rodríguez V, Mandujano S. 2006. Forest fragmentation modifies habitat quality for *Alouatta palliata*. *International Journal of Primatology* 27:1079-1096.

- Arroyo-Rodríguez V, Mandujano S, Benítez-Malvido J, Cuende-Fanton C. 2007. The influence of large tree density on howler monkey (*Alouatta palliata mexicana*) presence in very small rain forest fragments. *Biotropica* 36:760-766.
- Arroyo-Rodríguez V, Mandujano S, Cuende-Fanton C. 2005. Ocupación de parches de selva por monos aulladores *Alouatta palliata mexicana* en tres paisajes con diferente grado de fragmentación en Los Tuxtlas, México. *Universidad y Ciencia* 2:23-34.
- Ayres M, Ayres Jr. M, Ayres DL, Santos AAS. 2007. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Sociedade Civil Mamirauá, MCT, Imprensa Oficial do Estado do Pará, Belém.
- Bacha CJC. 2012. The use of native forests versus economic growth in Brazil: is it possible to reach a balance? In: Baer W, editor. *The regional impact of national policies: the case of Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar. p 161–183.
- Barboza PS, Parker KL, Hume ID. 2009. *Integrative wildlife nutrition*. Berlin: Springer. 360 p.
- Bencke CSC, Morellato LPC. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25:269-275.
- Bicca-Marques JC. 1992. Drinking behavior in the black howler monkey (*Alouatta caraya*). *Folia Primatologica* 58:107-111.
- Bicca-Marques JC. 2003. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: Marsh LK, editor. *Primates in fragments: ecology and conservation*. New York: Kluwer Academics/Plenum Publishers. p 283-303.

- Bicca-Marques JC, Calegario-Marques C. 1994. Feeding behaviour of the black howler monkey (*Alouatta caraya*) in a seminatural forest. *Acta Biologica Leopoldensia* 16:69-84.
- Bicca-Marques JC, Calegario-Marques C. 1995. Ecologia alimentar do gênero *Alouatta* Lacépède, 1799 (Primates, Cebidae). *Cadernos UFAC, Ciência Agronômica* 3:23-49.
- Boyle SA. 2008. The effects of forest fragmentation on primates in the Brazilian Amazon [PhD dissertation]. Tempe: Arizona State University. 307 p.
- Braza F, Alvarez F, Azcarate T. 1981. Behaviour of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in the Llanos of Venezuela. *Primates* 22:459-473.
- Brower JE, Zar JH. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Iowa: Wm. C. Brown Publishers. 226 p.
- Camargo CC. 2005. *Ecologia Comportamental de Alouatta belzebul (Linnaeus, 1766) na Amazônia Oriental sob alteração antrópica de habitat [dissertação]*. Belém: Universidade Federal do Pará. 92 p.
- Chaves OM, Bicca-Marques JC. 2013. Dietary flexibility of the brown howler monkey throughout its geographic distribution. *American Journal of Primatology* 75:16-29.
- Chaves OM, Stoner KE, Arroyo-Rodríguez V. 2012. Differences in diet between spider monkey groups living in forest fragments and continuous forest in Lacandona, Mexico. *Biotropica* 44:105-113.
- Cristóbal-Azkarate J, Arroyo-Rodríguez V. 2007. Diet and activity pattern of howler monkeys (*Alouatta palliata*) in Los Tuxtlas, Mexico: effects of habitat fragmentation and implications for conservation. *American Journal of Primatology* 69:1013-1029.

- Crockett CM. 1998. Conservation biology of the genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology* 19(3): 549-578.
- Crockett CM, Eisenberg JF. 1987. Howlers: Variations in group size and demography, In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT, editors. *Primate societies*. Chicago: The University of Chicago Press. p 54-68.
- Dias PA, Rangel-Negrín A, Coyohua-Fuentes A, Canales-Espinosa D. 2014. Factors affecting the drinking behavior of black howler monkeys (*Alouatta pigra*). *Primates* 55:1-5.
- Di Fiore A, Link A, Campbell CJ. 2011. The atelines: behavioral and socioecological diversity in a new world monkey radiation. In: Campbell CJ, Fuentes A, Mackinnon KC, Bearder SK, Stumpf RM, editors. *Primates in perspective*. New York: Oxford University Press. p 155-188.
- Eason P. 1989. Harpy eagle attempts predation on adult howler monkey. *The Condor* 9:469-470.
- Estrada A, Juan-Solano S, Martínez TO, Coates-Estrada R. 1999. Feeding and general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop living in a forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 48:167-183.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34:487-515.
- Fashing PJ. 2001. Activity and ranging patterns of guerezas in the Kakamega Forest: intergroup variation and implications for intragroup feeding competition. *International Journal of Primatology* 22:549-577.
- Fearnside PM. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade* 1:113-123.

- Fichtel C, Zucchini W, Hilgartner R. 2011. Out of sight but not out of mind? Behavioral coordination in red-tailed sportive lemurs (*Lepilemur ruficaudatus*). *International Journal of Primatology* 32:1383-1396.
- Fortes VB. 2008. Ecologia e comportamento do bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940) em fragmentos florestais na depressão central do Rio Grande do Sul, Brasil [tese]. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 145 p.
- Fortes VB, Bicca-Marques JC. 2005. Ecologia e comportamento de primatas: métodos de estudo de campo. *Caderno La Salle XI, Canoas* 2:207-218.
- Gaulin SJC, Gaulin CK. 1982. Behavioral ecology of *Alouatta seniculus* in Andean cloud forest. *International Journal of Primatology* 3:1-32.
- Giudice AM, Murdy MD. 2000. Drinking behavior in the black howler monkey (*Alouatta caraya*). *Zoocriaderos* 3:11-19.
- Glander KE. 1975. Habitat description and resource utilization: a preliminary report on mantled howling monkey ecology. In: Tuttle RH, editor. *Socioecology and psychology of primates*. Mouton: The Hague. p 37-57.
- Glander KE. 1978. Drinking from arboreal water sources by mantled howling monkeys (*Alouatta palliata* Gray). *Folia Primatologica* 29:206-217.
- Gregorin R. 2006. Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23:64-144.
- Harvey PH, Clutton-Brock TH. 1981. Primate home-range size and metabolic needs. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 8:151-155.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: Manuais Técnicos em Biociências.

- Julliot C, Sabatier D. 1993. Diet of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in French Guiana. *International Journal of Primatology* 14:527-550.
- Kasecker TP. 2006. Efeito da estrutura do hábitat sobre a riqueza e composição de comunidades de primatas da RDS Piagaçu-Purus, Amazônia Central, Brasil. [dissertação]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas. 94 p.
- Koch F, Bicca-Marques JC. 2007. Padrão de atividades e dieta de *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940: uma análise sexo-etária. In: Bicca-Marques JC, editor. *A primatologia no Brasil - 10*. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Primatologia. p 353-361.
- Laurance WF, Vasconcelos HL. 2009. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13:434-451.
- Leigh SR, Jungers WL. 1994. Brief communication: a re-evaluation of subspecific variation and canine dimorphism in woolly spider monkeys (*Brachyteles arachnoides*). *American Journal of Physical Anthropology* 95:435-442.
- Lopez GO, Terborgh J, Ceballos N. 2005. Food selection by a hyperdense population of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*). *Journal of Tropical Ecology* 21:445-450.
- Magurran AE. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing. 256 p.
- Martins JN. 2008. Flexibilidade alimentar e comportamental do bugio-ruivo *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940 (Primates, Atelidae) em relação ao uso de espécies vegetais alóctones em Caxias do Sul, RS. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul. 109 p.

- Matsuda I, Tuuga A., Higashi S. 2009. The feeding ecology and activity budget of proboscis monkeys. *American Journal of Primatology* 71:478-492.
- Milton K. 1998. Physiological ecology of howlers (*Alouatta*): energetic and digestive considerations and comparison with the Colobinae. *International Journal of Primatology* 19:513-548.
- Milton K, May ML. 1976. Body weight, diet and home range area in primates. *Nature* 57:70-82.
- Miranda JMD, Moro-Rios RF, Bernardi IP, Passos FC. 2005. Formas não usuais para a obtenção de água por *Alouatta guariba clamitans* em ambiente de floresta com araucária no sul do Brasil. *Neotropical Primates* 13(2):21-23.
- Mittermeier RA. 1973. Group activity and population dynamics of the howler monkey on Barro Colorado Island. *Primates* 14:1-19.
- Mittermeier RA, Schwitzer C, Rylands AB, et al. 2012. Primates in peril: the world's 25 most endangered primates 2012–2014. Arlington: IUCN/SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, and Conservation International. 39 p.
- Moro-Rios RF, Serur-Santos CS, Miranda JMD, Passos FC. 2008. Obtenção de água por um grupo de *Alouatta clamitans* (Primates: Atelidae), em floresta com Araucária: variações sazonais, sexo-etárias e circadianas. *Revista Brasileira de Zoologia* 25:558-562.
- Neville MK, Glander KE, Braza F, Rylands AB. 1988. The howling monkeys, genus *Alouatta*. In: Mittermeier RA, Rylands AB, Coimbra-Filho A F, Fonseca GAB, editors. *Ecology and behavior of neotropical primates - 2*. Washington, DC: World Wildlife Fund. p 349-453.

- Palacios E, Rodriguez A. 2001. Ranging pattern and use of space in a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern Colombian rainforest. *American Journal of Primatology* 55:233-251.
- Palma AC, Vélez A, Gómez-Posada C, et al. 2011. Use of space, activity patterns, and foraging behavior of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in an Andean forest fragment in Colombia. *American Journal of Primatology* 73:1062-1071.
- Peres CA. 1990. A harpy eagle successfully captures an adult male red howler monkey. *The Wilson Bulletin* 102:560-561.
- Peres CA. 1997. Effects of habitat quality and hunting pressure on arboreal folivore densities in neotropical forests: a case of howler monkeys (*Alouatta* spp.). *Folia Primatologica* 68:199-222.
- Pina ALCB. 1999. Dinâmica sócio-ecológica em uma população de guaribas-das-mãos-vermelhas (*Alouatta belzebul*) na Estação Científica Ferreira Penna, Pará. [dissertação]. Belém: Universidade Federal do Pará. 105 p.
- Pinto ACB, Azevedo-Ramos C, Carvalho O. 2003. Activity patterns and diet of the howler monkey *Alouatta belzebul* in areas of logged and unlogged forest in Eastern Amazonia. *Animal Biodiversity and Conservation* 26:39-49.
- Pinto LP. 2002. Dieta, padrão de atividades e área de vida de *Alouatta belzebul discolor* (Primates, Atelidae) em Paranaíta, Norte de Mato Grosso. [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 116 p.
- Pinto LP, Setz EZF. 2004. Diet of *Alouatta belzebul discolor* in an Amazonian rain forest of northern Mato Grosso State, Brazil. *International Journal of Primatology* 25:1197-1211.

- 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* 29:703-715.
- Quintino EP, Bicca-Marques JC. 2013. Predation of *Alouatta puruensis* by *Boa constrictor*. *Primates* 54:325-330.
- Rímoli J, Nantes RS, Lázaro-Júnior AE. 2012. Diet and activity patterns of black howler monkeys *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812, Primates, Atelidae) in ecotone Cerrado-Pantanal in the left bank of Aquidauana river, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Oecologia Australis* 16:933-948.
- Rylands AB, Mittermeier RA. 2009. The diversity of the New World primates (Platyrrhini): an annotated taxonomy. In: Garber PA, Estrada A, Bicca-Marques JC, Heymann EW, Strier KB, editors. *South American primates: comparative perspectives in the study of behavior, ecology, and conservation*. New York: Springer. p 23-54.
- SEDAM, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. 2012. Boletim Climatológico de Rondônia – Ano 2010. Porto Velho. 34 p.
- Sherman PT. 1991. Harpy eagle predation on a red howler monkey. *Folia Primatologica* 56:53-56.
- Smith DAE, Smith YCE, Cheyne SM. 2013. Home-range use and activity patterns of the red langur (*Presbytis rubicunda*) in Sabangau tropical peat-swamp forest, central Kaimantan, Indonesian Borneo. *International Journal of Primatology* 34:957-972.
- Souza LP. 1999. Comportamento alimentar e dispersão de sementes por guaribas (*Alouatta belzebul*) na Estação Científica Ferreira Penna (Cuxiuanã/Melgaço/Pará)

- [dissertação]. Belém: Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi. 168 p.
- Souza SP. 2005. Ecologia e conservação de *Alouatta belzebul belzebul* (Primates, Atelidae) na Paraíba, Brasil. [tese]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 104 p.
- Viana VM, Pinheiro LAFV. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12(32):25-42.
- Vieira ICG, Silva JMC, Toledo PM. 2005. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados* 19(54):153-164.
- Wijten Z, Hankinson E, Pellissier T, Nuttall M, Lemarkat R. 2012. Activity budgets of Peters' Angolan black-and-white colobus (*Colobus angolensis palliatus*) in an east African coastal forest. *African Primates* 7:203-210.
- Wong SNP, Sicotte P. 2007. Activity budget and ranging patterns of *Colobus vellerosus* in forest fragments in Central Ghana. *Folia Primatologica* 78:245-254.
- Zunino GE. 1986. Algunos aspectos de la ecología y etología del mono aullador negro (*Alouatta caraya*) in habitats fragmentados. [tese]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Zunino GE, González V, Kowalewski MM, Bravo SP. 2001. *Alouatta caraya*. Relations among habitat, density and social organization. *Primate Report* 61:37-46.

Tabela 1. Número de indivíduos (N), frequência relativa (FR), densidade relativa (DR), dominância relativa (DOR) e índice de valor de importância (IVI) das espécies vegetais encontradas no levantamento botânico da área de estudo em Rolim de Moura, Rondônia.

<b>Espécie Vegetal</b>	<b>Família</b>	<b>N</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>DOR</b>	<b>IVI</b>
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl. (pente de macaco)	Malvaceae	36	9,7	17,8	66,8	94,3
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trecul (mamica de porca)	Moraceae	18	9,1	8,9	7,4	25,4
<i>Ocotea</i> sp. (canela)	Lauraceae	8	5,2	4,0	3,2	12,3
Não identificado 2		8	4,5	4,0	1,5	10,0
<i>Luehea speciosa</i> Willd (açoita cavalo)	Malvaceae	8	3,2	4,0	2,5	9,7
Malpighiaceae sp. (pamã)	Malpighiaceae	10	1,9	5,0	2,8	9,7
<i>Orbignya phalerata</i> Mart. (coqueiro babaçú)	Arecaceae	6	2,6	3,0	4,0	9,6
<i>Inga</i> sp. 1 (ingá)	Fabaceae	6	2,6	3,0	1,0	6,6
<i>Inga</i> sp. 2 (ingá)	Fabaceae	5	3,2	2,5	0,6	6,3
<i>Cordia goeldiana</i> Huber (frejó/louro)	Boraginaceae	5	3,2	2,5	0,3	6,0
<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez (canela)	Lauraceae	5	2,6	2,5	0,8	5,9
<i>Plathymenia foliosa</i> Benth. (vinheira)	Fabaceae	4	1,9	2,0	1,8	5,7
<i>Endlicheria</i> sp. (pamã)	Lauraceae	6	1,3	3,0	0,7	5,0
Não identificado 24 (pamã)		3	1,9	1,5	0,8	4,2
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill. (pinha)	Annonaceae	4	1,9	2,0	0,2	4,1
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr. (garapeira)	Caesalpiniaceae	3	1,9	1,5	0,2	3,6
Não identificado 1		3	1,9	1,5	0,1	3,6
<i>Chorisia pubiflora</i> (A.St.-Hil.) Dawson (barriguda)	Bombaceae	2	1,3	1,0	1,0	3,3
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin (mandiocão)	Araliaceae	2	1,3	1,0	0,7	3,0
<i>Inga</i> sp. 3 (ingá)	Fabaceae	2	1,3	1,0	0,3	2,6
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret (coqueiro brejaúba)	Arecaceae	2	1,3	1,0	0,3	2,6
Não identificado 7		2	1,3	1,0	0,2	2,5
<i>Bellucia dichotoma</i> Cogn. (jambeiro/jambo branco)	Melastomaceae	2	1,3	1,0	0,2	2,5

Continuação da Tabela 1

<b>Espécie Vegetal</b>	<b>Família</b>	<b>N</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>DOR</b>	<b>IVI</b>
<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandwith (ipê amarelo)	Bignoniaceae	2	1,3	1,0	0,2	2,5
Não identificado 5		2	1,3	1,0	0,2	2,5
Não identificado 25 (torrado)		2	1,3	1,0	0,2	2,5
<i>Rauvolfia paraensis</i> Ducke (peroba d'água)	Apocynaceae	2	1,3	1,0	0,1	2,4
<i>Cedrela fissilis</i> Vell. (cedro rosa)	Meliaceae	2	1,3	1,0	0,1	2,4
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez. (itaúba)	Lauraceae	2	1,3	1,0	0,1	2,4
<i>Couepia grandiflora</i> Benth. (oiticica/guariúba/guaticica/tuturuba)	Chrysobalanaceae	2	1,3	1,0	0,1	2,4
Não identificado 16		2	1,3	1,0	0,0	2,3
<i>Eschweilera parviflora</i> (Aubl.) Miers (mata-matá)	Lecythidaceae	2	1,3	1,0	0,0	2,3
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel (tachi branco)	Fabaceae	2	0,6	1,0	0,1	1,7
Sapotaceae sp. (bolão)	Sapotaceae	1	0,6	0,5	0,3	1,4
<i>Bombax coriaceum</i> Mart. (embiruçú)	Bombaceae	1	0,6	0,5	0,2	1,3
<i>Diantenopteyx sorbifolia</i> Radlk. (maria-preta)	Sapindaceae	1	0,6	0,5	0,1	1,3
<i>Onychopetalum lucidum</i> R. E. Fries (envira caju)	Annonaceae	1	0,6	0,5	0,1	1,2
<i>Trema micranta</i> (L.) Brum. (piriquiteira)	Cannabaceae	1	0,6	0,5	0,1	1,2
Não identificado 9		1	0,6	0,5	0,1	1,2
<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason (tamarindo do mato)	Fabaceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
<i>Oenocarpus distichus</i> Mart. (palmeira norte-sul)	Palmaceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 13		1	0,6	0,5	0,0	1,2
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth. (baginha)	Fabaceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 20		1	0,6	0,5	0,0	1,2
<i>Rollinia exsucca</i> (DC. ex Dunal) (imbira)	Annonaceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 15		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 22		1	0,6	0,5	0,0	1,2

Continuação da Tabela 1

<b>Espécie Vegetal</b>	<b>Família</b>	<b>N</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>DOR</b>	<b>IVI</b>
Não identificado 11		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 6		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 10		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 17		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 19		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 21		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Lauraceae sp.	Lauraceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
Moraceae sp.	Moraceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 12		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 23		1	0,6	0,5	0,0	1,2
<i>Terminalia argentea</i> Mart & Zucc (capitão do campo)	Combretaceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 4		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 3		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 8		1	0,6	0,5	0,0	1,2
<i>Nectandra</i> sp. (canela)	Lauraceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briquet (Mbavy) (espeteira)	Saliaceae	1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 14		1	0,6	0,5	0,0	1,2
Não identificado 18		1	0,6	0,5	0,0	1,2
						<b>Σ 300</b>
<b>Árvores de grande porte marcadas fora das parcelas</b>						
<i>Erismia uncinatum</i> Warm. (cedrilho)	Vochysiaceae					
<i>Eugenia involucrata</i> DC. (cerejeira)	Myrtaceae					
<i>Mangifera indica</i> L. (mangueira)	Anacardiaceae					
Não identificada 26						
Não identificada 27						

Continuação da Tabela 1

<b>Espécie Vegetal</b>	<b>Família</b>	<b>N</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>DOR</b>	<b>IVI</b>
Não identificada 28						
Não identificada 29						
Não identificada 30						
Não identificada 31						
Não identificada 32						
Não identificada 33						
Não identificada 34						

Tabela 2. Espécies e itens utilizados na dieta de *Alouatta puruensis* durante o estudo.

<b>Espécie</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Média Geral</b>	<b>Itens</b>
<i>Inga</i> sp. 3	16,1	19,1	56,9	27,5	13,0	12,0	26,2	FOB, FOV, FOM, FLB, FLA
cipós NI	11,2	38,8	8,4	16,2	27,3	33,6	21,1	FOB, FOV, FOM, FOI, FLB, FLA, FRV, FRI, R
<i>Luehea speciosa</i>	8,7	0,8	3,2	28,6	5,0	7,2	9,5	FOB, FOV, FOM, FOI, FLB, FLA
<i>Apuleia leiocarpa</i>	-	-	-	-	41,7	16,4	8,7	FOV
<i>Orbignya phalerata</i>	44,0	-	-	-	-	3,1	7,4	FRM
<i>Cuspidaria</i> sp.	-	9,4	18,9	5,3	1,0	3,9	7,0	FLB, FLA
<i>Acacia plumosa</i> Lowe	11,2	16,9	1,7	2,1	-	0,7	4,8	FOB, FOV, FOM, FOI, FLA, FRV, FRM, FRI
pamã 2	0,7	6,9	4,1	0,4	0,7	8,5	3,4	FOB, FOV, FRV
NI (530)	-	-	-	18,1	-	-	3,4	FRM
<i>Schefflera morototoni</i>	5,0	2,8	-	0,2	-	-	1,2	FOB, FOV
NI	2,1	3,6	-	0,4	0,5	0,9	1,1	FOB, FOV, FOM, FRV, FRI, FRM
cipó sp.4	-	-	-	-	5,7	1,3	1,0	FOB, FOV
<i>Inga</i> sp.1	-	-	2,4	-	0,2	0,9	0,7	FOV
NI (528)	-	-	2,4	-	-	-	0,5	FOB, FOV
NI (534)	-	-	-	-	-	2,8	0,5	FOV
cipó sp.5	-	-	-	-	3,0	-	0,4	FLB, FLA
NI (533)	-	-	-	-	-	2,6	0,4	FOV
cipó sp.6	-	-	-	-	0,7	1,5	0,4	FOV
NI (535)	-	-	-	-	-	2,0	0,3	FOV
torrado	0,5	0,8	-	-	-	0,7	0,3	FOV, FOM
<i>Ocotea</i> sp.	-	-	1,0	0,4	-	-	0,3	FRM, FRI
NI (532)	-	-	-	-	-	1,3	0,2	FOB, FOV
<i>Nectandra</i> sp.	0,2	-	-	0,2	0,2	-	0,1	FOB, FOV, FRM

Continuação da Tabela 2.

<i>Mangifera indica</i>	-	-	-	-	-	0,7	0,1	FRV
<i>Bellucia dichotoma</i>	-	0,6	-	-	-	-	0,1	FRV, FRM
<i>Uncaria guianensis</i> (Aubl.) J.F. Gmel	-	0,3	-	-	-	-	<0,1	FLB
<i>Cedrela fissilis</i>	-	-	-	-	0,2	-	<0,1	FOV
<i>Pyrostegia</i> sp. pamã 1	-	-	-	-	0,2	-	<0,1	FLA FOB
<i>Tabebuia alba</i>	0,2	-	-	-	-	-	<0,1	FOV
<i>Erisma uncinatum</i> NI (418)	-	-	0,2	-	-	-	<0,1	C FOV
NI (526)	-	-	0,2	-	-	-	<0,1	FOV, FOM
<i>Cordia goeldiana</i>	-	-	0,2	-	-	-	<0,1	FOV
<b>Total</b>	<b>100</b>							

FOB=broto; FOV=folha nova; FOM=folha madura; FOI=folha com maturidade indeterminada; FLB=botão floral; FLA=flor aberta; FRV=fruto verde; FRM=fruto maduro; FRI=fruto com maturidade indefinida; R=ramo; C=casca.

Tabela 3. Índices de similaridade quantitativa de Sørensen da dieta de *Alouatta puruensis* entre os períodos de estudo.

	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Abril	45,2	21,9	25,2	26,2	34,6
Maio	-	39,6	44,6	36,9	47,1
Junho	-	-	39,7	19,1	26,1
Julho	-	-	-	24,4	26,6
Agosto	-	-	-	-	61,1

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea do fragmento florestal do Sítio Nossa Senhora Aparecida, em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. Fonte: GoogleEarth<sup>®</sup>.

Figura 2. Índice de disponibilidade (%) de (a) folhas, (b) flores e (c) frutos das árvores monitoradas no fragmento florestal ao longo do estudo. Observe que a escala do gráfico é diferente. Ver material e métodos para detalhes.

Figura 3. Tempo (% dos registros) dedicado às principais atividades por *Alouatta puruensis* durante o estudo. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.

Figura 4. Tempo (% dos registros) dedicado (a) ao descanso, (b) à locomoção e (c) à alimentação ao longo do dia. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.

Figura 5. Tempo (% de registros) dedicado a cada atividade pelos indivíduos do grupo de estudo (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem). As letras acima de cada barra indicam os indivíduos que apresentaram diferença significativa ( $p_{\text{protegido}} < 0,01$ ) em relação ao tempo dedicado a cada atividade segundo o teste binomial.

Figura 6. Contribuição (% dos registros de alimentação) de (a) folhas, (b) flores e (c) frutos para a dieta de *Alouatta puruensis* durante o estudo. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.

Figura 7. Variação temporal do percurso diário (m) do grupo de estudo. O gráfico mostra a variação diária (mediana e quartis) observada em cada período amostral.



Figura 1. Quintino & Bicca-Marques

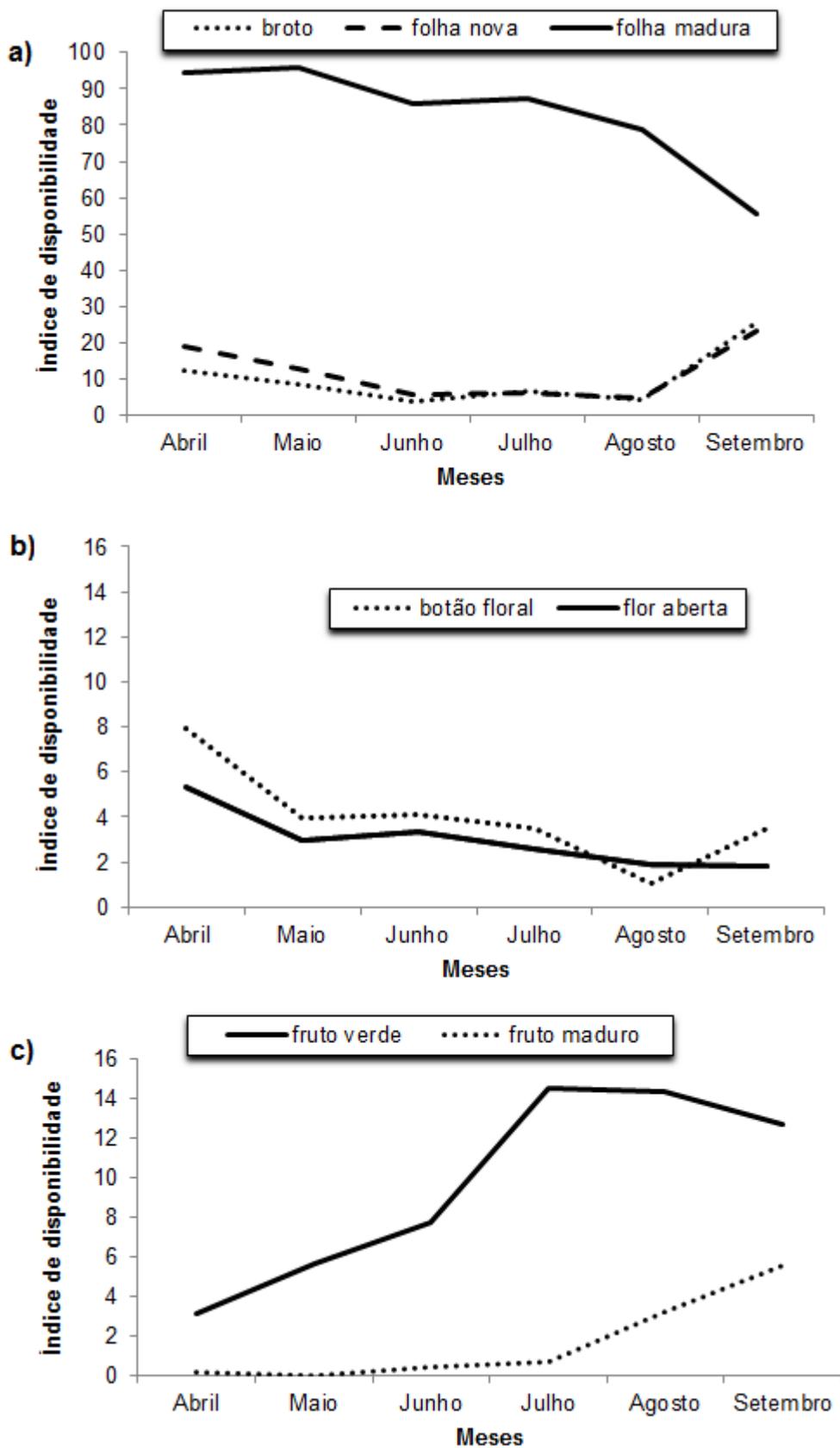


Figura 2. Quintino & Bicca-Marques

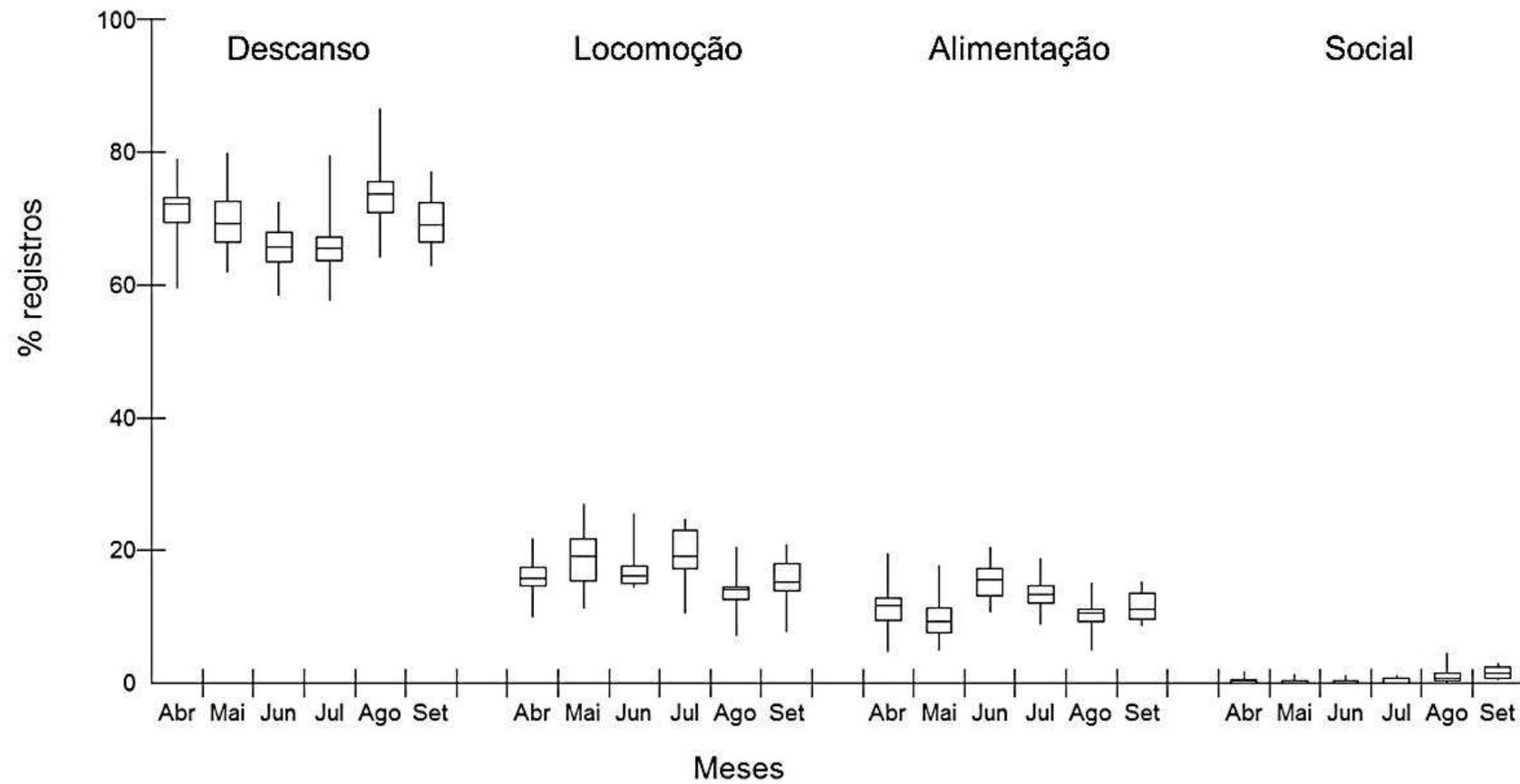


Figura 3. Quintino & Bicca-Marques

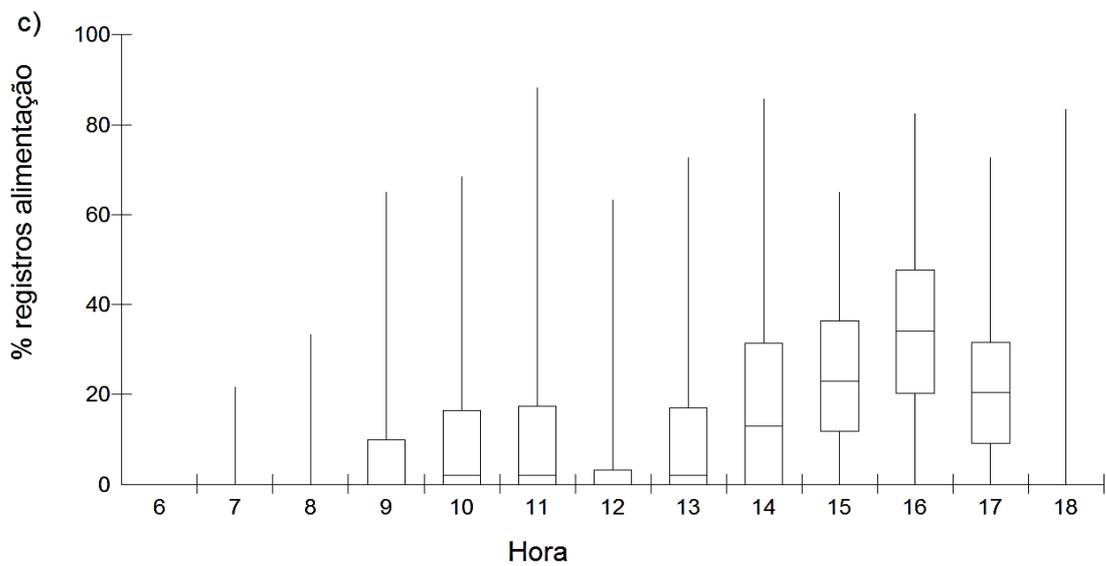
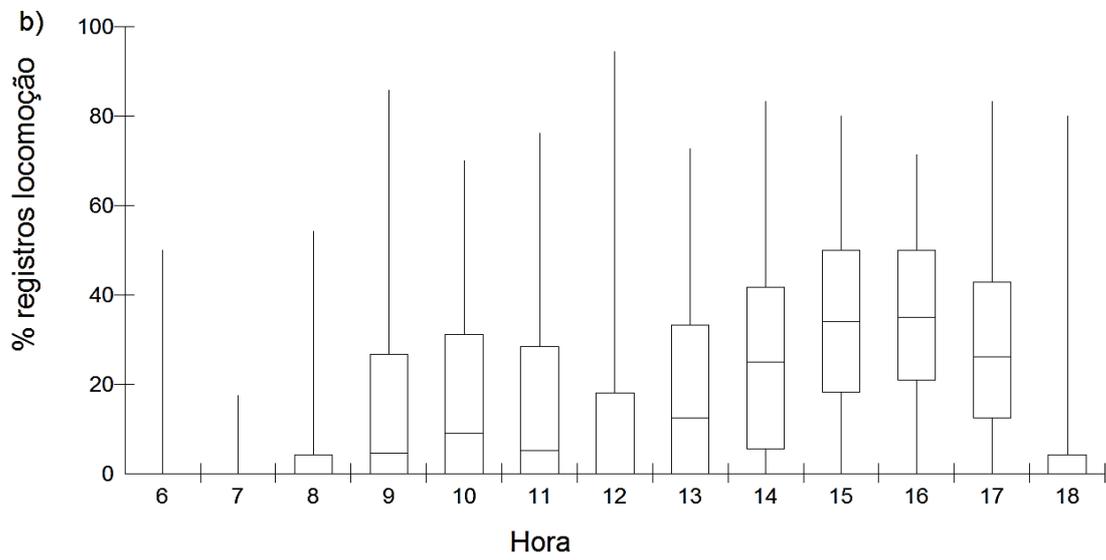
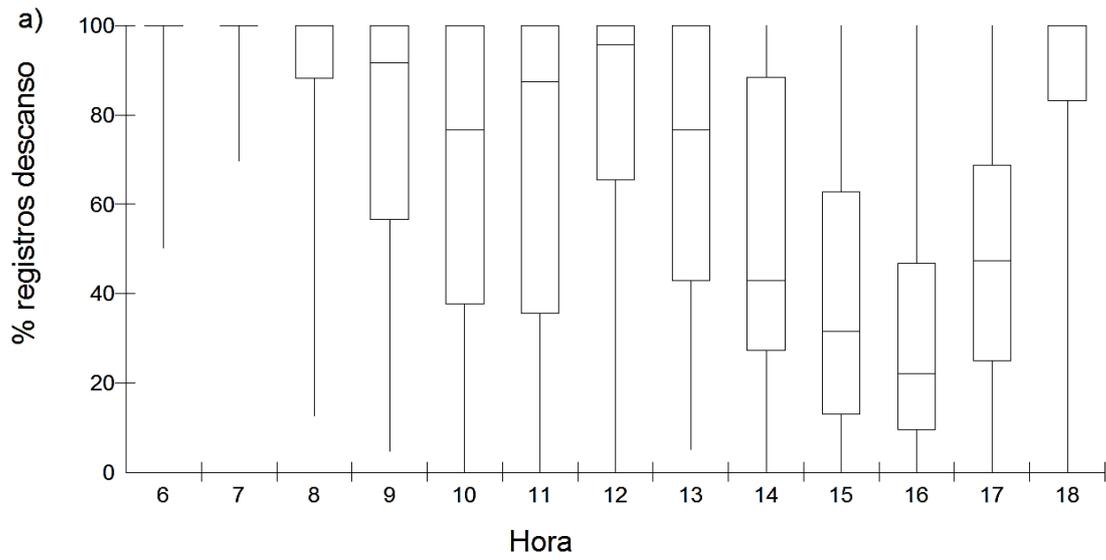


Figura 4. Quintino & Bicca-Marques

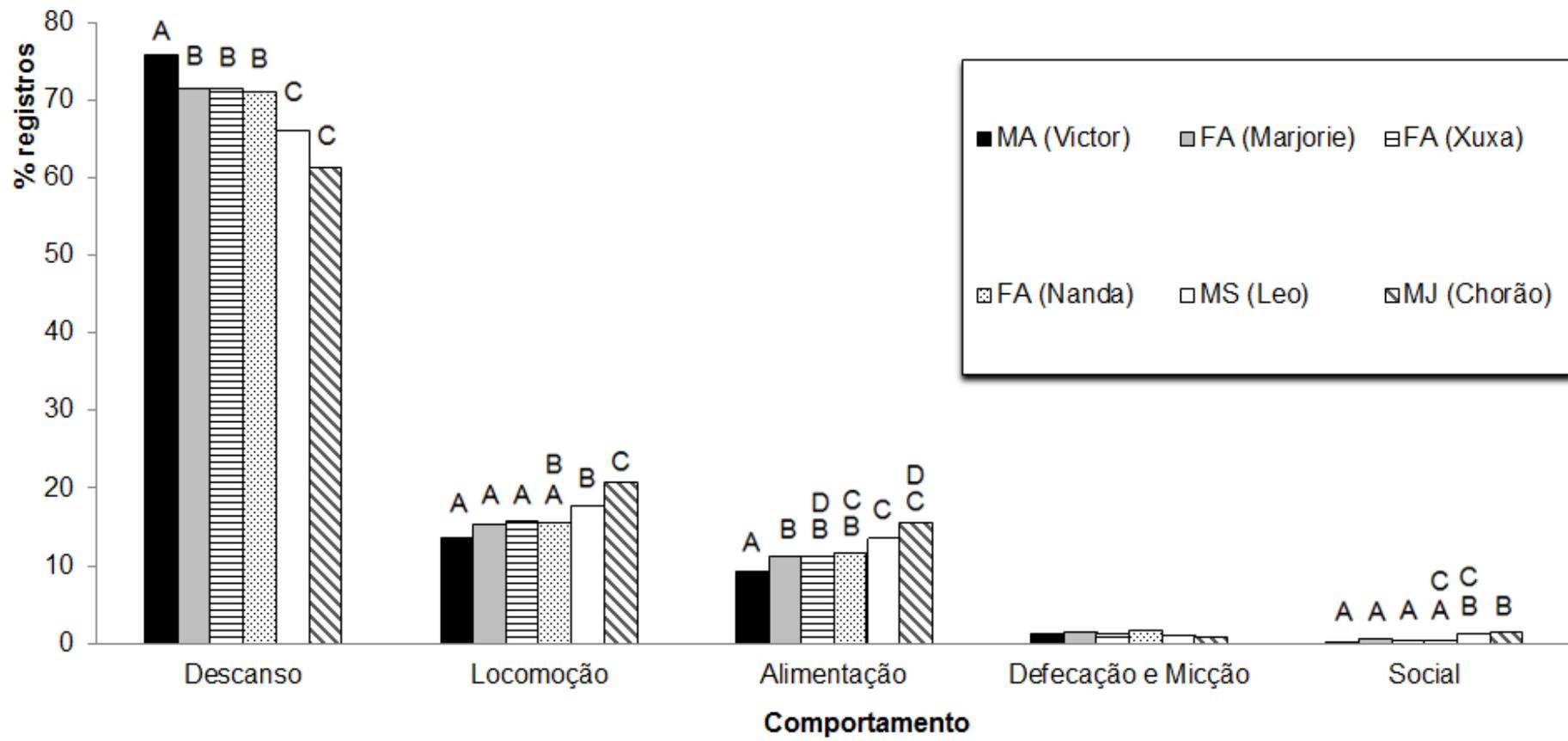


Figura 5. Quintino & Bicca-Marques

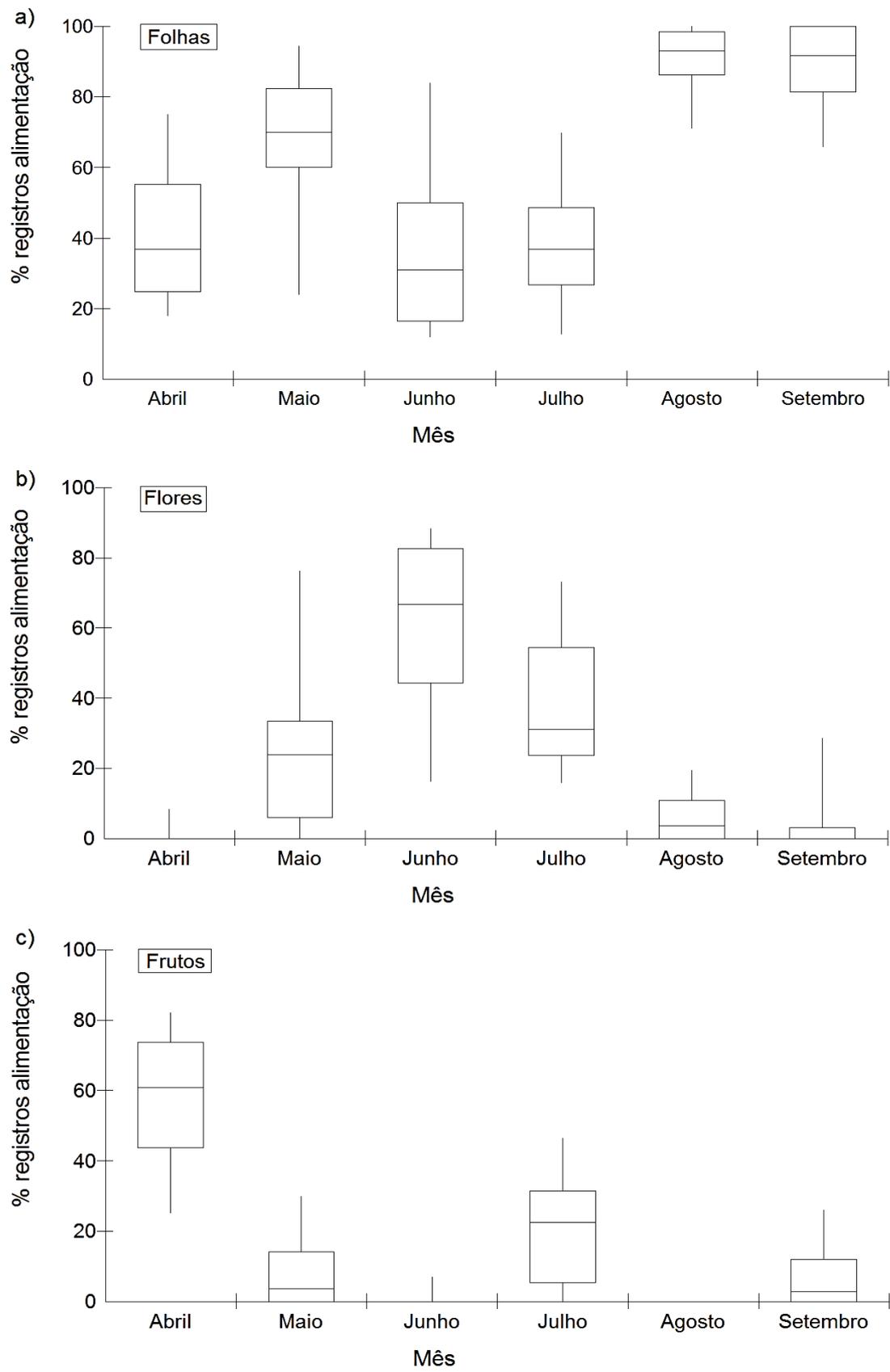


Figura 6. Quintino & Bicca-Marques

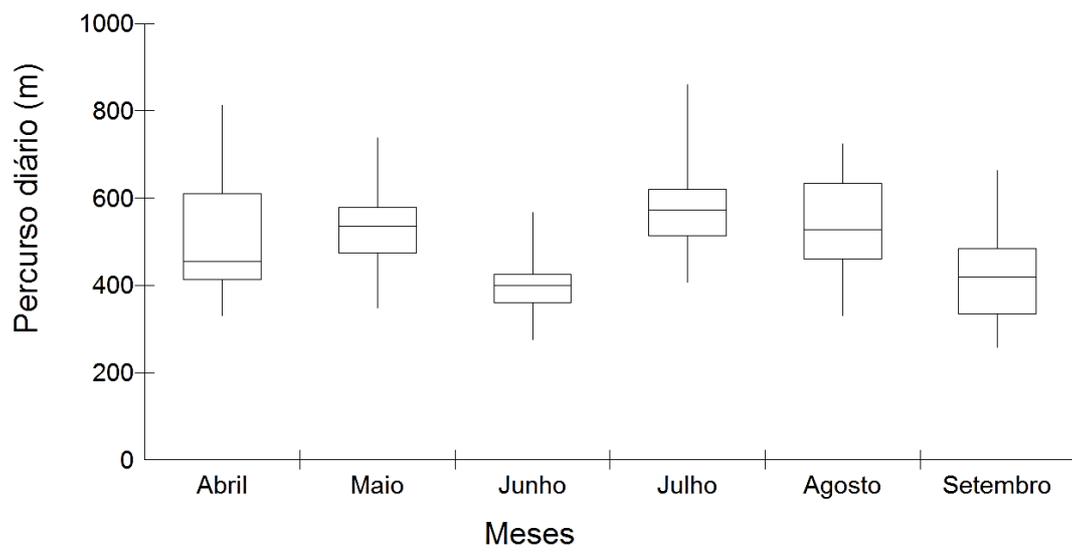


Figura 7. Quintino & Bicca-Marques

## Capítulo 2

### **Comportamento postural e locomotor de *Alouatta puruensis* em um fragmento de Floresta Amazônica**

Erika Patrícia Quintino & Júlio César Bicca-Marques

Laboratório de Primatologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,  
Brasil

Título resumido: Posturas e locomoção de *Alouatta puruensis*

Correspondência: Erika Patrícia Quintino; Rua Corumbiara, 5738, Rolim de Moura,  
Rondônia, 76.940-000, Brasil, erika\_estrela@yahoo.com.br, (55) (69) 8463-2319.

## RESUMO

Os bugios (*Alouatta* spp.) são primatas arborícolas que apresentam um estilo de vida caracterizado por comportamentos compatíveis com uma estratégia de minimização dos gastos energéticos. Dentre estes comportamentos destacam-se um modo de locomoção quadrúpede (principalmente a caminhada), a postura sentado como principal forma de obtenção do alimento e a adequação da postura e microhabitat de descanso a variações na temperatura ambiente como mecanismo de termorregulação comportamental. Este trabalho relata os resultados do primeiro estudo sobre as posturas corporais adotadas durante o descanso e a alimentação e os tipos de locomoção empregados por um grupo de bugios-vermelhos-do-Purús. O grupo de estudo (sete indivíduos) habita um fragmento florestal com 2,2 ha em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. Os dados foram coletados pelo método de varredura instantânea do amanhecer ao pôr-do-sol durante 90 dias no período de abril a outubro de 2013. Conforme descrito para as outras espécies do gênero, sentado foi a postura mais utilizada durante o descanso e a alimentação e a caminhada quadrúpede foi a principal forma de locomoção. O padrão postural durante o descanso é compatível com um comportamento de termorregulação, pois os bugios aumentaram o uso de posturas dissipadoras de calor e a seleção de locais à sombra com o aumento da temperatura ambiente. O uso das posturas de alimentação variou de acordo com o item consumido. Enquanto sentado foi mais utilizada na exploração de folhas, pendurado foi mais utilizada durante o consumo de frutos e flores. Foram encontradas diferenças individuais para as posturas de descanso e os modos de locomoção, mas não para as posturas de alimentação. Em suma, o grupo de *A. puruensis* apresentou um comportamento postural e locomotor típico de *Alouatta*.

**Palavras-chave:** bugio-vermelho-do-Purús, postura, termorregulação, tipos de locomoção, alimentação, descanso.

## INTRODUÇÃO

Os bugios são primatas arborícolas folívoro-frugívoros [Crockett & Eisenberg, 1987], que apresentam um estilo de vida caracterizado por comportamentos compatíveis com uma estratégia de minimização dos gastos energéticos decorrente do fato de as folhas serem itens pobres em energia [Garber, 1987]. Dentre esses comportamentos destacam-se um modo de locomoção quadrúpede do tipo caminhada [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1995; Azevedo & Bicca-Marques, 2007; Prates & Bicca-Marques, 2008], o uso da postura sentado durante a alimentação [Mendel, 1976; Gebo, 1992; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993; Azevedo & Bicca-Marques, 2007; Prates & Bicca-Marques, 2008] e a adequação da postura e microhabitat de descanso à temperatura ambiente como mecanismo de termorregulação comportamental [Young, 1982; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1998]. Em relação à alimentação, a postura utilizada também pode variar em decorrência do tamanho do indivíduo e do tipo de alimento e sua distribuição espacial na copa das árvores [Rosenberger & Strier, 1989; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993, 1995; Bergeson, 1998; Azevedo & Bicca-Marques, 2007; Prates & Bicca-Marques, 2008; Youlatos & Gasc, 2011].

Embora predominantemente quadrúpedes, o padrão locomotor dos bugios também pode ser influenciado pelo tamanho do indivíduo [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1995]. Enquanto os indivíduos maiores e mais velhos tendem a usar modos de locomoção que envolvem um menor gasto energético, como a caminhada [Azevedo & Bicca-Marques, 2007], os mais jovens e menores apresentam um maior investimento em comportamentos mais dispendiosos como o salto e a corrida, em decorrência da sua dificuldade em vencer obstáculos com o uso do tipo de locomoção em ponte e sua maior

participação em interações sociais, em especial brincadeiras [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1995; Azevedo & Bicca-Marques, 2007].

Além de seu menor custo energético, a postura sentado permite que as mãos fiquem livres para inspecionar o alimento [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993; Azevedo & Bicca-Marques, 2007]. Essa postura pode ser especialmente importante para os indivíduos devido a sua maior capacidade (força) em dobrar os galhos para cima e puxar os alimentos com as mãos ou boca, o que lhes dá acesso a maiores quantidades de comida [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993]. Por outro lado, o uso das posturas de suspensão (pendurado pela cauda e em ponte) pode anular os problemas da manutenção do equilíbrio em suportes flexíveis, liberar as mãos para a inspeção do alimento e permitir que o animal aumente o seu alcance em cerca de 1,5 vezes o comprimento de seu corpo [Mendel, 1976; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993]. Essas vantagens são particularmente relevantes para os indivíduos mais jovens, os quais por serem mais leves podem explorar alimentos localizados em suportes mais finos que poderiam não resistir ao peso de indivíduos maiores [Glander, 1975; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993]. Estas posturas suspensórias podem facilitar o acesso àqueles itens alimentares presentes nas extremidades mais finas e flexíveis dos galhos, em especial flores e frutos [Youlatos, 1998].

Por fim, as mudanças nas temperaturas ambientais têm um efeito direto nos organismos terrestres, pois eles ganham ou perdem calor por radiação, convecção ou condução [Paterson, 1981; Pough et al., 2008]. A necessidade de manter a temperatura corporal constante para o correto funcionamento de suas funções metabólicas [Pough et al., 2008], exige dos animais a adoção de ajustes na direção e padrão de transferência de calor entre o corpo e o ambiente por meio da termorregulação comportamental

[Paterson, 1981]. Para tal, os primatas (1) selecionam microhabitats de descanso à sombra sob temperaturas mais altas e ao sol sob baixas temperaturas, (2) adotam posturas que expõem uma menor razão área/volume corporal ao ambiente para conservar o calor quando a temperatura é baixa ou que resultem em uma maior razão área/volume corporal em contato com o ambiente para facilitar a perda de calor quando a temperatura é alta e (3) expõem a região ventral do corpo ao sol sob temperaturas mais baixas [Paterson, 1981; Bicca-Marques & Calegari-Marques 1998, Hill, 2006; Gomes & Bicca-Marques, 2007; Muhle & Bicca-Marques, 2007].

O objetivo deste trabalho foi analisar as posturas corporais adotadas durante o descanso e a alimentação e os tipos de locomoção empregados por um grupo de bugios-vermelhos-do-Purús habitantes de um fragmento florestal em Rolim de Moura, estado de Rondônia, Brasil. Este é o primeiro trabalho sobre o comportamento postural e locomotor de *A. puruensis*, espécie habitante de uma região com clima equatorial. Espera-se que *A. puruensis* apresente um comportamento compatível com uma estratégia de economia de energia, à semelhança do descrito para outras espécies do gênero.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O grupo de estudo, composto por sete indivíduos (um macho adulto, Victor; três fêmeas adultas, Marjorie, Nanda e Xuxa; um macho subadulto, Leo; um macho jovem, Chorão; e um macho infante, Taylor, filho de Xuxa nascido no início de abril de 2013 durante o processo de habituação do grupo), foi habituado nos períodos de 8 a 21 de janeiro e 1º a 14 de abril de 2013 e acompanhado do amanhecer ao pôr-do-sol de 18 de abril a 9 de outubro de 2013 (seis períodos amostrais de 15 dias=90 dias de

observação) em um fragmento florestal com 2,2 ha (11°47'59,32"S, 61°47'03,26"O, ca. 275 m a.n.m.m.) em Rolim de Moura, estado de Rondônia, Brasil. A vegetação do fragmento é classificada como Floresta Ombrófila Aberta [IBGE, 2012] e a matriz é composta por pastagens. A região apresenta um Clima Tropical Chuvoso, tipo AW da classificação de Köppen, com temperatura média anual do ar variando entre 24 e 26°C e precipitação pluviométrica média anual variando entre 1.400 e 2.600 mm. Apresenta um período de seca bem definido no inverno, com três meses (junho, julho e agosto) ecologicamente secos, nos quais a precipitação é inferior a 20 mm. A umidade relativa média do ar varia de 80 a 90% no verão e em torno de 75% no outono e no inverno [SEDAM, 2012]. O estrato arbóreo do fragmento é composto por 738 árvores com  $DAP \geq 10$  cm (Tabela 1), às quais variam de 3 a 28 m de altura (média  $\pm$  d.p.= $11 \pm 4$  m).

Um total de 16.141 registros de descanso (70,8%), 3.872 registros de locomoção (17,0%) e 2.788 de alimentação (12,2%) foram obtidos pelo método de varredura instantânea [Altmann, 1974] em unidades amostrais com 5 min de observação e 10 min de intervalo. A locomoção foi classificada em caminhada, corrida, salto, escalada, descida e ponte [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1995] e as posturas de alimentação em sentado, pendurado, deitado, bípede e quadrúpede [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993]. As posturas de descanso foram classificadas em bola, sentado, deitado, relaxado e esparramado, conforme descrito por Paterson [1981] para *A. palliata* e utilizado em estudos com *A. caraya* [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1998; Prates & Bicca-Marques, 2008] e *A. guariba clamitans* [Muhle & Bicca-Marques, 2007]. Essas posturas diferem em relação à razão área/volume corporal do animal, a qual afeta a sua capacidade de conservação ou dissipação de calor para o ambiente. Para testar a existência de um comportamento de termorregulação, também foram registradas

a presença ou ausência de sol, a seleção de microhabitats (ao sol ou à sombra) e a temperatura ambiente, conforme realizado por Bicca-Marques & Calegari-Marques [1998]. A temperatura ambiente foi medida à sombra a 2 m de altura de hora em hora com um termômetro de álcool comum e variou de 11 a 36°C. Em mais da metade dos registros de descanso (8.713 ou 54%) não foi possível determinar com segurança a postura utilizada devido a uma baixa visualização dos indivíduos, que estavam nas copas das árvores e no meio de folhagens densas. Desta forma, esses registros e aqueles do infante foram excluídos das análises do comportamento postural de descanso.

Os dados foram analisados pelo método da frequência [Altmann, 1974]. O uso das posturas corporais de alimentação e descanso e dos tipos de locomoção adotados por cada indivíduo foi comparado pelo teste G com correção de Williams, o qual permite uma melhor aproximação com o teste qui-quadrado, considerando um nível de significância de 0,05. Quando houve diferença significativa entre os indivíduos foi utilizado o teste binomial de duas proporções para determinar os pares responsáveis pelas diferenças, considerando-se um valor de p protegido de 0,01 (0,05/5 testes por indivíduo para cada comportamento) [adaptado de Leigh & Jungers, 1994]. Para avaliar a relação entre a temperatura ambiente e as posturas de descanso foi calculada a postura média para cada intervalo de 2°C de temperatura (11-12°C, 13-14°C, ..., 33-34°C e 35-36°C), conforme realizado por Bicca-Marques & Calegari-Marques [1998], ou seja, atribuindo peso de 1 a 5 para as posturas corporais de acordo com o grau crescente da razão área exposta/volume corporal (bola=1, sentado=2, deitado=3, relaxado=4 e esparramado=5). Para testar a adoção de um comportamento de termorregulação foi realizada uma análise de regressão entre a temperatura ambiente (variável independente) e a postura média e a porcentagem de seleção de microhabitats à sombra durante o

descanso (variáveis dependentes) [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1998; Muhle & Bicca-Marques, 2007]. Todos os testes foram bilaterais e conduzidos no programa BioEstat 5.0 [Ayres et al., 2007].

## RESULTADOS

O principal tipo de locomoção foi a caminhada (96,7%, n=3.746 registros). As demais formas de locomoção foram a corrida (1,4%, n=55 registros), a descida (<1%, n=30), a escalada (<1%, n=26 registros) e em ponte (<1%, n=15). Todos esses eventos ocorreram na copa das árvores. Em raras ocasiões os machos subadulto, jovem e infante caminharam no solo por pequenas distâncias (no máximo 3 m) e, em uma única vez, os machos subadultos e jovem percorreram uma distância de até 60 m no chão. Houve variação nos tipos de locomoção empregados pelos indivíduos ( $G_{\text{Williams}}=41,2433$ , g.l.=20,  $p=0,007$ ) devido a diferenças sutis no uso da caminhada e escalada (Figura 1).

As posturas mais utilizadas durante a alimentação foram sentado (55,3%, n=1.542 registros) e pendurado (39,5%, n=1.103), seguidas por quadrúpede (3,4%, n=94), deitado (1,5%, n=42) e bípede (<1%, n=7). Não houve variação na utilização das posturas alimentares entre os indivíduos ( $G_{\text{Williams}}=30,9902$ , g.l.=20,  $p=0,0553$ ; Figura 2). Entretanto, o valor de p se aproximou do nível de significância e nota-se uma tendência ao uso da postura pendurado pelo macho adulto e, especialmente, pelo juvenil e sentado pelos demais indivíduos.

Os indivíduos ingeriram folhas em 58% (n=1.623) dos registros de alimentação, seguido de flores (26%, n=733), frutos (14%, n=411) e outros (<1%, n=21). Sentado foi a postura mais utilizada na obtenção de todos os itens (folha: 61%, n=937 registros; flor: 52%, n=381; fruto: 51%, n=211; outros: 61%, n=13) e foi

significativamente mais utilizada no consumo de folhas. Por outro lado, pendurado foi mais utilizada na obtenção de frutos e flores e quadrúpede mais utilizada no consumo de folhas e flores (Figura 3).

Por fim, os bugios descansaram principalmente sentados (57,1%, n=4.245 registros) ou deitados (30,5%, n=2.268) e menos frequentemente relaxados (12,1%, n=901) ou esparramados (<1%, n=14). A postura bola nunca foi registrada. Os indivíduos do grupo apresentaram diferenças significativas na adoção das posturas de descanso ( $G_{\text{Williams}}=99,9653$ , g.l.=5,  $p<0,0001$ ; Figura 4). Sentado foi a postura mais utilizada por todos os indivíduos. Entretanto, a fêmea adulta Xuxa usou significativamente mais a postura sentado e menos deitado do que os demais indivíduos, enquanto que os machos subadulto (Leo) e jovem (Chorão) utilizaram mais a postura deitado do que os outros indivíduos. A postura média de descanso ( $F=104,7669$ ,  $R^2_{\text{ajustado}}=0,8122$ ,  $p<0,0001$ ; Figura 5) e a escolha de locais à sombra ( $F=60,3677$ ,  $R^2_{\text{ajustado}}=0,7037$ ,  $p<0,0001$ ; Figura 6) variaram significativamente com a temperatura ambiente. Nota-se uma preferência por locais à sombra e por posturas corporais que expõem uma maior área corporal ao substrato ou ar à medida que a temperatura ambiente aumenta.

## DISCUSSÃO

Esta pesquisa confirma que *A. puruensis* apresenta um comportamento postural e locomotor semelhante às outras espécies do gênero [e.g., Mendel, 1976; Cant, 1986; Gebo, 1992; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993, 1995, 1998; Azevedo & Bicca-Marques, 2007; Prates & Bicca-Marques, 2008]. A caminhada foi o principal tipo

de locomoção e a postura sentado foi a mais utilizada durante o descanso e a alimentação.

Embora, os bugios de todas as classes etárias sejam quadrúpedes [Rose, 1973], Bicca-Marques & Calegari-Marques [1995] encontraram diferenças ontogenéticas nos tipos de locomoção em *A. caraya* e explicaram que elas se devem ao maior uso de ponte por subadultos, de saltos por jovens e subadultos e de escalada por infantes. Neste estudo, o alto uso da caminhada pode estar relacionado ao baixo número de indivíduos imaturos e/ou à estrutura da vegetação no fragmento, no qual a sobreposição das copas das árvores propicia um dossel mais homogêneo (contínuo) do que o encontrado nas áreas de estudo de Bicca-Marques & Calegari-Marques [1995] e Prates & Bicca-Marques [2008]. Quando o dossel apresenta uma maior descontinuidade os bugios precisam usar outras formas de locomoção, tais como saltos e ponte ou se deslocar pelo solo [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1995; Prates & Bicca-Marques, 2008].

A postura sentado foi a mais utilizada no consumo de todos os itens alimentares (folha, flor e fruto). No entanto, conforme esperado pelo padrão de distribuição desses itens na copa [Youlatos, 1998], seu uso foi significativamente maior no consumo de folhas, enquanto pendurado foi maior no consumo de frutos e flores à semelhança do encontrado por Bicca-Marques & Calegari-Marques [1993]. Apesar da ausência de diferença significativa entre os indivíduos na utilização das posturas de alimentação, a tendência de maior uso da postura pendurado especialmente pelo macho juvenil (Chorão) é condizente com o padrão descrito para *Alouatta* spp., segundo o qual as posturas de suspensão (pendurado e em ponte) tendem a ser mais comuns entre os indivíduos imaturos [Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993; Azevedo & Bicca-

Marques, 2007; Prates & Bicca-Marques, 2008] pela sua importância no aumento do alcance do indivíduo [Mendel, 1976; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993].

Finalmente, a variação no uso das posturas corporais de descanso e na preferência por lugares à sombra ao longo do gradiente de temperatura é compatível com uma estratégia de termorregulação comportamental [Dasilva, 1993; Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1998; Azevedo & Bicca-Marques, 2003; Muhle & Bicca-Marques, 2007; Duncan & Pillay, 2013; Gestich et al., 2014]. As táticas mais claras adotadas pelos bugios-vermelhos-do-Purus para atingir a homeostase térmica corporal parecem incluir o descanso ao sol sob temperaturas ambiente mais baixas e locais à sombra e posturas dissipadoras de calor nos períodos mais quentes, à semelhança do observado em *A. caraya* por Bicca-Marques & Calegari-Marques [1998] e *A. guariba clamitans* por Muhle & Bicca-Marques [2007]. A ausência de registro da postura bola, mesmo sob condições de temperatura mais baixa, no presente estudo, pode estar relacionada ao fato de que não foi possível determinar as posturas dos indivíduos nos períodos mais frios porque os bugios descansavam nas partes mais altas da copa expondo o corpo ao sol, por trás de folhagens que prejudicavam a visão do observador. Essa ausência também pode ser explicada pelo fato de não terem sido observadas temperaturas inferiores a 11°C em Rolim de Moura, sob cujas condições Bicca-Marques & Calegari-Marques [1998] registraram a maioria dos casos de uso dessa postura. Houve variação na frequência de adoção das posturas corporais de descanso entre os indivíduos do grupo, com uma tendência de maior uso da postura sentado por adultos e deitado para imaturos. O maior uso da postura sentado pela fêmea adulta Xuxa pode estar relacionado ao fato de ela estar carregando um infante durante a maior parte do período de estudo.

Em suma, este trabalho demonstra que *A. puruensis* segue o padrão postural e locomotor do gênero caracterizado por uma economia de energia e apresenta um comportamento de termorregulação para lidar com as oscilações da temperatura ambiente. Estudos futuros deverão avaliar se o comportamento locomotor varia em resposta a variações na estrutura das florestas, se a postura de alimentação é influenciada pela distribuição espacial de itens específicos da dieta dos bugios na copa das árvores e se o comportamento de termorregulação varia entre as classes etárias.

## **AGRADECIMENTOS**

À Salete Bergamin Quintino pelo apoio emocional, financeiro e logístico. À família Pivolio, proprietária e residente do sítio onde a pesquisa foi realizada, pela permissão de entrada em sua propriedade. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pós-graduação (Mestrado) concedida a EPQ e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Produtividade em Pesquisa (procs. n<sup>os</sup> 303154/2009-8 e 303306/2013-0) concedida a JCBM.

## **REFERÊNCIAS**

- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49:227-267.
- Ayres M, Ayres Jr. M, Ayres DL, Santos AAS. 2007. *BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Sociedade Civil Mamirauá, MCT, Imprensa Oficial do Estado do Pará, Belém.

- Azevedo RB, Bicca-Marques JC. 2003. Termorregulação comportamental em macacos-aranha, *Ateles chamek* (Primates, Atelidae), em cativeiro. *Biociências* 11:159-166.
- Azevedo RB, Bicca-Marques JC. 2007. Posturas de alimentação e tipos de locomoção utilizados por bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940). In: Bicca-Marques JC, editor. *A primatologia no Brasil - 10*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia. p 375-385.
- Bergeson DJ. 1998. Patterns of suspensory feeding in *Alouatta palliata*, *Ateles geoffroyi*, and *Cebus capucinus*. In: Strasser E, Fleagle J, Rosenberger A, McHenry H, editors. *Primate locomotion*. New York: Plenum Press. p 45-60.
- Bicca-Marques JC, Calegari-Marques, C. 1993. Feeding postures in the black howler monkey, *Alouatta caraya*. *Folia Primatologica* 60:169-172.
- Bicca-Marques JC, Calegari-Marques, C. 1995. Locomotion of black howlers in a habitat with discontinuous canopy. *Folia Primatologica* 64:55-61.
- 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.
- Cant JGH. 1986. Locomotion and feeding postures of spider and howling monkeys: field study and evolutionary interpretation. *Folia Primatologica* 46:1-14.
- Crockett CM, Eisenberg JF. 1987. Howlers: variations in group size and demography, In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT, editors. *Primate Societies*. Chicago: The University of Chicago Press. p 54-68.
- Dasilva GL. 1993. Postural changes and behavioural thermoregulation in *Colobus polykomos*: the effect of climate and diet. *African Journal of Ecology* 31:226-241.

- Duncan LM, Pillay N. 2013. Shade as a thermoregulatory resource for captive chimpanzees. *Journal of Thermal Biology* 38:169-177.
- Garber PA. 1987. Foraging strategies among living primates. *Annual Review of Anthropology* 16:339-64.
- Gebo DL. 1992. Locomotor and postural behavior in *Alouatta palliata* and *Cebus capucinus*. *American Journal of Primatology* 26:277-290.
- Gestich CC, Caselli CB, Setz EZF. 2014. Behavioural thermoregulation in a small neotropical primate. *Ethology* 120:1-9.
- Glander KE. 1975. Habitat description and resource utilization: a preliminary report on mantled howling monkey ecology. In: Tuttle RH, editor. *Socioecology and psychology of primates*. Mouton: The Hague. p 37-57.
- Gomes DF, Bicca-Marques JC. 2007. Termorregulação comportamental em *Mandrillus sphinx* (Cercopithecidae, Primates) no Parque Zoológico de Sapucaia do Sul, RS, Brasil. In: Bicca-Marques JC, editor. *A primatologia no Brasil - 10*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia. p 423-432.
- Hill RA. 2006. Thermal constraints on activity scheduling and habitat choice in baboons. *American Journal of Physical Anthropology* 129:242-249.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. *Manuais Técnicos em Biociências - 1*, Rio de Janeiro.
- Leigh SR, Jungers WL. 1994. Brief communication: a re-evaluation of subspecific variation and canine dimorphism in woolly spider monkeys (*Brachyteles arachnoides*). *American Journal of Physical Anthropology* 95:435-442.
- Mendel F. 1976. Postural and locomotor behavior of *Alouatta palliata* on various substrates. *Folia Primatologica* 26:36-53.

- Muhle CB, Bicca-Marques JC. 2007. Comportamento de termorregulação em bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940 - Primates, Atelidae) no Parque Zoológico de Sapucaia do Sul, RS. In: Bicca-Marques JC, editor. A primatologia no Brasil - 10. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia. p 423-432.
- Paterson J.D. 1981. Postural-positional thermoregulatory behaviour and ecological factors in primates. *Canadian Review of Physical Anthropology* 3:3-11.
- Pough FH, Janis CM, Heiser JB. 2008. A vida dos vertebrados. São Paulo: Atheneu Editora. 684 p.
- 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* 29:703-715.
- Rose MD. 1973. Quadrupedalism in primates. *Primates* 14:337-357.
- Rosenberger AL, Strier KB. 1989. Adaptive radiation of the ateline primates. *Journal of Human Evolution* 18:717-750.
- SEDAM, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. 2012. Boletim climatológico de Rondônia – Ano 2010 – 12. Porto Velho – Rondônia.
- Young OP. 1982. Aggressive interaction between howler monkeys and turkey vultures: the need to thermoregulate behaviorally. *Biotropica* 14:228-231.
- Youlatos D. 1998. Seasonal variation in the positional behavior of red howling monkeys (*Alouatta seniculus*). *Primates* 39:449-457.
- Youlatos D, Gasc JP. 2011. Gait and kinematics of arboreal quadrupedal walking of free-ranging red howlers (*Alouatta seniculus*) in French Guiana. In: D’Août K, Vereecke EE, editors. *Primate locomotion: linking field and laboratory research*. New York: Springer. p 270-287.

Tabela 1. Características da vegetação arbórea da área de estudo no Sítio Nossa Senhora Aparecida, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

<b>Características</b>	
Área (ha)	2,2
Nº de árvores com DAP $\geq$ 10 cm	738
Nº médio de árvores com DAP $\geq$ 10 cm/0,1 ha	33,5
Nº de árvores com DAP $\geq$ 10 cm de espécies com >10 m de altura	449
Nº de árvores com DAP $\geq$ 10 cm de espécies com >10 m de altura/0,1 ha	20,4
Nº de árvores com DAP $\geq$ 10 cm de espécies com <10 m de altura	289
Nº de árvores com DAP $\geq$ 10 cm de espécies com <10 m de altura/0,1 ha	13,1
Soma do DAP de todas as árvores	14955
DAP médio	20
DAP médio/0,1 ha	680

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Uso dos tipos de locomoção pelos indivíduos de *Alouatta puruensis*. (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem). A(s) letra(s) acima de cada barra indicam os indivíduos que apresentaram diferença significativa ( $p < 0,01$ ) em relação ao uso do respectivo tipo de locomoção segundo o teste binomial. O tipo de locomoção em ponte não foi incluído no gráfico, pois todos os valores individuais são inferiores a 1%.

Figura 2. Uso das posturas de alimentação pelos indivíduos do grupo de *Alouatta puruensis* (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem).

Figura 3. Uso das posturas de alimentação de acordo com os itens alimentares. Diferenças significativas pelo teste binomial (\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,02$ , \*\*\* $p < 0,01$ , \*\*\*\* $p < 0,001$ ).

Figura 4. Uso das posturas de descanso pelos indivíduos do grupo de *Alouatta puruensis* (MA=macho adulto, FA=fêmea adulta, MS=macho subadulto, MJ=macho jovem). A(s) letra(s) acima de cada barra indicam os indivíduos que apresentaram diferença significativa ( $p < 0,01$ ) em relação ao uso da respectiva postura segundo o teste binomial. Os dados da postura esparramado não foram incluídos no gráfico por terem valores inferiores a 1%).

Figura 5. Relação entre a postura média de descanso utilizada pelos bugios-vermelhos e a temperatura ambiente à sombra.

Figura 6. Relação entre a seleção de microhabitat (% de registros de descanso à sombra) e a temperatura ambiente à sombra.

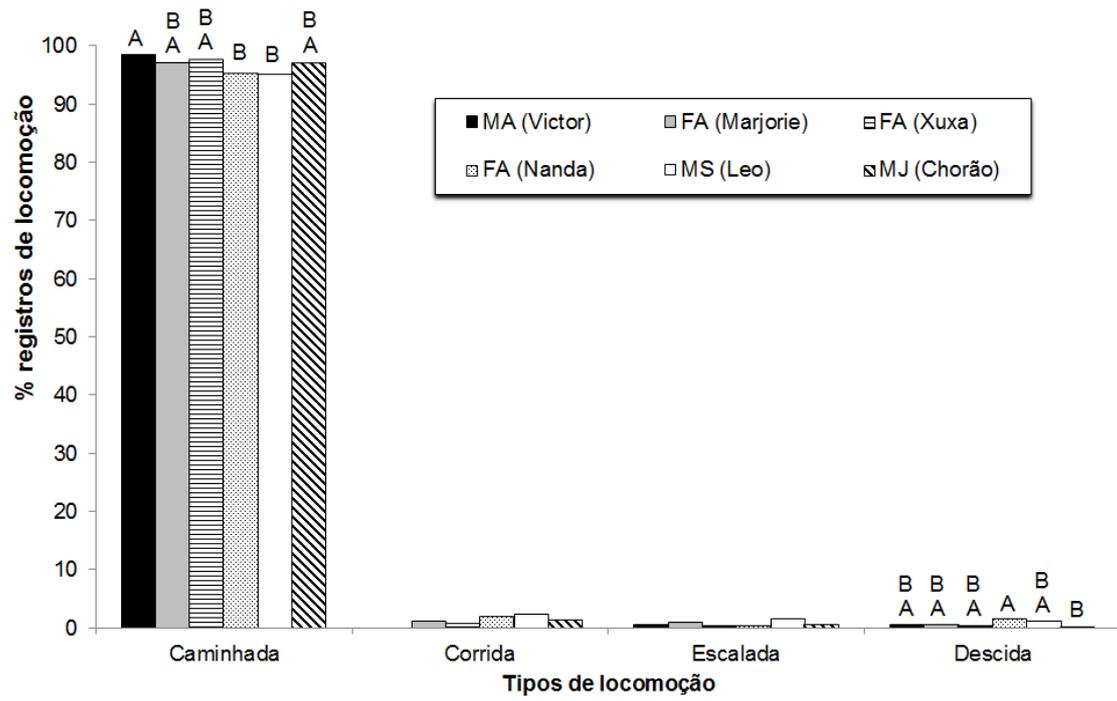


Figura 1. Quintino & Bicca-Marques.

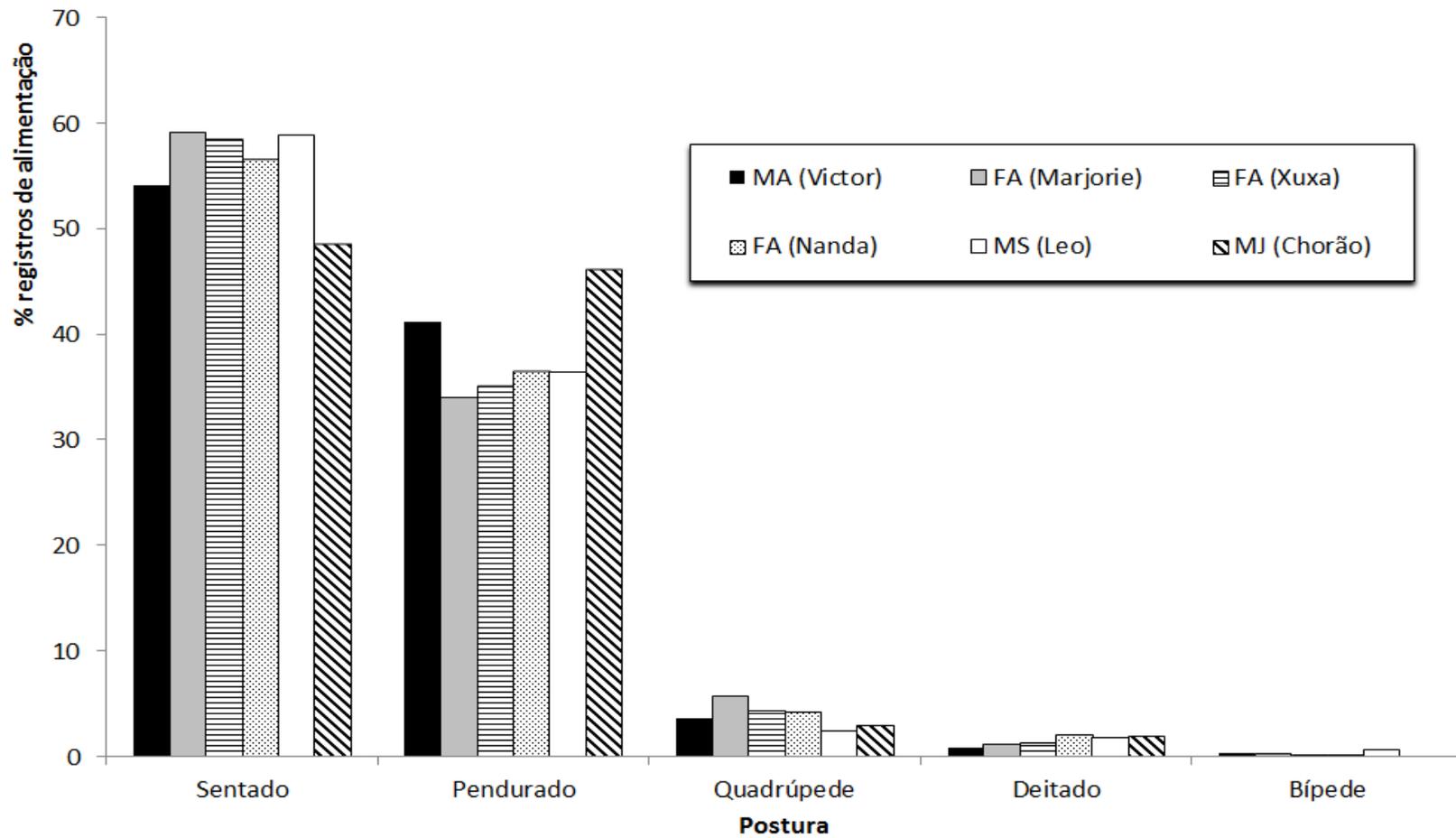


Figura 2. Quintino & Bicca-Marques.

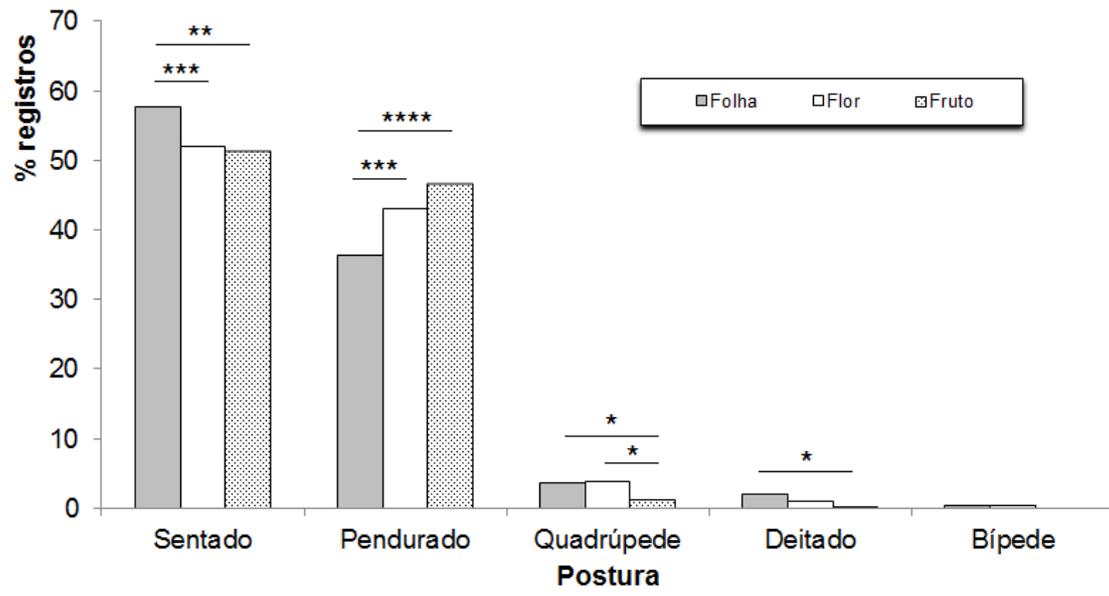


Figura 3. Quintino & Bicca-Marques.

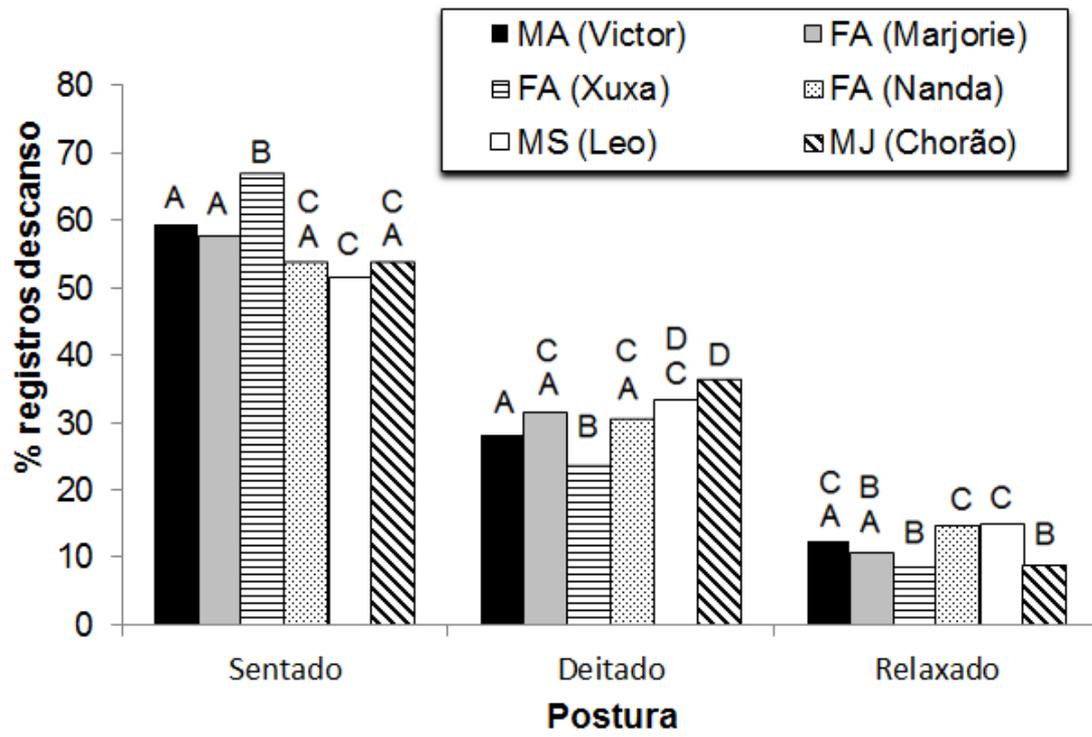


Figura 4. Quintino & Bicca-Marques.

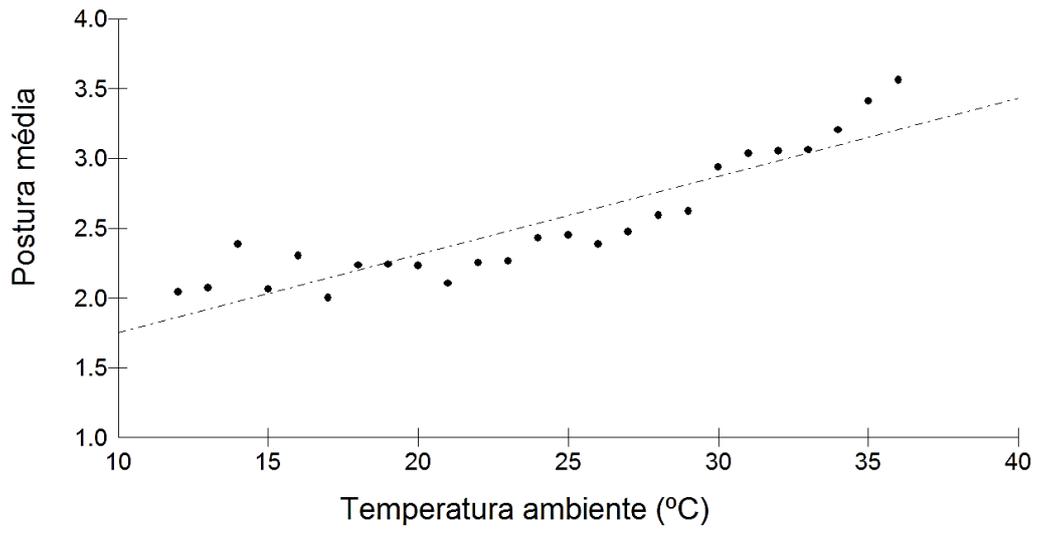


Figura 5. Quintino & Bicca-Marques.

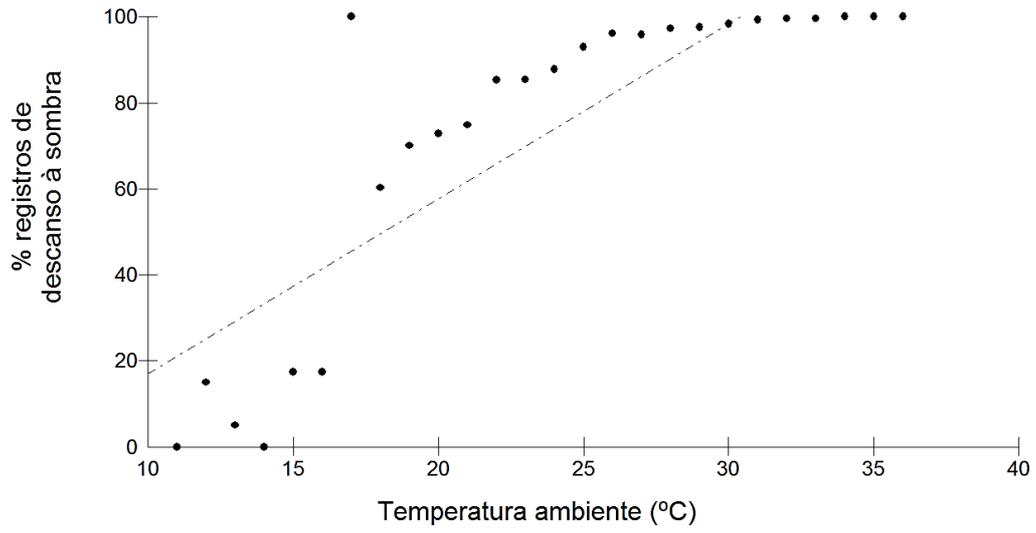


Figura 6. Quintino & Bicca-Marques.

### Capítulo 3

#### **Predation of *Alouatta puruensis* by *Boa constrictor***

Erika Patrícia Quintino & Júlio César Bicca-Marques

Laboratório de Primatologia

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, RS, Brasil

#### **Trabalho publicado na revista *Primates***

Quintino, E.P. & Bicca-Marques, J.C. (2013) Predation of *Alouatta puruensis* by *Boa constrictor*. *Primates*, 54 (4): 325-330.

## Predation of *Alouatta puruensis* by *Boa constrictor*

Erika Patrícia Quintino · Júlio César Bicca-Marques

Received: 25 June 2013 / Accepted: 24 July 2013 / Published online: 6 August 2013  
© Japan Monkey Centre and Springer Japan 2013

**Abstract** Reports of successful predator attacks on primates are rare. Primates from all major radiations are particularly susceptible to raptors, carnivores, and snakes. Among New World primates, reports of snake predation are limited to medium- and small-bodied species. Here, we report the first documented case of successful predation of an atelid by a snake—an adult female Purús red howler monkey, *Alouatta puruensis*, that was subdued by a ca. 2-m-long *Boa constrictor* in an arboreal setting at a height of 7.5 m above the ground. The victim belonged to a group composed of six individuals (one adult male, two adult females, two juveniles, and one infant) that inhabited a ca. 2.5-ha forest fragment in the State of Rondônia, western Brazilian Amazon. The boa applied the species' typical hunting behavior of striking and immediately coiling around its prey and then killing it through constriction (probably in less than 5 min), but the entire restraint period lasted 38 min. The attack occurred around noon. The howler was swallowed head-first in 76 min. The only group member to respond to the distress vocalization emitted by the victim was the other adult female, which was closest to the location where the attack occurred. This

female ran toward the snake, also vocalizing, and hit it with her hands several times, but the snake did not react and she moved off to a nearby tree from where she watched most of the interaction. The remaining group members stayed resting at a height approximately 15 m above the victim in a nearby tree without showing any overt signs of stress, except for a single whimper vocalization. This event indicates that even large-bodied atelids are vulnerable to predation by large snakes and suggests that *B. constrictor* may be a more common predator of primates.

**Keywords** Purús red howler monkey · Boid snake · Predator · Habitat loss · Amazon

### Introduction

Predation has played a central role in the development of theories of primate evolution, ecology, and behavior (see Cheney and Wrangham 1987; Isbell 1994, 2006; Janson 2000; Miller 2002; Gursky and Nekaris 2007; Miller and Treves 2011). However, the unpredictable, opportunistic, and fragmentary nature inherent in accounts of nonhuman primate–predator interactions reported by primatologists has resulted in an extremely limited empirical database from which to understand the effects of predation on the evolution of primate behavior. In the majority of cases, descriptions of either successful or unsuccessful predation are incomplete, and contextual details of the event are lacking and have failed to include predator–prey spatial location, the hunting strategies adopted by the predator, and prey behaviors prior to, during, and after the event (Miller and Treves 2011). Despite these limitations, it is well documented that, in addition to human hunting, the major primate predators include mammalian carnivores,

---

**Electronic supplementary material** The online version of this article (doi:10.1007/s10329-013-0377-z) contains supplementary material, which is available to authorized users.

---

E. P. Quintino · J. C. Bicca-Marques (✉)  
Laboratório de Primatologia, Faculdade de Biociências,  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,  
Av. Ipiranga 6681 Pd. 12A, Porto Alegre,  
RS 90619-900, Brazil  
e-mail: jcbicca@puers.br

J. C. Bicca-Marques  
Department of Anthropology, University of Illinois  
at Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA

avian raptors, and snakes (Miller and Treves 2011). Snakes, particularly reticulated pythons (*Python reticulatus*), may prey on Old World primates whose adults weigh from 3 to 9 kg (*Macaca fascicularis*, *Presbytis melalophos*, and *Trachypithecus cristatus*; Shine et al. 1998; Headland and Greene 2011). The highly arboreal habits of platyrrhines are believed to decrease the vulnerability of the larger taxa—the atelids (the major targets of human hunting; Urbani 2005)—to snake predation among New World primates (Ferrari 2009).

*Boa constrictor* appears to be the major snake threat to New World monkeys. Although Fedigan (personal communication cited in Chapman 1986) reported cases of *B. constrictor* attempting to prey on mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*), the largest platyrrhine so far witnessed to be successfully preyed upon by a snake was a 2–3-kg Uta Hick's cuxiú or bearded saki (*Chiropotes utahickae*; Ferrari et al. 2004). Other reports of predation attempts by *B. constrictor* on New World primates include white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*; Chapman 1986; Perry et al. 2003), golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*; Kierulff et al. 2002), moustached tamarins (*Saguinus mystax*; Shahuano Tello et al. 2002), and red titi monkeys (*Callicebus discolor*; Cisneros-Heredia et al. 2005). *Boa constrictor* is described as a large-bodied (up to 5–6 m, Greene 1983; at least up to 14 kg, Sironi et al. 2000), habitat generalist (from tropical forests to cultivated fields; Greene 1983), terrestrial and semiarboreal predator (Greene 1983; Mehta and Burghardt 2008; at least up to 8 m above the ground, Ferrari et al. 2004) that employs a sit-and-wait, ambush hunting strategy (Willard 1977; Montgomery and Rand 1978; Greene 1983). Its cryptic nature may render detection by potential prey more difficult and allows *B. constrictor* to prey upon an array of species at least up to the size of vulture and deer (Sironi et al. 2000; Boback 2004; Quick et al. 2005). After striking the prey's head, *B. constrictor* subdues its victim by immediately lifting it free of the substrate and applying a constricting coil around its body (Willard 1977; Greene and Burghardt 1978; Greene 1983; Mehta and Burghardt 2008). Constriction ceases only when the prey is dead and ready to be eaten head-first (Greene 1983; Mehta and Burghardt 2008).

We report the first case of successful predation of a howler monkey by a snake—an adult female Purús red howler monkey (*Alouatta puruensis*) killed by a *B. constrictor*. *Alouatta puruensis* (formerly *A. seniculus puruensis*) is a poorly known southwestern Amazonian species of howler monkey (Gregorin 2006). Despite the absence of long-term studies, there exists one published account of an attempted predation event (Eason 1989) and one account of successful predation (Peres 1990). Both events involved harpy eagles (*Harpia harpyja*). There is no report of

*A. puruensis* being preyed upon by carnivores, but other *Alouatta* spp. are known to be vulnerable to wild carnivores and domestic dogs, especially when traveling on the ground to cross unforested areas (Pozo-Montuy and Serio-Silva 2007; Ferrari 2009; Cristóbal-Azcarate et al. in press).

## Methods

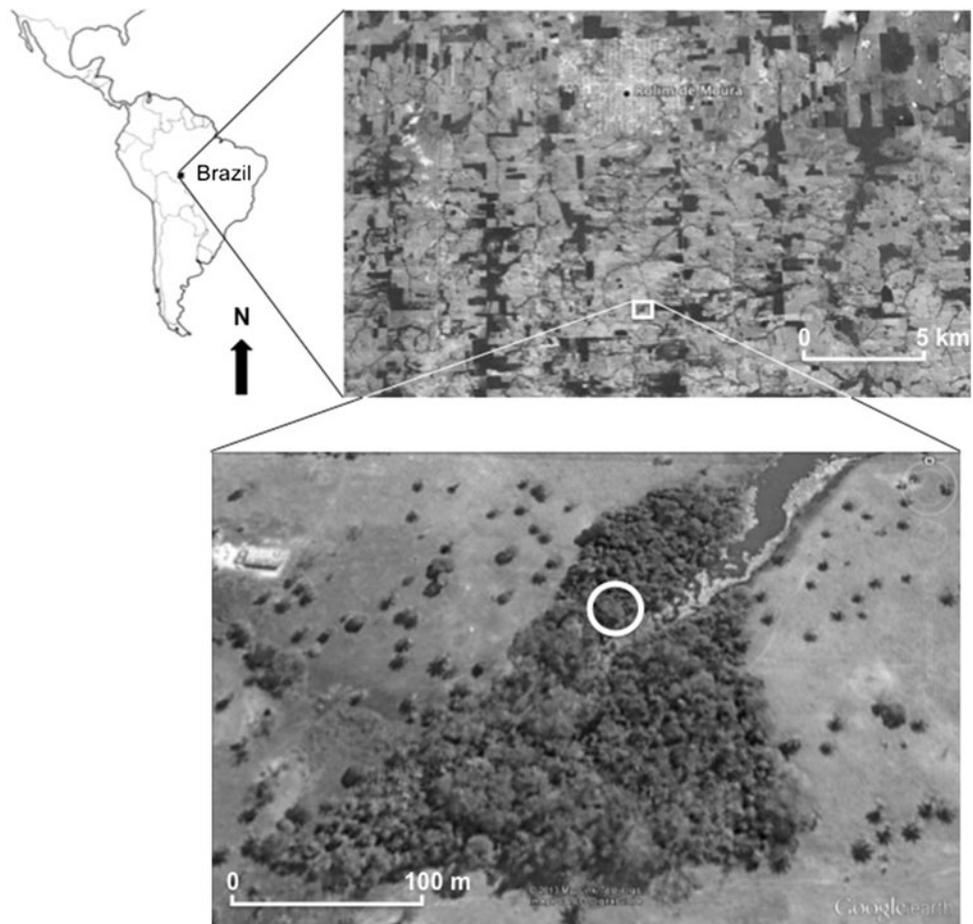
The predation event was observed during the habituation process of a social group in a ca. 2.5-ha forest fragment at Sítio São José (11°48'40"S, 61°46'36"W) in a highly fragmented landscape in Rolim de Moura, State of Rondônia, western Brazilian Amazon (Fig. 1). The study group was composed of six individuals: one adult male, two adult females, two juveniles, and one infant. These individuals were the only howler monkeys inhabiting this degraded fragment. For most of its history, the State of Rondônia was covered by tropical forests (95 % of its area). However, between 1975 and 2010 Rondônia experienced considerable habitat loss (an approximate annual deforestation rate of 1 %), resulting in 1/3 of its native forests being cut (Bacha 2012). The remaining forested area (62 %) contains continuous forests only inside protected nature and Indian reserves. Despite the state's low rural population density (average ca. 1.7 individuals/km<sup>2</sup>; Brasil 2010), outside of these reserves there exist only forest fragments located in modified landscapes dominated by small farms such as those found in Rolim de Moura.

The estimated length of the boa of ca. 2 m suggests that it had reached or was near sexual maturity (Greene 1983). Although we have no data on the weight of the victim, considering that the minimum body weight reported for an adult female red howler monkey (*Alouatta seniculus*, subspecies not mentioned) by Ford and Davis (1992) is 4.2 kg, we infer that the weight of the female howler was, at least, 4.0 kg.

## Results

In the morning of February 20th, 2013 the study group was resting at a height of approximately 15 m above the ground in the same tree where it had spent the previous night. At 11:45 am both adult females moved to a height of about 8 m in a neighboring tree. Then, the predation victim moved (ca. 5 m) ahead of the other female to a place 7.5 m above the ground in a neighboring tree where the boa snake was hiding. At about 11:56, the female emitted a distress vocalization that was heard by the first author. Although the exact moment of the attack was not witnessed, when the female howler monkey approached the snake, the snake struck at her head and immediately coiled around her neck

**Fig. 1** Location of the study site in the Brazilian Amazon: *top* fragmented landscape of Rolim de Moura, State of Rondônia; *bottom* 2.5-ha forest fragment showing the area where the predation event took place (*white circle*). Adapted from Google Earth®



and body by applying two fully encircling loops with a vertical orientation relative to the branch where it was, keeping the monkey upside-down (11:57; Online Resource 1). The other female also vocalized and moved toward her group mate. When this second female reached the snake (11:59), she started to hit it with her hands (at least four times, but no more than 10 times) while still screaming (Online Resource 2), but the snake showed no reaction to her attacks and the howler soon moved off to a place approximately 3 m distant from where she observed the predator–prey interaction (Online Resource 3). The victim died by constriction or possibly cardiac arrest after approximately 5 min, but the snake did not relax its grip for 15 min. The boa then began to move its head around the carcass (Online Resources 4, 5). At approximately 12:15 pm, the boa held the howler by her head with its mouth, and uncoiled and stretched its body vertically while clinging to the branch with its tail (Online Resource 6). Then, it coiled again, moved its head around the victim's body, and started to swallow her head-first at 12:35 pm (Online Resources 7, 8). The period from strike to start of ingestion (restraint) lasted 38 min. During the ingestion process, the snake uncoiled, vertically stretched with the

monkey hanging from its mouth (Online Resource 9), and recoiled several times. When half of the carcass was swallowed, it uncoiled and remained stretched in a vertical position while making undulating body movements until the end of the process (Fig. 2; Online Resources 10–12). The process of swallowing the adult howler lasted 76 min.

During the entire event the other adult female remained nearby, occasionally moving to a branch 2 m higher in the tree where she was located, and sometimes returning to the tree where the snake was located (Online Resource 13). On one occasion, she approached and touched the snake before returning to the neighboring tree. The other group members, on the other hand, continued to rest in the same place without any noticeable reaction, except a single emission of a whimper vocalization, probably by the infant.

After ingesting the howler, the snake returned to the same branch where it was initially observed (Online Resource 14) and remained there. The adult female howler returned to the tree where her group was resting, and the group remained there together until, at least, 16:30 pm, when the observer left the site. There was no observation of the group during the day following the predation event, but 2 days later (February 22nd) the snake was still curled in



**Fig. 2** *Boa constrictor* swallowing the adult female *Alouatta puruensis* head-first: *top* when half the carcass had been eaten; *bottom* closer to the end of the ingestion process (photos by Erika Patrícia Quintino)

the same tree hidden among liana leaves and stems, although it was located on a branch 9 m above the ground. On February 23rd the snake had left the tree. The howler group traveled to another portion of the forest fragment, but returned to the area where the attack occurred 9 days later (March 1st) without showing any signs of increased vigilance (although it should be noted that this evaluation might have been affected by the fact that the howlers were not habituated).

## Discussion

Although adult *Boa constrictor* tend to be more terrestrial than juveniles (Greene 1983), this event of predation of an adult female *Alouatta puruensis* shows that Neotropical snakes are capable of hunting adult large-bodied platyrrhines in an arboreal setting. The observed predation event is consistent with Ferrari's (2009) contention that snake predation on New World primates is more likely to occur either on the forest floor or in the lower strata of disturbed forest habitats, but additional studies are required to test

this hypothesis adequately. Howler monkeys may be particularly vulnerable to snake predation under certain circumstances. Not only can they cope well with forest fragments (even those smaller than 1 ha), where they may reach high population densities ( $>100$  individuals/km<sup>2</sup>; Peres 1997; Ferrari 2009), but they also forage across all strata and travel over shorter distances (rarely above 1 km) on a daily basis (Bicca-Marques 2003) along habitual pathways (Bicca-Marques and Calegario-Marques 1995; Hopkins 2011) using slow above-branch quadrupedal locomotion (Prates and Bicca-Marques 2008). Howlers' routine trichromatic color vision (Jacobs et al. 1996) may further increase their vulnerability to boas by potentially compromising their ability to detect these camouflaged predators, a task in which dichromatic individuals outperform trichromats (Morgan et al. 1992).

The restraint and ingestion times reported herein are similar to those reported by Cisneros-Heredia et al. (2005) for a boa preying on *Callicebus discolor* (respectively, 45 min and about 60 min). Our observation confirms that boas exhibit a highly stereotypic set of predatory behaviors (Mehta and Burghardt 2008). The sit-and-wait hunting strategy of a boa (where it may remain in the same spot for a few days or even a month; Montgomery and Rand 1978; Greene 1983) may be particularly profitable in small forest fragments due to the fact that monkeys repeatedly use the same routes to travel between feeding sites. The recent history of forest loss and the attendant mosaic landscape of the State of Rondônia (Fig. 1), coupled with its low rural population density, create a scenario favorable to increased boa density and increased encounter rates with potential prey. These encounters are less likely to occur in more populated regions with longer histories of habitat loss, where forest remnants are more sparsely distributed within the anthropogenic matrix, and where snake killing by rural inhabitants is common.

Despite its probable rarity, snake predation may hamper the long-term viability of howler monkeys in small forest fragments immersed in similar landscapes. The cryptic and primarily crepuscular or nocturnal activity of *B. constrictor* (Greene 1983) may reduce the opportunity for other group members to witness and learn from predatory attempts and successful attacks. In the reported event, without the distress vocalization of the victim (and the survivor adult female), the interaction would have been quite discreet and very likely missed by the researcher. Although Ferrari (2009) suggests that primates in fragments may experience lower exposure to predators and therefore may remain naïve and vulnerable to them, the reaction of the survivor adult female suggests that she was aware of the potential consequences of a boa attack on a howler monkey. The return of the group to the area where the event took place without any signs of increased vigilance, however, is

compatible with the risk of future casualties even by the same individual boa.

Although conspecific collective responses to snake attacks, including more than one individual hitting, pulling, uncoiling, snapping at, and biting the predator, have been reported as successful in freeing *Saguinus mystax* (Shahuano Tello et al. 2002), *Cebus capucinus* (Perry et al. 2003), and *Microcebus murinus* (Eberle and Kappeler 2008) individuals, the reaction of single individuals or collective mobbing without physical aggression to the snake were not successful in other situations (*C. capucinus* Chapman 1986; *Tarsius spectrum* Gursky 2002). Reports of howler monkey reaction to the presence of potential raptor and carnivore predators range from group avoidance (*Alouatta* spp.; Ferrari 2009) and vocalization (e.g., single adult male *A. belzebul* upon the attack on an infant by two tayras, *Eira barbara*, Camargo and Ferrari 2007; about 10 group members after the successful attack on a juvenile *A. arctoidea* by a harpy eagle, Urbani et al. 2012) to two adult female *A. palliata* successfully mobbing a group of four tayras (Asensio and Gómez-Marín 2002). This paper is the first report of the reaction of howler monkeys to snake predation.

In sum, our observations indicate that snakes successfully prey on platyrrhines from all major taxonomic radiations, both on the forest floor and in the canopy. The characteristics of the study site and surrounding matrix, including its recent history of forest loss, together with the ample ecological tolerance and the hunting strategy of *B. constrictor* raise the possibility that boas may act as particularly important predators of howler monkeys and other primates in small forest patches immersed in fragmented landscapes. As we continue to expand the empirical database and contextual descriptions of attempted and successful predation attacks, we will better understand the effects of predation risk on primate behavior.

**Acknowledgments** We thank Paul A. Garber for constructive comments on an earlier version of this paper, Salete Bergamin Quintino for logistical and financial support for this study at Sítio São José, and Abdias Mota dos Santos, Cristiane Teixeira dos Santos, Marcus Vinícius Quintino, Bruna Anaete Quintino, Leandro Cordeiro Arêdes, and Renilda Aires for help in different steps of this research. E.P.Q. is supported by a graduate fellowship from the Brazilian Higher Education Authority/CAPES, and J.C.B.-M. is supported by a research fellowship from the Brazilian National Research Council/CNPq (PQ #303154/2009-8).

## References

- Asensio N, Gómez-Marín F (2002) Interspecific interactions and predator avoidance behavior in response to tayra (*Eira barbara*) by mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*). *Primates* 43:339–341
- Bacha CJC (2012) The use of native forests versus economic growth in Brazil: is it possible to reach a balance? In: Baer W (ed) *The regional impact of national policies: the case of Brazil*. Edward Elgar, Cheltenham, pp 161–183
- Bicca-Marques JC (2003) How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: Marsh LK (ed) *Primates in fragments: ecology and conservation*. Kluwer Academic, New York, pp 283–303
- Bicca-Marques JC, Calegario-Marques C (1995) Locomotion of black howlers in a habitat with discontinuous canopy. *Folia Primatol* 64:55–61
- Boback SM (2004) *Boa constrictor* (boa constrictor). *Diet Herpetol Rev* 35:175
- Brasil (2010) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística—Censo Demográfico 2010. <http://www.ibge.gov.br/estadosat/>. Accessed 31 May 2013
- Camargo CC, Ferrari SF (2007) Interactions between tayras (*Eira barbara*) and red-handed howlers (*Alouatta belzebul*) in eastern Amazonia. *Primates* 48:147–150
- Chapman CA (1986) *Boa constrictor* predation and group response in white-faced cebus monkeys. *Biotropica* 18:171–172
- Cheney DL, Wrangham RW (1987) Predation. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT (eds) *Primate societies*. The University of Chicago Press, Chicago, pp 227–239
- Cisneros-Heredia DF, León-Reyes A, Seger S (2005) *Boa constrictor* predation on a titi monkey, *Callicebus discolor*. *Neotroph Primates* 13(3):11–12
- Cristóbal-Azcarate J, Urbani B, Asensio N (in press) Interactions of howlers with other vertebrates: a review. In: Kowalewski MM, Garber PA, Cortés-Ortiz L, Urbani B, Youlatos D (eds) *Howler monkeys: examining the biology, adaptive radiation, and behavioral ecology of the most widely distributed genus of Neotropical primate*. Springer, New York
- Eason P (1989) Harpy eagle attempts predation on adult howler monkey. *Condor* 91:469–470
- Eberle M, Kappeler PM (2008) Mutualism, reciprocity, or kin selection? Cooperative rescue of a conspecific from a boa in a nocturnal solitary forager the gray mouse lemur. *Am J Primatol* 70:410–414
- Ferrari SF (2009) Predation risk and antipredator strategies. In: Garber PA, Estrada A, 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 251–277
- Ferrari SF, Pereira WLA, Santos RR, Veiga LM (2004) Fatal attack of a *Boa constrictor* on a bearded saki (*Chiropotes satanas utahicki*). *Folia Primatol* 75:111–113
- Ford SM, Davis LC (1992) Systematics and body size: implications for feeding adaptations in New World monkeys. *Am J Phys Anthropol* 88:415–468
- Greene HW (1983) *Boa constrictor* (boa, béquer, boa constrictor). In: Janzen DH (ed) *Costa Rican natural history*. University of Chicago Press, Chicago, pp 380–382
- Greene HW, Burghardt GM (1978) Behavior and phylogeny: constriction in ancient and modern snakes. *Science* 200:74–77
- Gregorin R (2006) Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. *Rev Brasil Zool* 23:64–144
- Gursky S (2002) Predation on a wild spectral tarsier (*Tarsius spectrum*) by a snake. *Folia Primatol* 73:60–62
- Gursky SL, Nekaris KAI (2007) *Primate anti-predator strategies*. Springer, New York
- Headland TN, Greene HW (2011) Hunter-gatherers and other primates as prey, predators, and competitors of snakes. *Proc Natl Acad Sci USA* 108:E1470–E1474

- Hopkins ME (2011) Mantled howler (*Alouatta palliata*) arboreal pathway networks: relative impacts of resource availability and forest structure. *Int J Primatol* 32:238–258
- Isbell LA (1994) Predation on primates: ecological patterns and evolutionary consequences. *Evol Anthropol* 3:61–71
- Isbell LA (2006) Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *J Hum Evol* 51:1–35
- Jacobs GH, Neitz M, Deegan JF, Neitz J (1996) Trichromatic colour vision in New World monkeys. *Nature* 382:156–158
- Janson CH (2000) Primate socio-ecology: the end of a golden age. *Evol Anthropol* 9:73–86
- Kierulff MCM, Raboy BE, Oliveira PP, Miller K, Passos FC, Prado F (2002) Behavioral ecology of lion tamarins. In: Kleiman DG, Rylands AB (eds) *Lion tamarins: biology and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington DC, pp 157–187
- Mehta RS, Burghardt GM (2008) Contextual flexibility: reassessing the effects of prey size and status on prey restraint behaviour on macrostomate snakes. *Ethology* 114:133–145
- Miller LE (2002) *Eat or be eaten: predator-sensitive foraging in primates*. Cambridge University Press, Cambridge
- Miller LE, Treves A (2011) Predation on primates: past studies, current challenges, and directions for the future. In: Campbell CJ, Fuentes A, MacKinnon KC, Bearder SK, Stumpf RM (eds) *Primates in perspective*. Oxford University Press, New York, pp 535–548
- Montgomery GG, Rand AS (1978) Movements, body temperature and hunting strategy of a *Boa constrictor*. *Copeia* 1978:532–533
- Morgan MJ, Adam A, Mollon JD (1992) Dichromats detect colour-camouflaged objects that are not detected by trichromats. *Proc R Soc Lond B* 248:291–295
- Peres CA (1990) A harpy eagle successfully captures an adult male red howler monkey. *Wilson Bull* 102:560–561
- Peres CA (1997) Effects of habitat quality and hunting pressure on arboreal folivore densities in Neotropical forests: a case study of howler monkeys (*Alouatta* spp.). *Folia Primatol* 68:199–222
- Perry S, Manson JH, Dower G, Wikberg E (2003) White-faced capuchins cooperate to rescue a groupmate from a *Boa constrictor*. *Folia Primatol* 74:109–111
- Pozo-Montuy G, Serio-Silva JC (2007) Movement and resource use by a group of *Alouatta pigra* in a forest fragment in Balancán, México. *Primates* 48:102–107
- Prates HM, Bicca-Marques JC (2008) Age–sex analysis of activity budget, diet, and positional behavior in *Alouatta caraya* in an orchard forest. *Int J Primatol* 29:703–715
- Quick JS, Reinert HK, Cuba ER, Odum RA (2005) Recent occurrence and dietary habits of *Boa constrictor* on Aruba, Dutch West Indies. *J Herpetol* 39:304–307
- Shahuano Tello N, Huck M, Heymann EW (2002) *Boa constrictor* attack and successful group defence in moustached tamarins, *Saguinus mystax*. *Folia Primatol* 73:146–148
- Shine R, Harlow PS, Keogh JS, Boeadi (1998) The influence of sex and body size on food habits of a giant tropical snake, *Python reticulatus*. *Funct Ecol* 12:248–258
- Sironi M, Chiaraviglio M, Cervantes R, Bertona M, Ríó M (2000) Dietary habits of *Boa constrictor occidentalis*, in the Cordoba Province, Argentina. *Amphibia Reptilia* 21:226–232
- Urbani B (2005) The targeted monkey: a re-evaluation of predation on New World primates. *J Anthropol Sci* 83:89–109
- Urbani B, Kvarnäck J, González-Alentorn MR (2012) Harpy eagle *Harpia harpyja* preying on an ursine howler monkey *Alouatta arctoidea* in northeastern Venezuela. *Rev Catal d'Ornitol* 28:40–44
- Willard DE (1977) Constricting methods of snakes. *Copeia* 1977:379–382

Online Resource 1



Online Resource 2



Online Resource 3



Online Resource 4



Online Resource 5



Online Resource 6



Online Resource 8



Online Resource 9



## Online Resource 10



## Online Resource 11



## Online Resource 12



## Online Resource 13



## Online Resource 14

