



**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

PATRÍCIA DA COSTA KUNT

**ESFORÇO AMOSTRAL MÍNIMO PARA DETECÇÃO DE
PADRÕES COMPORTAMENTAIS E ECOLÓGICOS:
UM ESTUDO DE CASO COM BUGIOS (*Alouatta spp.*)**

**PORTO ALEGRE
2019**

PATRÍCIA DA COSTA KUNT

**ESFORÇO AMOSTRAL MÍNIMO PARA DETECÇÃO DE
PADRÕES COMPORTAMENTAIS E ECOLÓGICOS:
UM ESTUDO DE CASO COM BUGIOS (*Alouatta spp.*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Calegari-Marques
Coorientador: Prof. Dr. Júlio César Bicca-Marques

PORTO ALEGRE
2019

PATRÍCIA DA COSTA KUNT

**ESFORÇO AMOSTRAL MÍNIMO PARA DETECÇÃO DE
PADRÕES COMPORTAMENTAIS E ECOLÓGICOS:
UM ESTUDO DE CASO COM BUGIOS (*Alouatta* spp.)**

Aprovada em ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Flávia Pereira Tirelli (UFRGS)

Dra. Márcia Maria de Assis Jardim (FZB)

Dra. Maria João Veloso da Costa Ramos Pereira (UFRGS)



Créditos: Patrícia C. Kunt

Dedico esta dissertação aos bugios, que foram a minha inspiração para ingressar no mestrado, e aos meus pais, em especial à minha mãe, que sempre incentivou meus estudos e foi minha grande amiga e companheira nesta vida. Ela fez seu retorno à pátria espiritual alguns meses antes do término do meu mestrado, mas sei que de onde quer que ela esteja estará sempre iluminando meus passos.

“Nada tem fim, toda chegada é partida, todo o adeus é um até breve.”

Lúcia N. C. Kunt

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial ao meu pai e minha mãe, por todo o apoio financeiro e pelo amor e carinho que sempre uniu a nossa família.

Aos meus orientadores, Cláudia Calegari-Marques e Júlio César Bicca-Marques, por terem aceitado me orientar nesta trajetória e serem grandes exemplos de professores e pesquisadores que se dedicam de coração ao seu trabalho. Agradeço as inúmeras revisões de projetos e as críticas construtivas, e, principalmente, pelo grande crescimento profissional que o mestrado me proporcionou com o apoio de vocês. Juntos superamos muitos obstáculos, escrevemos três projetos e essa dissertação. Serei eternamente grata por todo o incentivo e pela oportunidade de ter realizado um sonho de infância que era trabalhar com os bugios.

À Zelinda M. B. Hirano e sua equipe por terem me recebido de braços abertos no Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial (CEPESBI) quando eu estava construindo o primeiro projeto.

À Carla Gomes, veterinária do Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), e à Cristiane Kolesnikovas, veterinária e coordenadora da ONG R3 Animal, que foram grandes parceiras no planejamento do projeto de translocação de bugios-ruivos.

À Dona Eunice, servidora da Vigilância Sanitária do Município de Bossoroca/RS, e sua equipe pela parceria na expedição em busca de relatos da presença de bugios-pretos na região rural de Bossoroca e São Luís.

À Dona Anair Machado Martins e sua família, em especial sua filha Rita, que me acolheram com muito amor e carinho, hospedando-me em suas casas durante as saídas de campo do segundo projeto. Foram grandes parceiras nas buscas ativas dos bugios e no período de habituação dos grupos. Agradeço também pela comida maravilhosa e pelas conversas ao pé da lareira. Serei eternamente grata a esta família do coração que os bugios-pretos me proporcionaram.

À Flávia P. Tirelli que fez parte da minha banca de acompanhamento desde o primeiro projeto e sempre me incentivou e fez com que eu não perdesse a fé de que daria tudo certo. Agradeço à Marcelí Rossi que foi minha banca de acompanhamento e inspiração do primeiro projeto. Agradeço ao Óscar M. Chaves que fez parte da banca de acompanhamento desde o segundo projeto e contribuiu nas revisões e escolha do método de análise estatística dos dados.

À Christini B. Caselli por ter aceitado a parceria para realizar a análise estatística dos dados e ter feito um excelente trabalho mesmo com a pressão do tempo curto para finalizar essa dissertação.

Aos colegas do PPGBAN e do Laboratório de Primatologia da PUCRS, em especial à Anamélia de Souza Jesus, Carina Barboza Muhle, Elisa Brod Decker, Erika Patrícia Quintino, Guilherme Brambatti Guzzo e Helissandra Mattjie Prates (*in memoriam*) que emprestaram seus dados de campo para que eu pudesse realizar o terceiro projeto, e, principalmente, à Gabriela Pacheco Hass, que foi uma grande amiga, conselheira e um exemplo de força e persistência quando minha mãe adoeceu e eu precisei cancelar o segundo projeto.

Aos meus filhos do coração, Theo e Tedy, por todos os momentos de diversão e por serem tão carinhosos e companheiros.

Às minhas amigas de infância e aos amigos que fiz ao longo da vida por serem companheiros tantos nas horas boas quanto nas difíceis. Agradeço em especial à Gabriele Volkmer, que foi a grande incentivadora para que eu fizesse a seleção no PPGBAN, e ao Raone Beltrão Mendes, que eu conheci no Congresso Brasileiro de Primatologia de 2017 e, desde então, tem sido um grande amigo, sempre disposto a ajudar e dar ideias novas. Sem vocês minha vida não teria tantas alegrias, risadas, aventuras e momentos de troca e reflexão.

Por fim, à UFRGS e ao PPGBAN, pela infraestrutura e professores maravilhosos, e à CAPES pela bolsa de Mestrado que foi essencial para me manter focada integralmente aos estudos e permitir que este trabalho fosse realizado.

Muito obrigada a todos vocês!!!

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em uma “Introdução Geral”, buscando proporcionar uma melhor compreensão do tema esforço amostral. A Introdução Geral também inclui uma sessão sobre o gênero *Alouatta*, descrevendo a distribuição geográfica das espécies e os comportamentos que foram analisados nesta pesquisa. O manuscrito está formatado para as normas da revista *Animal Behaviour* (link para as normas: <https://www.elsevier.com/journals/animal-behaviour/0003-3472/guide-for-authors>) e será traduzido para o inglês para submissão. Por fim, as “Considerações Finais” contêm as principais conclusões desenvolvidos nesta dissertação.

RESUMO

Estudos sobre a otimização do esforço amostral são fundamentais para a economia de recursos pessoais e financeiros. Porém, a maior parte dos estudos sobre a otimização do esforço amostral tem sido direcionada para os inventários faunísticos e florísticos, que avaliam a riqueza e a diversidade de espécies, e para as pesquisas que utilizam a observação indireta do comportamento, como o uso da telemetria e das gravações em vídeos. Para as pesquisas que utilizam a observação direta do comportamento há uma menor quantidade de estudos sobre a análise do esforço amostral mínimo. Para os primatas, até o momento, há apenas um estudo. Visando preencher esta lacuna do conhecimento, eu estimei a quantidade mínima de dias consecutivos de observação para determinar o padrão mensal do orçamento de atividades, dieta (riqueza de espécies e contribuição dos principais itens), posturas de descanso e de alimentação, tipos de locomoção e percurso diário de bugios (*Alouatta* spp.). Para tal, utilizei dados de 13 grupos sociais de bugios distribuídos em três espécies (*A. caraya*, *A. guariba clamitans* e *A. puruensis*). Os resultados apontaram que apenas 1 dia de observação mensal é suficiente para a caracterização de todas as variáveis analisadas, exceto a riqueza da dieta, para a qual é necessário um esforço mínimo de 12 dias consecutivos. Estes resultados contribuirão para o planejamento de futuros estudos, bem como facilitarão a observação de uma maior quantidade de grupos por um único pesquisador.

Palavras-chave: primatologia; desenho amostral; otimização.

ABSTRACT

Studies on the optimization of sampling effort are fundamental to the saving of personal and financial resources. However, most studies on sample effort optimization have been directed to faunal and floristic inventories, which assess species richness and diversity, and to research using indirect behavior observation, such as the use of telemetry and video recordings. For research that uses direct observation of behavior, there are fewer studies on the analysis of minimum sampling effort. For primates so far, there is only one study. In order to fill this knowledge gap, I estimated the minimum number of consecutive days of observation to determine the monthly pattern activity budget, diet (species richness and contribution of the main items), resting and feeding postures, types of locomotion and day range of howler monkeys (*Alouatta* spp.). For this, I used data from 13 social groups of howler monkeys distributed in three species (*A. caraya*, *A. guariba clamitans* and *A. puruensis*). The results showed that only 1 day of monthly observation is sufficient for the characterization of all the variables analyzed, except for the richness of the diet, for which a minimum effort of 12 consecutive days is required. These results will contribute to the planning of future studies, as well as facilitate the observation of a larger number of groups by a single researcher.

Keywords: primatology; sample design; optimization.

SUMÁRIO

Introdução Geral	1
Referências	9
Esforço amostral mínimo para detecção de padrões comportamentais e ecológicos: um estudo de caso com bugios (<i>Alouatta</i> spp.)	13
Resumo	14
Introdução	15
Métodos	18
Resultados	22
Discussão	39
Conclusão	42
Agradecimentos	43
Referências	44
Material Suplementar	54
Considerações Finais	65

INTRODUÇÃO GERAL

Estudos sobre o esforço amostral em pesquisas do comportamento animal são importantes para otimizar o tempo de coleta de dados, economizar recursos pessoais e financeiros e priorizar o bem-estar animal (Cuthill, 1991; Garamszegi, 2016; Taborsky, 2010). Um menor esforço amostral por período de coleta também possibilita um aumento no tamanho da amostra (ou seja, o monitoramento de uma maior quantidade de indivíduos ou grupos) sem a necessidade de um aumento no tamanho da equipe. No entanto, a maior parte dos estudos sobre a otimização do esforço amostral tem sido direcionada para os inventários faunísticos e florísticos (Gotelli & Colwell, 2011; Soberón & Llorente, 1993) e para as pesquisas que utilizam a observação indireta do comportamento (Lehner, 1996).

Para os inventários faunísticos, como a riqueza de espécies de morcegos, por exemplo, há diversos trabalhos sobre a quantidade e tempo de exposição das redes de neblina (Esbérard & Bergallo, 2008; Moreno & Halfpeter, 2000), bem como a quantidade de noites consecutivas ou a escolha de diferentes pontos de amostragem (Bergallo et al., 2003; Esbérard, 2006). O mesmo se aplica para o estudo da riqueza e diversidade de aves (Sutherland et al., 2004; Verner, 1985; Wimmer et al., 2013) e da fauna terrestre (Si et al., 2014; Silveira et al., 2003; Srbeek-Araujo & Chiarello, 2005), no qual diversos métodos e esforços têm sido avaliados ao longo dos anos.

Observações indiretas através do uso da telemetria e das gravações em vídeos permitem que pesquisadores obtenham informações sobre a ecologia e o comportamento de populações sem a obrigatoriedade do contato direto, o qual pode ser difícil no monitoramento de espécies elusivas ou de hábitos noturnos (Jacob & Rudran, 2006). Uma das aplicações da telemetria com estudos sobre a otimização do esforço amostral é o conhecimento da área de vida. Avaliações da quantidade mínima de dias e pontos de amostragem para a definição da área de vida foram realizadas para a corça-europeia

(*Capreolus capreolus*) e o peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*) (Börger et al., 2006). Para o alce (*Alces alces*), foram realizadas avaliações da quantidade mínima de pontos anual e sazonal (Girard et al, 2002). As avaliações do esforço amostral com o uso de gravações em vídeos têm sido aplicadas principalmente para o conhecimento do cuidado parental em aves. Alguns exemplos são a avaliação da quantidade de horas necessária para o conhecimento da taxa diária de visitação de ninhos por machos e fêmeas de andorinhas-das-árvores (*Tachycineta bicolor*; Lendvai et al., 2015), de chapim-real (*Parus major*; Pagani-Núñez & Senar, 2013) e suiriri-valente (*Tyrannus tyrannus*; Murphy et al., 2015). Para os peixes, há pelo menos um estudo que avaliou a quantidade mínima de gravações de 2 minutos para o conhecimento do etograma comportamental em trutas-do-ártico (*Salvelinus alpinus*) cativas fora da época de reprodução (Bolgan et al., 2015).

Para as pesquisas que utilizam a observação direta do comportamento há uma menor quantidade de estudos sobre a otimização do esforço amostral. Para os mamíferos, esses estudos têm sido relacionados principalmente ao conhecimento do etograma das espécies. Para os primatas, por exemplo, há apenas um estudo que avaliou a quantidade de horas mínima de observação para a obtenção da completude do etograma de interações sociais em grupos de bugios-pretos (*Alouatta pigra*) de vida livre (Dias et al., 2009). Um estudo semelhante foi realizado para o conhecimento do repertório de interações sociais em pandas-vermelhos (*Ailurus fulgens*) adultos cativos fora do período de reprodução (Jule et al., 2009).

Contudo, a maior parte dos estudos sobre a otimização do esforço amostral em pesquisas comportamentais avaliam a quantidade de horas mínima de observação. No entanto, para os estudos comportamentais e ecológicos de bugios (*Alouatta* spp.) de vida livre, as observações são geralmente realizadas em dias consecutivos com duração do

amanhecer ao pôr-do-sol. Este método visa facilitar a logística e a localização dos grupos, uma vez que ao entardecer os bugios escolhem a árvore que servirá como dormitório e, geralmente, permanecem nela até acordarem no dia seguinte facilitando o encontro principalmente em fragmentos florestais grandes, nos quais a busca pode durar horas. Desta forma, há a necessidade do conhecimento da quantidade mínima de dias consecutivos de observação por período amostral. Portanto, neste trabalho estimo a quantidade mínima de dias consecutivos de observação mensal para identificar padrões comportamentais e ecológicos e, dessa forma, auxiliar o planejamento de futuras pesquisas em comportamento animal. Para tal, usei a base de dados de pesquisas do Laboratório de Primatologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul sobre o comportamento de 13 grupos sociais de bugios distribuídos em três espécies (*A. caraya*, *A. guariba clamitans* e *A. puruensis*). Usei os dados de apenas três espécies, pois a vasta literatura sobre o gênero tem descrito que o comportamento é bastante semelhante entre as espécies.

O gênero *Alouatta* (Lacépède, 1799)

Os representantes do gênero *Alouatta*, conhecidos popularmente como bugios, guaribas, roncadores ou barbados, são os primatas que apresentam a mais ampla distribuição na região neotropical (Neville et al., 1988). Ocorrem em 19 países da América Latina, desde o Estado de Vera Cruz e a Península de Iucatã no México até a Província de Misiones na Argentina e o Estado do Rio Grande do Sul no Brasil (Crockett 1998; Neville et al., 1988).

Ainda não há um consenso sobre a quantidade de espécies pertencentes ao gênero. Groves (2001) cita três grandes complexos taxonômicos que compreendem *A. palliata* e as espécies da América Central, *A. seniculus* e as espécies da Amazônia e Mata Atlântica

e *A. caraya* como a única espécie do Cerrado e do Pantanal. A mais recente compilação de estudos taxonômicos do gênero sugeriu que há 14 espécies (*A. arctoidea*, *A. belzebul*, *A. caraya*, *A. discolor*, *A. guariba*, *A. juara*, *A. macconnelli*, *A. nigerrima*, *A. palliata*, *A. pigra*, *A. puruensis*, *A. sara*, *A. seniculus* e *A. ululata*), sendo que *A. guariba* é dividida em 2 subespécies (*A. g. clamitans* e *A. g. guariba*) e *A. palliata* em 5 subespécies (*A. p. aequatorialis*, *A. p. coibensis*, *A. p. mexicana*, *A. p. palliata* e *A. p. trabeata*) (Rylands & Mittermeier, 2009).

Desde o trabalho pioneiro de Carpenter (1934), sobre *A. palliata* na ilha de Barro Colorado, Panamá, o gênero vem sendo amplamente estudado para elucidação de diversos aspectos comportamentais e ecológicas (Kowalewski et al., 2015; Neville et al., 1988) e relativos às adaptações aos ambientes fragmentados (Arroyo-Rodríguez & Dias, 2010; Bicca-Marques, 2003; Chaves & Bicca-Marques, 2016). Nesta dissertação, eu analisei sete aspectos do comportamento e da ecologia dos bugios que serão detalhados nas sessões seguintes.

Orçamento de atividades

O padrão de atividades geralmente é dividido em quatro categorias: descanso, alimentação, locomoção e interações sociais. O descanso é quando o animal está inativo. A alimentação é o ato de morder, mastigar e/ou engolir qualquer tipo de alimento. A locomoção compreende qualquer deslocamento, curto ou longo, individual ou em grupo, em uma mesma árvore ou entre árvores. Alguns pesquisadores subdividem essa categoria em locomoção direcional (quando o grupo ou parte do grupo segue em fila indiana para outra árvore) e não-direcional (deslocamentos curtos, em geral, individual, realizados durante os períodos de alimentação e descanso). As interações sociais incluem

vocalização, brincadeira, catação, agressão, cópula ou qualquer outra interação entre dois ou mais indivíduos. Essa caracterização segue a descrita por Bicca (1991).

Posturas de alimentação

As posturas utilizadas durante a alimentação costumam ser divididas entre cinco e sete categorias (Fig. 1). As cinco mais comuns são: sentado (com o quadril, joelhos e tornozelos flexionados e o abdome em contato com as coxas), pendurado (corpo inclinado para baixo, a ponta da cauda é enrolada firmemente em um substrato e sustenta o peso do corpo), ponte (corpo inclinado para frente, a cauda e os membros sustentam o peso do corpo), deitado (deitado com o tronco e membros apoiados no substrato) e bípede (em pé, sustentado apenas pelos membros posteriores). Quadrúpede (o peso do corpo é distribuído nos quatro membros e a cauda serve apenas de ponto de equilíbrio) e reclinado (a maior parte do corpo, principalmente o tronco, está em contato com o substrato e os membros estão livres) têm sido incluídas por alguns pesquisadores. A caracterização dessas posturas foi baseada nas descrições feitas por Ybarra (1984).

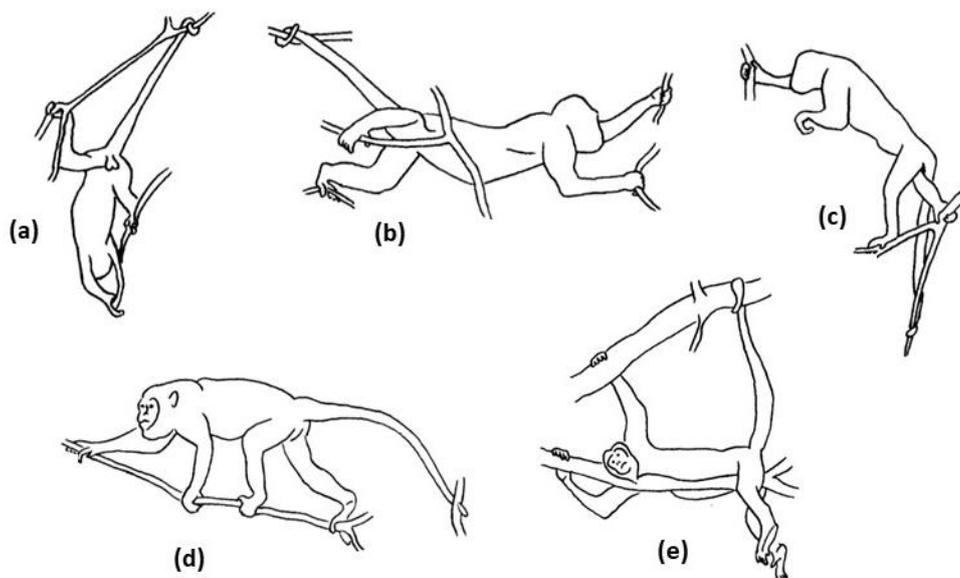


Figura 1. Ilustração das posturas utilizadas pelos bugios durante a alimentação. (a) Pendurado. (b) Ponte. (c) Bípede. (d) Quadrúpede. (e) Reclinado. Adaptação de Ybarra (1984).

Posturas de descanso

As posturas utilizadas durante o descanso geralmente são divididas em cinco categorias (Fig. 2). Bola (corpo encolhido, formando uma bola com o rosto virado para o ventre), sentado (com o quadril, joelhos e tornozelos flexionados, o abdome em contato com as coxas e a cabeça ereta), deitado (deitado com os quatro membros encolhidos), relaxado (deitado com dois membros encolhidos e dois estendidos) e esparramado (deitado com três ou quatro membros estendidos). A caracterização dessas posturas foi baseada nas descrições feitas por Ybarra (1984) e Paterson (1981).

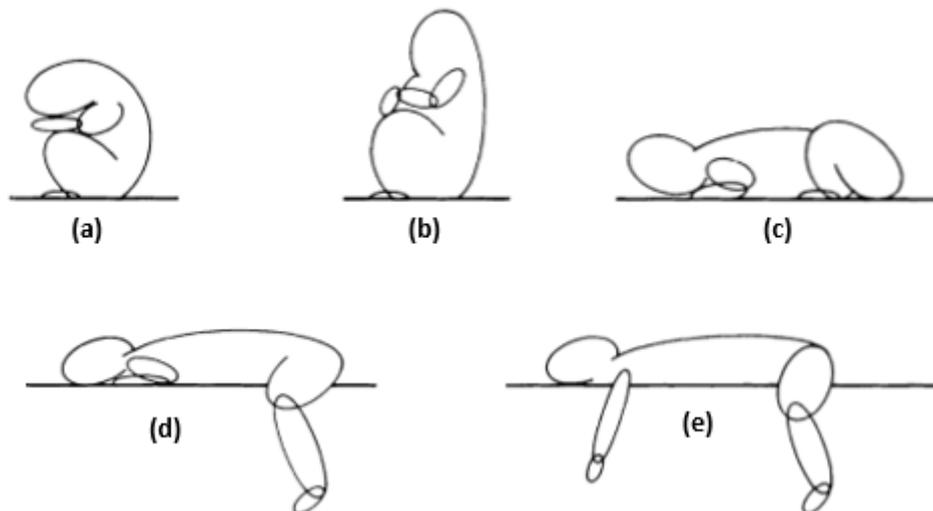


Fig. 2. Ilustração das posturas utilizadas pelos bugios durante o descanso. (a) Bola. (b) Sentado. (c) Deitado. (d) Relaxado. (e) Esparramado. Adaptação de Paterson (1981).

Tipos de locomoção

Os tipos de locomoção geralmente são divididos em seis categorias (Fig. 3). Caminhar (deslocamento quadrúpede sobre os galhos ou solo), ponte (utilizada para atravessar lacunas entre os galhos das árvores, os indivíduos inclinam o corpo para frente e para trás até alcançar o próximo galho), escalar (subir sobre galhos ou troncos de árvores utilizando todos os membros e a cauda), descer (descer sobre galhos ou troncos de árvores

utilizando todos os membros e a cauda), pular (os indivíduos pegam impulso e se lançam no ar para atravessar lacunas que não poderiam ser vencidas com a utilização da ponte) e correr (deslocamento quadrúpede com movimentos rápidos). Essa caracterização foi baseada nas descrições feitas por Ybarra (1984).

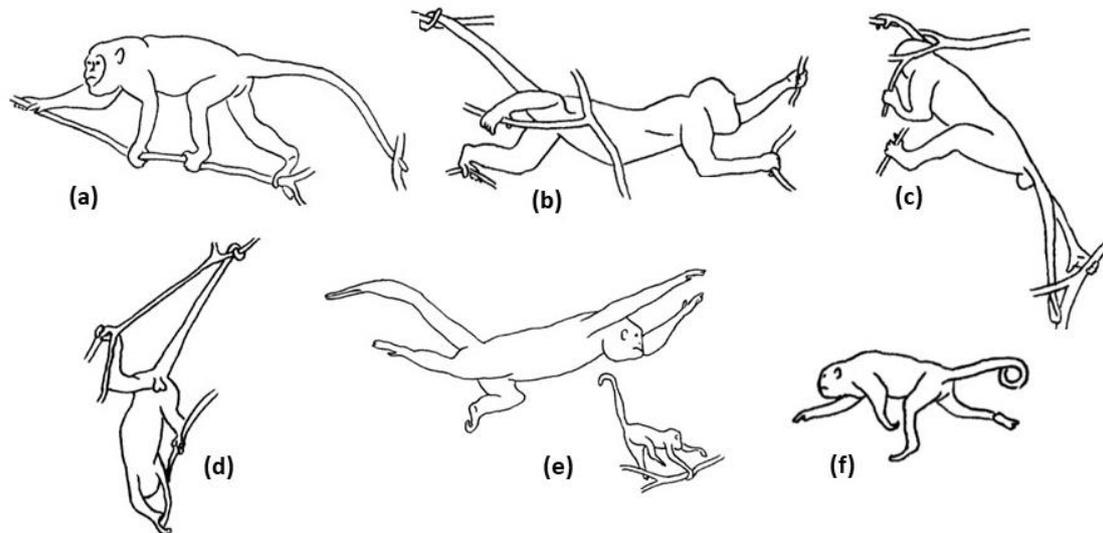


Figura 3. Ilustração dos tipos de locomoção empregados pelos bugios. (a) Caminhar. (b) Ponte. (c) Escalar. (d) Descer. (e) Pular, representando o momento do pulo e do pouso. (f) Correr. Adaptação de Ybarra (1984).

Percurso diário

O percurso diário compreende a distância percorrida diariamente durante os deslocamentos dos grupos. Nos 13 grupos analisados nesta dissertação, só foram contabilizados os deslocamentos bidimensionais, ou seja, os deslocamentos entre as árvores. Os deslocamentos altitudinais realizados nas árvores não foram contabilizados.

Dieta

Para o estudo da dieta de primatas folívoros-frugívoros, geralmente, registra-se a espécie e o item consumido. Nesta dissertação utilizei os dados da riqueza de espécies (i.é., a quantidade de espécies consumidas) e da contribuição dos itens para a dieta. A

contribuição dos itens foi dividida em quatro categorias principais: folhas, frutos, flores e outros. Cada categoria é composta por uma variedade de itens de acordo com a estrutura e o grau de maturação. A categoria folhas, por exemplo, contempla broto, folhas novas, folhas maduras e pecíolo. Frutos contempla os frutos verdes e maduros. Flores contempla os botões e as flores abertas. A categoria outros representa os demais itens que não estão agrupados nas categorias anteriores, como cascas, ramos e talos.

REFERÊNCIAS

- Arroyo-Rodríguez, V., & Dias, P. A. D. (2010). Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review. *American Journal of Primatology*, 72(1), 1-16. <https://doi.org/10.1002/ajp.20753>.
- Bergallo, H. G., Esbérard, C. E. L., Mello, M. A. R., Lins, V., Mangolin, R., Melo, G. G. S., & Baptista, M. (2003). Bat species richness in Atlantic Forest: what is the minimum sampling effort? *Biotropica*, 35(2), 278-288. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2003.tb00286.x>.
- Bicca-Marques, J. C. (1991). Ecologia e comportamento de um grupo de bugios-pretos *Alouatta caraya* (Primates, Cebidae) em Alegrete, RS, Brasil (Dissertação de Mestrado). Brasília, DF, Brasil: Universidade de Brasília.
- Bicca-Marques, J. C. (2003). How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In L. K. Marsh (Ed.). *Primates in fragments: ecology and conservation* (pp. 283-303). Boston: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3770-7_18.
- Bolgan, M., O'Brien, J., & Gammell, M. (2015). The behavioural repertoire of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) in captivity: a case study for testing ethogram completeness and reducing observer effects. *Ecology of Freshwater Fish*, 90(4), 1479-1505. <https://doi.org/10.1111/eff.12212>.
- Börger, L., Franconi, N., Michele, G., Gantz, A., Meschi, F., Manica, A., Lovari, S., & Coulson, T. (2006). Effects of sampling regime on the mean and variance of home range size estimates. *Journal of Animal Ecology*, 75, 1393-1405. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01164.x>.
- Carpenter, C. R. (1934). A field study of the behavior and social relations of howling monkeys. Reprinted In C. R. Carpenter (Ed.). *Naturalistic Behavior of Nonhuman Primates* (pp. 3-92). Pennsylvania: Pennsylvania state University Press (1964).
- Chaves, O. M., & Bicca-Marques, J. C. (2016). Feeding strategies of brown howler monkeys in response to variations in food availability. *PloS ONE*, 11(2), e0145819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145819>.
- Crockett, C. M. (1998). Conservation biology of the genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology*, 19(3), 549-578. <https://doi.org/10.1023/A:1020316607284>.
- Cuthill, I. (1991). Field experiments in animal behaviour: methods and ethics. *Animal Behaviour*, 42(6), 1007-1014. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80153-8](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80153-8).

- Dias, P. A. D., Rangel-Negrín, A., Coyohua-Fuentes, A., & Canales-Espinosa, D. (2009). Behaviour accumulation curves: a method to study the completeness of behavioural repertoires. *Animal Behaviour*, 77(6), 1551-1553. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.02.015>.
- Esbérard, C. E. L. (2006). Efeito da coleta de morcegos por noites seguidas no mesmo local. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(4), 1093-1096. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752006000400016>.
- Esbérard, C. E. L., & Bergallo, H. G. (2008). Influência do esforço amostral na riqueza de espécies de morcegos no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25 (1), 67-73. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100010>.
- Garamszegi, L. Z. (2016). A simple statistical guide for the analysis of behaviour when data are constrained due to practical or ethical reasons. *Animal Behaviour*, 120, 223-234. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.11.009>.
- Girard, I., Ouellet, J.-P., Courtois, R., Dussault, C., & Breton, L. (2002). Effects of Sampling Effort Based on GPS Telemetry on Home-Range Size Estimations. *The Journal of Wildlife Management*, 66(4), 1290-1300. <https://doi.org/10.2307/3802962>.
- Gotelli, N. J., & R. K. Colwell (2011). Estimating species richness. In A. Magurran & B. McGill (Eds.). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment* (pp. 39-54). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Groves, C. P. (2001). *Primate Taxonomy*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Jacob, A. A., & Rudran, R. (2006). Radiotelemetria em estudos populacionais. In L. Cullen Jr., C. Valladares-Padua, & R. Rudran (Orgs.). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (2ª ed.). Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná.
- Jule, K. R., Lea, S. E. G., & Leaver, L. A. (2009). Using a behaviour discovery curve to predict optimal observation time. *Behaviour*, 146(11), 1531-1542. <https://doi.org/10.1163/156853909X447775>.
- Kowalewski, M. M., Garber, P. A., Cortes-Ortiz, L., Urbani, B., & Youlatos, D. (2015). *Howler monkeys. Developments in primatology: progress and prospects*. New York: Springer.
- Lehner, P. N. (1996). *Handbook of ethological methods*. (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.

- Lendvai, A. Z., Akçay, C., Ouyang, J. Q., Dakin, R., Domalik, A. D., John, P. S. S., Stanback, M., Moore, I. T., & Bonier, F. (2015). Analysis of the optimal duration of behavioral observations based on an automated continuous monitoring system in tree swallows (*Tachycineta bicolor*): is one hour good enough? *PLoS ONE*, 10(11), e0141194. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141194>.
- Moreno, C. E., & Halffter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37, 149-158. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x>.
- Murphy, M. T., Chutter, C. M., & Redmond, L. J. (2015). Quantification of avian parental behavior: what are the minimum necessary sample times? *Journal of Field Ornithology*, 86(1), 41-50. <https://doi.org/10.1111/jofo.12087>.
- Neville, M. K., Glander, K. E., Braza, F., & Rylands, A. B. (1988). The howling monkeys, genus *Alouatta*. In R.A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho & G. A. B. Fonseca (Eds.). *Ecology and behaviour of neotropical primates* (pp. 349-453). Washington, D.C: World Wildlife Fund.
- Pagani-Núñez, E., & Senar, J. C. (2013). One hour of sampling is enough: Great Tit *Parus major* parents feed their nestlings consistently across time. *Acta Ornithologica*, 48(2), 194-200. <https://doi.org/10.3161/000164513X678847>.
- Paterson, J. D. (1981). Postural-positional thermoregulatory behavior and ecological factors in primates. *Canadian Review of Physical Anthropology*, 3, 3-11.
- Rylands, A. B., & Mittermeier, R. A. (2009). The diversity of the new world primates (Platyrrhini): an annotated taxonomy. In P. A. Garber, A. Estrada, J. C. Bicca-Marques, E. W. Heymann, & K. B. Strier (Eds). *South american primates. Developments in primatology: progress and prospects* (pp. 23-54). New York, NY: Springer.
- Si, X., Kays, R., & Ding, P. (2014). How long is enough to detect terrestrial animals? Estimating the minimum trapping effort on camera traps. *PeerJ*, 2:e374, 1-14. <https://doi.org/10.7717/peerj.374>.
- Silveira, L., Jácomo, A. T. A., & Diniz-Filho, J. A. F. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114(3), 351-355. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00063-6).
- Soberón, J. M., & Llorente, J. B. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480-488. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>.

- Srbek-Araujo, A. C., & Chiarello, A. G. (2005). Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 21, 121-125. <https://doi.org/10.1017/S0266467404001956>.
- Sutherland, W. J., Newton, I., & Green, R. E. (2004). Bird ecology and conservation. A handbook of techniques. New York: Oxford University Press.
- Taborsky, M. (2010). Sample size in the study of behaviour. *Ethology*, 116, 185-202. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2010.01751.x>.
- Verner, J. (1985). Assessment of counting techniques. In R. F. Johnston (Ed.). *Current Ornithology*. New York: Plenum Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2385-3_8.
- Wimmer, J., Towsey, M., Roe, P., & Williamson, I. (2013). Sampling environmental acoustic recordings to determine bird species richness. *Ecological Applications*, 23(6), 1419-1428. <https://doi.org/10.1890/12-2088.1>.
- Ybarra, M. A. S. (1984). Locomotion and postures of red howlers in a deciduous forest-savanna interface. *American Journal of Physical Anthropology*, 63, 65-76. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330630109>.

1 **Esforço amostral mínimo para detecção de padrões comportamentais e ecológicos:**
2 **um estudo de caso com bugios (*Alouatta spp.*)**
3

4 Patrícia da Costa Kunt¹, Christini Barbosa Caselli², Anamélia de Souza Jesus³,
5 Carina Barboza Muhle, Elisa Brod Decker, Erika Patrícia Quintino,
6 Guilherme Brambatti Guzzo⁴, Óscar M. Chaves⁵,
7 Cláudia Calegari-Marques¹ e Júlio César Bicca-Marques*⁶
8

9 ¹ Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

10 ² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

11 ³ Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

12 ⁴ Universidade de Caxias do Sul, Brasil

13 ⁵ Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

14 ⁶ Escola de Ciências da Saúde e da Vida,

15 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
16

17 **Título resumido:** Esforço amostral mínimo: bugios como modelo
18

19 *Autor correspondente:

20 Júlio César Bicca-Marques

21 Laboratório de Primatologia

22 Escola de Ciências da Saúde e da Vida

23 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

24 Av. Ipiranga 6681, Prédio 12A

25 Porto Alegre, RS 90619-900, Brasil.

26 Telefone: (51) 3353-4742

27 E-mail: jbicca@pucri.br

28 **Resumo**

29 A definição do esforço amostral é fundamental no planejamento de qualquer
30 pesquisa para otimizar o investimento financeiro, de tempo e equipe. Enquanto um grande
31 esforço aumenta a probabilidade de registro de comportamentos raros, um esforço
32 pequeno facilita a obtenção de réplicas por uma equipe reduzida. Nesse estudo visamos
33 identificar o esforço amostral mínimo para determinar o padrão mensal do orçamento de
34 atividades, dieta (riqueza de espécies e contribuição dos principais itens), posturas de
35 descanso e alimentação, tipos de locomoção e percurso diário de bugios. Usamos dados
36 obtidos pelo método de varredura instantânea durante 4, 5 ou 15 dias de observação por
37 período amostral de oito grupos de *Alouatta guariba clamitans*, quatro de *A. caraya* e um
38 de *A. puruensis*. Comparamos os padrões mensais entre as amostras completas e as
39 subamostras de 1 a 14 dias consecutivos. Usamos modelos lineares generalizados mistos
40 com o número de dias de coleta mensal como variável preditora dos padrões observados
41 e a identidade dos grupos (considerando assim a influência da identidade das espécies e
42 do habitat) e a estação do ano, através de mês de observação, como variáveis-controle.
43 Quando necessário, usamos análises de componentes principais para resumir o conjunto
44 de variáveis-resposta. Independente da espécie dos grupos de estudo e do bioma onde a
45 pesquisa foi desenvolvida, verificamos que 1 dia de observação mensal é suficiente para
46 a caracterização de todas as variáveis analisadas, exceto a riqueza da dieta, para a qual é
47 necessário um esforço mínimo de 12 dias consecutivos. Além da importância dos
48 resultados para o planejamento de futuras pesquisas com bugios, o método de análise
49 poderá ser aplicado a outros conjuntos de dados para avaliar o esforço amostral mínimo
50 em estudos de ecologia e comportamento de outros táxons.

51 **Palavras-chave:** tamanho amostral; otimização; observação comportamental; varredura
52 instantânea.

53 **Introdução**

54 O sucesso de qualquer projeto de pesquisa em comportamento animal depende,
55 em grande parte, das decisões tomadas antes de o pesquisador começar a observar os seus
56 objetos de estudo (Dunbar, 1976). Uma decisão essencial é a definição do esforço
57 amostral, ou seja, a quantidade de horas ou dias de observação necessária para que o
58 estudo alcance resultados confiáveis e representativos (Lendvai et al., 2015; Maxwell et
59 al., 2008). Existe um *trade-off* entre o tamanho amostral (i.e., número de indivíduos ou
60 grupos observados; Cohen, 1988; Lehner, 1996; Martin & Bateson, 2007; Taborsky,
61 2010) e a quantidade de dias de observação por período amostral de cada “objeto” de
62 estudo. Enquanto um maior esforço amostral aumenta a probabilidade de registro de
63 comportamentos incomuns ou raros, bem como aumenta a precisão das estimativas pela
64 redução do efeito de ruído, variação aleatória ou, mesmo, erros de registro (Hurlbert,
65 1984), um esforço amostral menor possibilita a obtenção de mais réplicas sem requerer
66 um aumento na equipe de pesquisadores.

67 Quando esta redução do esforço por período amostral resulta na redução do
68 tamanho da equipe necessária para observar vários indivíduos/grupos/populações em
69 cada período amostral, ela também diminui os problemas oriundos de potenciais
70 diferenças entre observadores na coleta de dados. Quando apenas um observador
71 consegue obter toda a amostra, espera-se que toda a base de dados apresente a mesma
72 acurácia, aumentando a validade do estudo (Lehner, 1996; Martin & Bateson, 2007).
73 Dessa forma, a determinação do tempo mínimo de observação é crítica para otimizar os
74 investimentos de tempo, pessoal e recursos (Garamszegi, 2016; Taborsky, 2010). Ela
75 também prioriza o bem-estar dos animais ao evitar perturbações desnecessárias, como o
76 excesso de exposição dos mesmos ao(s) observador(es), visto que mesmo animais que
77 passaram por processos de habituação podem ter seu comportamento alterado de

78 maneiras sutis e difíceis de serem verificadas (Cuthill, 1991; Martin & Bateson, 2007).
79 Além disso, estudos sobre animais de vida livre podem apresentar restrições logísticas,
80 como acesso limitado ou difícil (Taborsky, 2010).

81 Apesar da importância dessa definição metodológica, a literatura sobre o tema é
82 escassa. Estudos abordando dados cumulativos, como a riqueza de espécies na dieta e o
83 repertório comportamental, têm utilizado o método da rarefação ou curva de acumulação,
84 tradicional em inventários florísticos e faunísticos (Gotelli & Colwell, 2011; Soberón &
85 Llorente, 1993), para definir a quantidade de horas de observação necessária para que a
86 curva estabilize; ou seja, para que o registro de novas espécies ou novos comportamentos
87 seja improvável e um esforço amostral superior, desnecessário. Por exemplo, apenas 20
88 h de observação foram suficientes para conhecer o repertório de interações sociais de
89 pandas-vermelhos (*Ailurus fulgens*) adultos cativos fora do período reprodutivo (Jule et
90 al., 2009). Por outro lado, foram necessárias 1070 h para descrever o comportamento
91 social em grupos de bugios-pretos (*Alouatta pigra*) de vida livre (Dias et al., 2009).
92 Apesar da diferença marcante no esforço amostral mínimo para atingir a completude do
93 repertório comportamental nos exemplos acima, em ambos os casos um aumento do
94 esforço amostral além do mínimo necessário acrescentaria pouco às conclusões das
95 pesquisas (Martin & Bateson, 2007).

96 Outra forma para determinar o esforço amostral mínimo é o método da análise de
97 consistência em partes separadas proposto por Martin & Bateson (2007). Neste método
98 os dados são divididos aleatoriamente em duas metades que são analisadas
99 separadamente. Se ambos os conjuntos de dados gerarem as mesmas conclusões, infere-
100 se que dados suficientes foram coletados. Caso contrário, se as duas conclusões diferirem,
101 mais dados serão necessários. De forma semelhante, dados com períodos de amostragem
102 longos podem ser divididos em subamostras de diferentes tamanhos para a análise do

103 esforço amostral mínimo. Para a taxa diária de visitação do ninho por machos e fêmeas
104 de andorinha-das-árvores (*Tachycineta bicolor*), por exemplo, verificou-se que a partir
105 das subamostras com duração variando entre 15 min e 4 h de observação diária foi
106 possível determinar que períodos de 45 a 90 min podem estimar com confiabilidade o
107 padrão diário, sendo 60 min o tempo de amostragem ótimo (Lendvai et al., 2015). Já para
108 a análise da área de vida da corça-europeia (*Capreolus capreolus*) e do peneireiro-vulgar
109 (*Falco tinnunculus*), dentre as subamostras com 4, 8 ou 12 dias de coleta mensal extraídas
110 da amostra completa com 17 dias, foi possível verificar que 4 dias é suficiente para a
111 detecção dos valores mensais, visto que este esforço difere menos de 20% dos valores
112 obtidos na amostra completa (Börger et al., 2006).

113 O grau de variabilidade dos atributos medidos na população de estudo é um
114 critério que influencia o esforço amostral mínimo (Miaoulis & Michener, 1976 *apud*
115 Israel, 1992). Quanto mais heterogênea (mais variável) for a população com relação ao(s)
116 comportamento(s) em análise, maior será o esforço amostral necessário para obter
117 padrões representativos da realidade (Israel, 1992). O orçamento de atividades de
118 espécies carnívoras e herbívoras é um bom exemplo. Enquanto as espécies carnívoras
119 apresentam maior variabilidade no tempo dedicado a cada comportamento em
120 decorrência de sua dependência da disponibilidade de presas e sua eficiência de captura,
121 as espécies herbívoras tendem a manter um orçamento de atividades mais semelhante ao
122 longo do dia (Halle & Stenseth, 2000).

123 Nesse estudo aplicamos um método semelhante à análise de consistência em
124 partes separadas, visando identificar o esforço amostral mínimo necessário para
125 determinar o padrão mensal do orçamento de atividades, dieta (riqueza de espécies e
126 contribuição dos principais itens), posturas de descanso e de alimentação, tipos de
127 locomoção e percurso diário de bugios (*Alouatta* spp.). Usamos os bugios, macacos

128 diurnos herbívoros (folívoro-frugívoros, Crockett & Eisenberg, 1987) do Novo Mundo,
129 como modelo por seu comportamento ser bem descrito na literatura. O esforço amostral
130 em estudos comportamentais de bugios de vida livre tem variado de 1 a 18 dias por
131 período amostral (moda=5 dias, n=23 estudos; média=7 dias, N=44; Tabela S1). Esse
132 esforço, normalmente mensal, é composto por observações do amanhecer ao pôr-do-sol
133 em dias consecutivos a fim de facilitar a logística e a localização dos grupos, uma vez que
134 os bugios escolhem a(s) árvore(s) que servirá(ão) como dormitório(s) noturno(s) ao
135 entardecer, permanecendo na(s) mesma(s) ou em suas imediações até o dia seguinte.

136

137 **Métodos**

138 *Grupos de estudo*

139 Utilizamos dados de oito grupos de bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*),
140 quatro grupos de bugios-pretos (*A. caraya*) e um grupo de bugios-vermelhos (*A.*
141 *puruensis*) da base de dados de pesquisas do Laboratório de Primatologia da Pontifícia
142 Universidade Católica do Rio Grande do Sul. O tamanho dos grupos foi composto de 3 a
143 10 indivíduos em *A. guariba clamitans*, 4 a 17 em *A. caraya* e 7 indivíduos em *A.*
144 *puruensis*. Os estudos foram realizados em dois estados brasileiros, sendo *A. guariba*
145 *clamitans* e *A. caraya* desenvolvidos no Rio Grande do Sul, e *A. puruensis* em Rondônia.
146 Os dados foram coletados pelo método de varredura instantânea (Altmann, 1974) em
147 períodos de 4, 5 ou 15 dias consecutivos, sempre que possível, por mês durante 6 ou 12
148 meses ou por períodos de 4 dias consecutivos por bimestre em um estudo com duração
149 de 36 meses, no qual foram analisados apenas os meses com observações diárias acima
150 de 8 h (Tabela S2). Todos os grupos (exceto Jesus) realizaram observações somente em
151 dias sem chuva.

152 Utilizamos subconjuntos distintos de grupos de estudo para analisar diferentes
153 aspectos comportamentais e ecológicos (variáveis dependentes ou resposta) dos bugios.
154 Utilizamos dados dos 13 grupos (Quintino, Jesus, Prates, Muhle, Guzzo, Bicca, Chaves
155 S3, S2, S1, L2 e Decker G3, G2, G1) na análise do orçamento de atividades (proporção
156 de registros de descanso, alimentação, locomoção e interação social), contribuição dos
157 principais itens para a dieta (proporção de registro de alimentação com folhas, frutos e
158 flores) e riqueza de espécies da dieta. Utilizamos dados de seis grupos (Quintino, Jesus,
159 Prates, Muhle, Guzzo e Bicca) na análise das posturas de descanso (proporção dos
160 registros de bola, sentado, deitado, relaxado e esparramado), posturas de alimentação
161 (proporção dos registros de sentado, pendurado, ponte, deitado, bípede, quadrúpede e
162 reclinado) e tipos de locomoção (proporção dos registros de caminhar, ponte, escalar,
163 descer, pular e correr). Também utilizamos dados de seis grupos na análise do percurso
164 diário (Quintino, Prates, Guzzo, Bicca e Chaves L2 e S2).

165

166 *Re-amostragem do conjunto de dados*

167 Seleccionamos subamostras variando de um até o número máximo de dias de
168 observação da respectiva amostra completa independente do protocolo de coleta (4, 5 ou
169 15 dias/mês ou 4 dias/bimestre). Por exemplo, montamos um conjunto de dados com nove
170 subamostras para os grupos com protocolos de coleta de quatro dias por mês (grupos
171 Decker G3, G2 e G1) ou por bimestre (grupos Chaves S3, S2, S1, L2). Esse conjunto
172 contém os dados da amostra completa com os quatro dias consecutivos por mês ou
173 bimestre, duas subamostras compostas de três dias consecutivos, três subamostras
174 compostas por dois dias consecutivos, além de cada dia analisado individualmente.
175 Seguindo a mesma regra, montamos um conjunto de dados com 14 subamostras para os
176 grupos com protocolo de coleta de 5 dias/mês (Bicca, Guzzo, Muhle e Prates; Fig. S1) e

177 um conjunto de dados com 119 subamostras para os grupos com protocolo de coleta de
178 15 dias/mês (Jesus e Quintino; Fig. S2).

179

180 *Análise estatística*

181 Ajustamos Modelos Lineares Gerais ou Generalizados Mistos (GLMMs) com
182 distribuição de erro Gaussiana ou de Poisson, respectivamente, para avaliar a influência
183 da re-amostragem dos dados simulando esforços de coleta do mínimo de 1 dia/mês ao
184 máximo de 4, 5 ou 15 dias/mês (variável preditora) nos valores médios dos aspectos
185 comportamentais ou ecológicos investigados (variáveis dependentes). Calculamos as
186 médias mensais de cada variável dependente em subamostras simulando os diferentes
187 esforços de coleta. A identidade dos grupos de estudo e as estações do ano nas quais os
188 dados foram coletados foram incluídos nos modelos como variáveis aleatórias,
189 considerando assim a influência da espécie, do bioma e do tamanho do fragmento na
190 análise (Tabela S2). Incorporamos a heterogeneidade de variância nos modelos quando a
191 premissa de homogeneidade de variância foi violada, permitindo diferentes variações por
192 nível da variável preditora nominal (Zuur et al., 2009). Posteriormente, utilizamos
193 Análises Sequenciais de variância seguidas para determinar a significância da influência
194 do número de dias consecutivos de coleta mensal (variável preditora) nas variáveis
195 estudadas, selecionando os modelos reduzidos (sem a variável preditora) sempre que a
196 exclusão do número de dias dos modelos não resultou em perda de poder explicativo (ou
197 seja, quando $P > 0,05$; seguindo Zuur et al., 2009). Quando encontramos um efeito
198 significativo do número de dias de coleta, utilizamos o teste *post hoc* HSD de Tukey para
199 determinar a partir de qual esforço amostral as diferenças desapareciam (ou seja, o esforço
200 amostral mínimo). Avaliamos a presença de valores discrepantes em nosso conjunto de
201 dados (i.e., *outliers*) antes de cada análise, considerando como discrepantes valores acima

202 ou abaixo da média considerando a margem de 1,5x a amplitude interquartil (estatística
203 que descreve o grau de dispersão dos dados em torno da média). Sempre que detectados,
204 ajustamos os modelos com e sem esses *outliers* para entendermos a sua possível
205 influência nos resultados. Em nenhum caso a exclusão dos *outliers* resultou em alteração
206 nos resultados finais das análises. Assim, apresentamos os resultados incluindo todo o
207 conjunto de dados.

208 Utilizamos Análises de Componentes Principais (PCA, seguindo a nomenclatura
209 comumente empregada em inglês) nos casos em que a variável resposta era composta:
210 contribuição dos principais itens alimentares para a dieta, proporção de cada
211 comportamento no orçamento de atividades, proporção de uso de cada postura corporal
212 de descanso e alimentação e de cada tipo de locomoção. Essa abordagem foi utilizada
213 porque as categorias não são independentes; ou seja, um aumento na frequência (e
214 consequente proporção) de uso de uma determinada categoria influencia a proporção de
215 uso das demais na amostra. Desta forma, combinamos essas variáveis dependentes em
216 um conjunto menor de variáveis quantitativas compostas e independentes, os
217 componentes resultantes da PCA (PCs). Retivemos os PCs que juntos explicaram pelo
218 menos 70% da variação do conjunto de variáveis analisadas em cada PCA e com
219 autovalores iguais ou superiores a 1 (Tabela S3). Em alguns casos realizamos a PCA
220 apenas com as variáveis mais frequentes (e.g., folhas e frutos na composição da dieta),
221 pois as variáveis menos frequentes apresentaram maiores desvios da normalidade, o que
222 compromete o uso da PCA, ou avaliamos separadamente cada uma das variáveis (como
223 no caso dos tipos de locomoção para o conjunto de dados com protocolos de coleta de 15
224 dias de observação/mês).

225 Utilizamos o software R versão 3.5.3 (R Development Core Team, 2019) para
226 conduzir todas as análises utilizando níveis de significância de 5%. Utilizamos os pacotes

227 “vegan” versão 2.5-5 (Oksanen et al., 2019), “nlme” versão 3.1-137 (Pinheiro et al.,
228 2018), “lsmmeans” versão 2.30-0 (Lenth, 2016), “lme4” versão 1.1-21 (Bates et al., 2015),
229 “Rmisc” versão 1.5 (Hope, 2013), “ggplot2” versão 3.2.1 (Wickham, 2016) e “ggpubr”
230 versão 0.2.2 (Kassambara, 2019) para implementar as análises e gerar os respectivos
231 gráficos.

232

233 **Resultados**

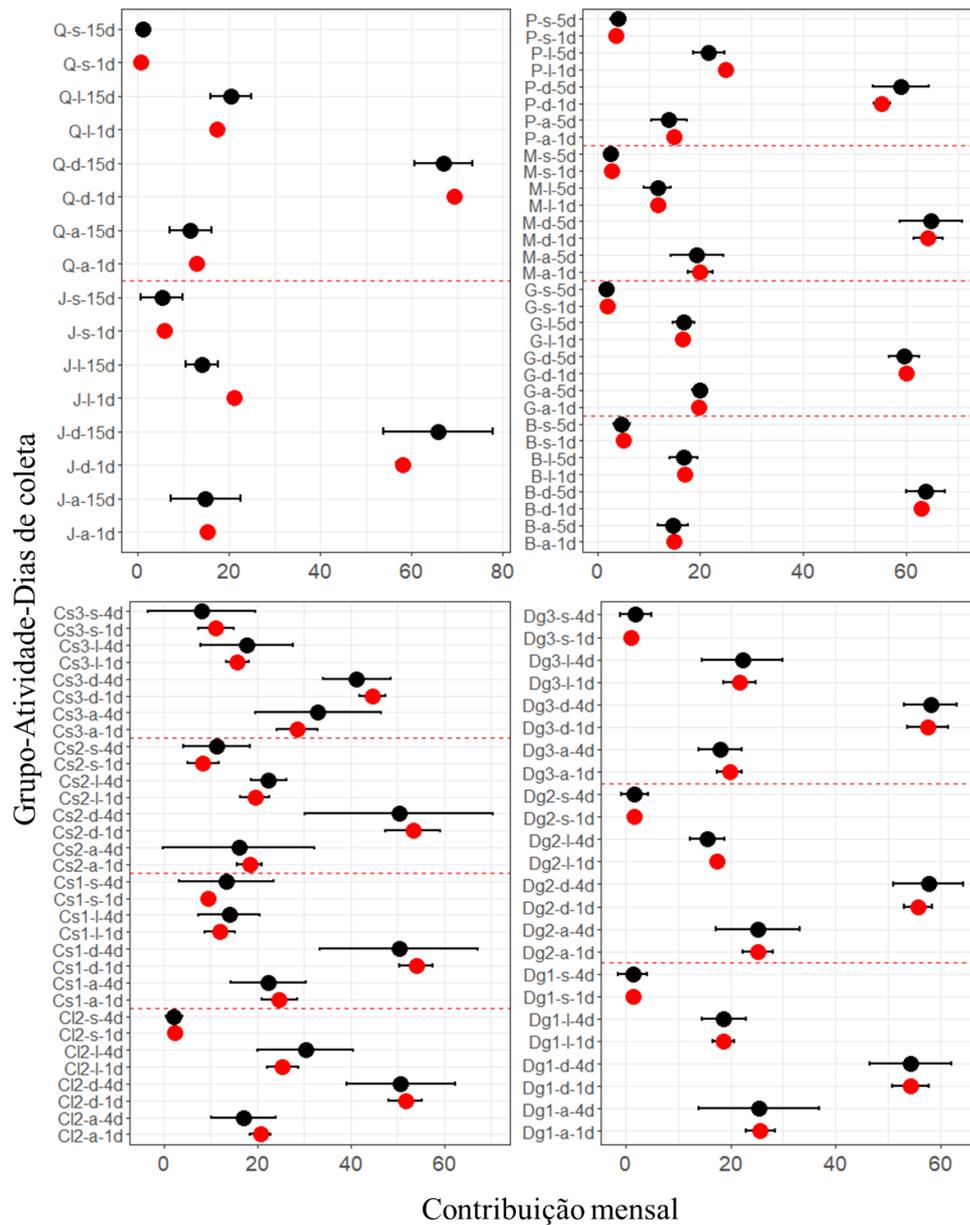
234 O orçamento de atividades dos 13 grupos de estudo foi dominado pelo descanso,
235 seguido pela alimentação ou locomoção e, então, as interações sociais (Fig. 1, Tabela S4).
236 O consumo de folhas foi predominante em sete grupos de estudo, enquanto que uma dieta
237 balanceada entre folhas e frutos foi observada em cinco grupos e em apenas um grupo
238 houve predominância do consumo de frutos (Fig. 2, Tabela S5).

239 Para as posturas utilizadas durante a alimentação e o descanso, bem como para os
240 tipos de locomoção, houve a predominância de uma ou mais categorias nos seis grupos
241 de estudo que possuíam dados sobre esses comportamentos. A postura de alimentação
242 sentado foi a mais frequente nos seis grupos, seguida por pendurado em cinco grupos e
243 por ponte em apenas um grupo (Fig. 3). Sentado também foi a postura de descanso mais
244 frequente em cinco grupos, seguida por deitado e bola (Fig. 4). Caminhar foi o tipo
245 predominante de locomoção nos seis grupos (Fig. 5).

246 A média do percurso diário variou de 371 a 750 m (média geral=523 m) nos seis
247 grupos analisados (Fig. 6). O percurso diário das subamostras com apenas 1 dia de
248 observação mensal não diferiu das amostras completas com 4, 5 ou 15 dias por período
249 amostral (GLMM, 4 dias: $F_{(3, 468)}=0,0002$, $p=1,000$; 5 dias: $F_{(4, 611)}=0,0219$, $p=0,999$; 15
250 dias: $F_{(14, 700)}=0,247$, $p=0,998$; Fig. 7).

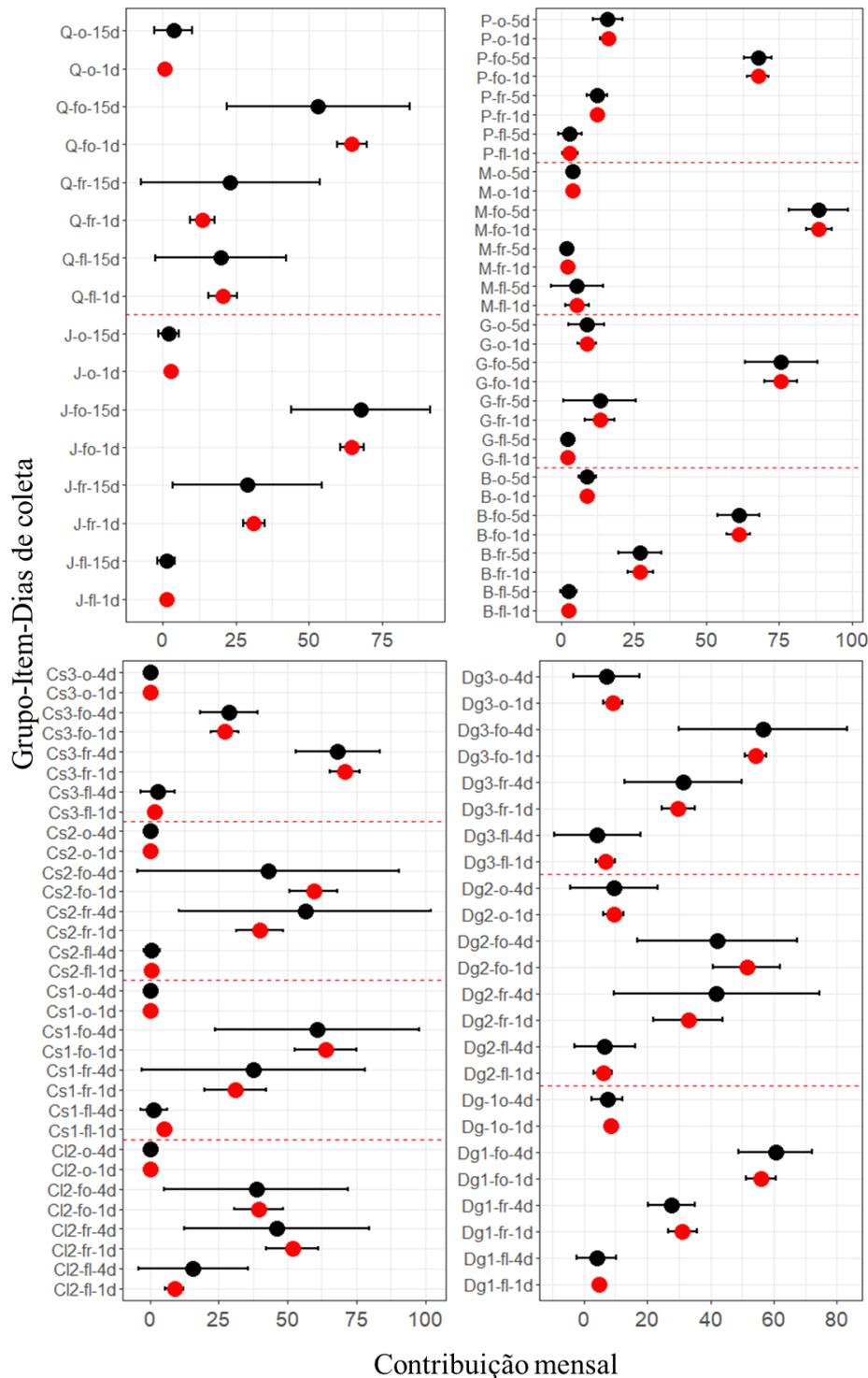
251 O esforço de 1 dia de observação mensal também foi suficiente para todas as
252 variáveis-resposta citadas acima. O número de dias de observação não influenciou os
253 valores médios encontrados nas subamostras ou nos esforços máximos de 4, 5 ou 15
254 dias/mês nas análises de GLMM (Tabela S6) e nas simulações de diferentes esforços
255 mensais (Figs. 8 a 12). Esse esforço amostral mínimo de 1 dia/mês foi suficiente inclusive
256 para as categorias pouco frequentes, como os tipos de locomoção correr, escalar e pular
257 (Fig. 12, Tabela S7).

258 Este resultado também pode ser verificado na comparação entre subamostras de
259 apenas um dia de observação mensal *vs.* o número máximo de dias de observação do
260 respectivo estudo (4, 5 ou 15 dias). Os valores médios de apenas 1 dia de observação de
261 todos os comportamentos citados acima estão dentro do intervalo de confiança de 95%
262 dos valores médios encontrados no esforço máximo de cada estudo (Figs. 1 a 6).



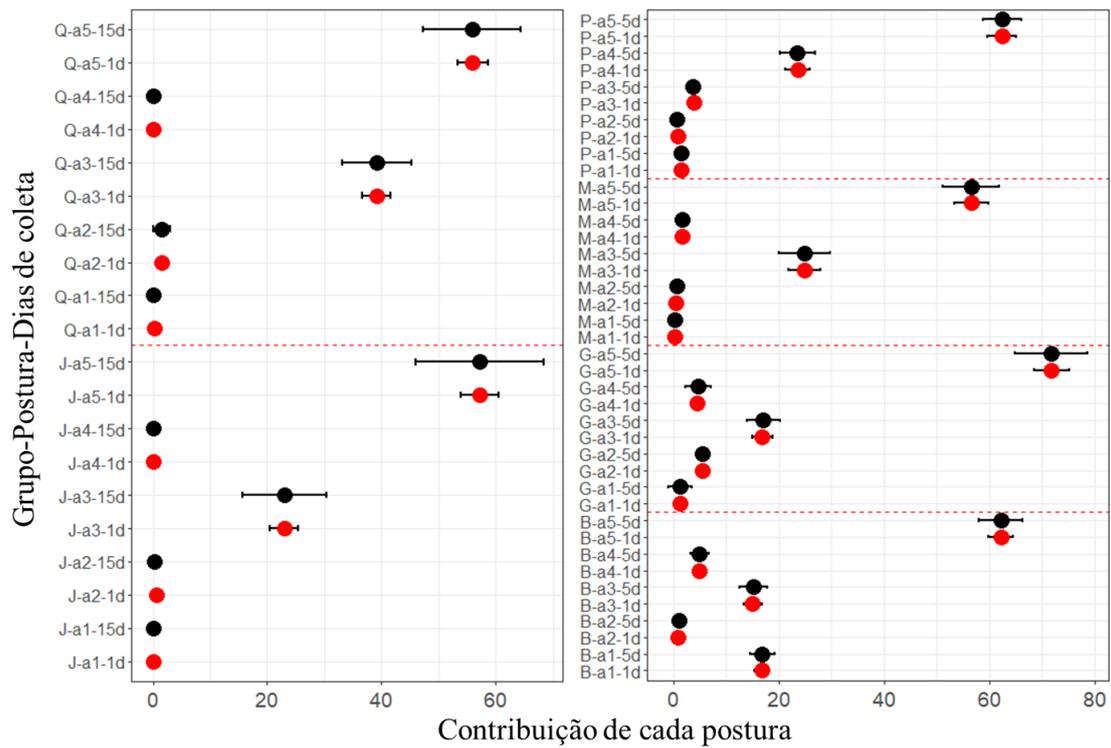
263

264 **Figura 1.** Média mensal (círculo) e intervalo de confiança de 95% (barra) para as contribuições
 265 das categorias de comportamento no orçamento de atividades de cada período amostral. A
 266 primeira letra das siglas indica o grupo, as letras intermediárias indicam as categorias (a-
 267 alimentação, d- descanso, l- locomoção, s- interações sociais) e os números finais indicam a
 268 quantidade de dias considerando apenas um dia de amostragem por mês (1d, em vermelho) vs. o
 269 número máximo de dias de observação por período amostral em cada estudo (15d, 5d ou 4d, em
 270 preto). As linhas vermelhas tracejadas separam os grupos de cada protocolo de amostragem.



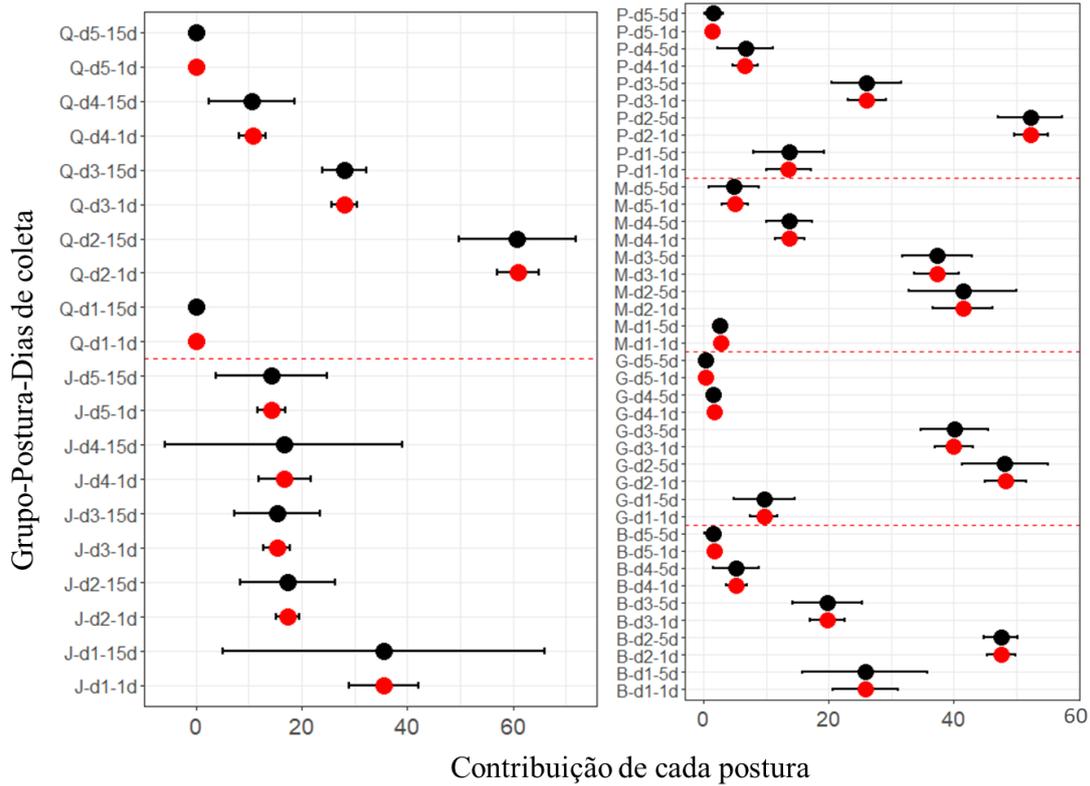
271

272 **Figura 2.** Média mensal (círculo) e intervalo de confiança de 95% (barra) para as contribuições
 273 mensais dos itens na dieta de cada período amostral. A primeira letra das siglas indica o grupo, as
 274 letras intermediárias indicam as categorias (fl- flor, fo- folha, fr- fruto, o- outros) e os números
 275 finais indicam a quantidade de dias considerando apenas um dia de amostragem por mês (1d, em
 276 vermelho) vs. o número máximo de dias de observação por período amostral em cada estudo (15
 277 d, 5d ou 4d, em preto). As linhas vermelhas tracejadas separam os grupos de cada protocolo de
 278 amostragem.



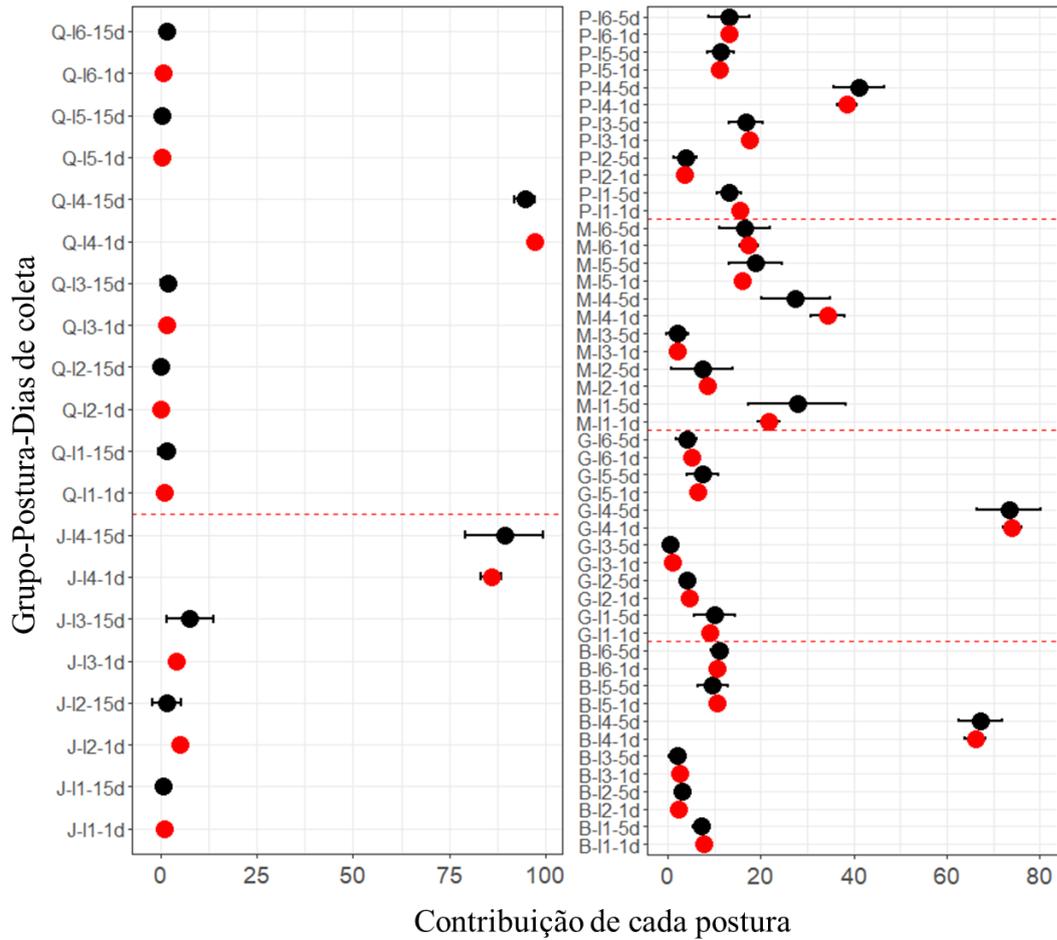
279

280 **Figura 3.** Média mensal (círculo) e intervalo de confiança de 95% (barra) para as contribuições
 281 das posturas corporais empregadas durante a alimentação de cada período amostral. A primeira
 282 letra das siglas indica o grupo, as letras intermediárias indicam as categorias (a1- bípede, a2-
 283 deitado, a3- pendurado, a4- ponte, a5- sentado) e os números finais indicam a quantidade de dias
 284 considerando apenas um dia de amostragem por mês (1d, em vermelho) vs. o número máximo de
 285 dias de observação por período amostral em cada estudo (15d ou 5d, em preto). As linhas
 286 vermelhas tracejadas separam os grupos de cada protocolo de amostragem.



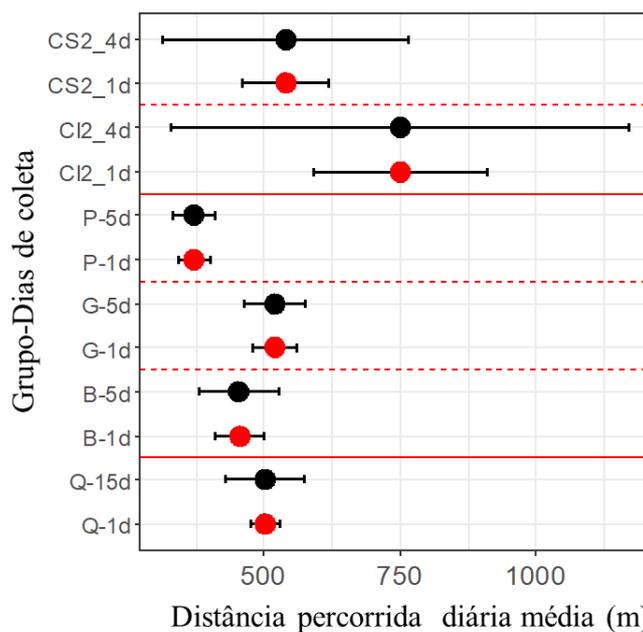
287

288 **Figura 4.** Média mensal (círculo) e intervalo de confiança de 95% (barra) para as contribuições
 289 das posturas corporais empregadas durante o descanso em cada período amostral. A primeira letra
 290 das siglas indica o grupo, as letras intermediárias indicam as categorias (d1- bola, d2- sentado,
 291 d3- deitado, d4- relaxado, d5- esparramado) e os números finais indicam a quantidade de dias
 292 considerando apenas um dia de amostragem por mês (1d, em vermelho) vs. o número máximo de
 293 dias de observação por período amostral em cada estudo (15d ou 5d, em preto). As linhas
 294 vermelhas tracejadas separam os grupos de cada protocolo de amostragem.



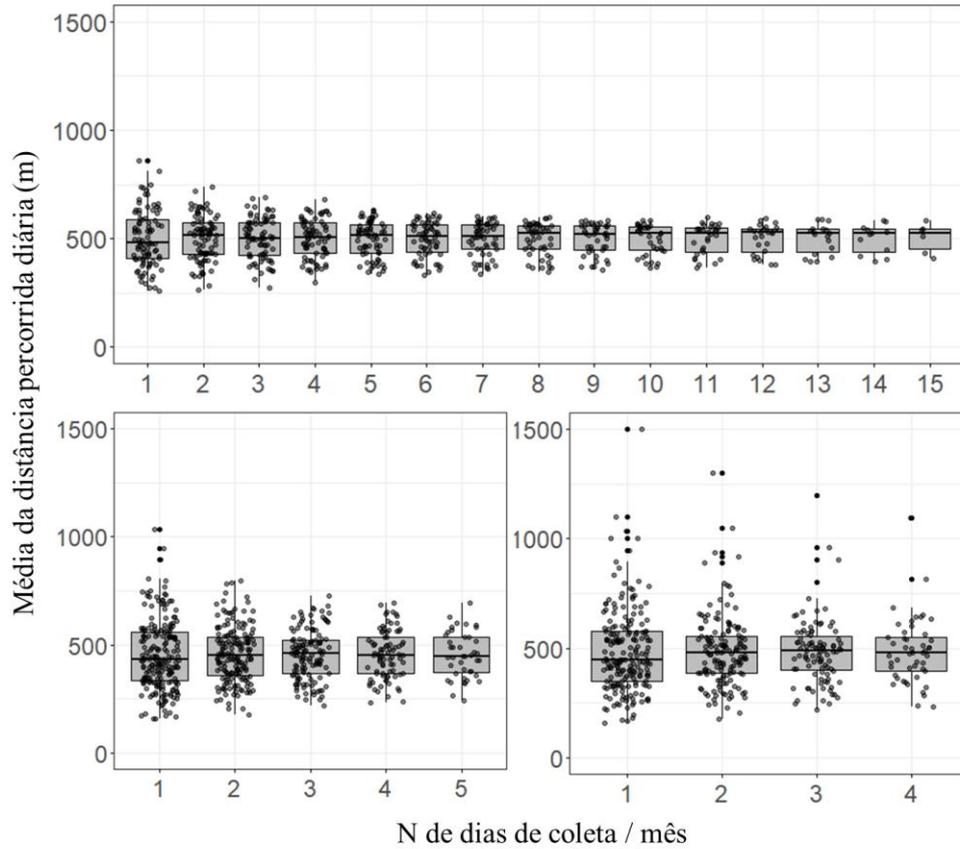
295

296 **Figura 5.** Média mensal (círculo) e intervalo de confiança de 95% (barra) para as contribuições
 297 dos tipos de locomoção em cada período amostral. A primeira letra das siglas indica o grupo, as
 298 letras intermediárias indicam as categorias (11- escalar, 12- pular, 13- correr, 14- caminhar, 15-
 299 ponte, 16- descer) e os números finais indicam a quantidade de dias considerando apenas um dia
 300 de amostragem por mês (1d, em vermelho) vs. o número máximo de dias de observação por
 301 período amostral em cada estudo (15d ou 5d, em preto). As linhas vermelhas tracejadas separam
 302 os grupos de cada protocolo de amostragem.



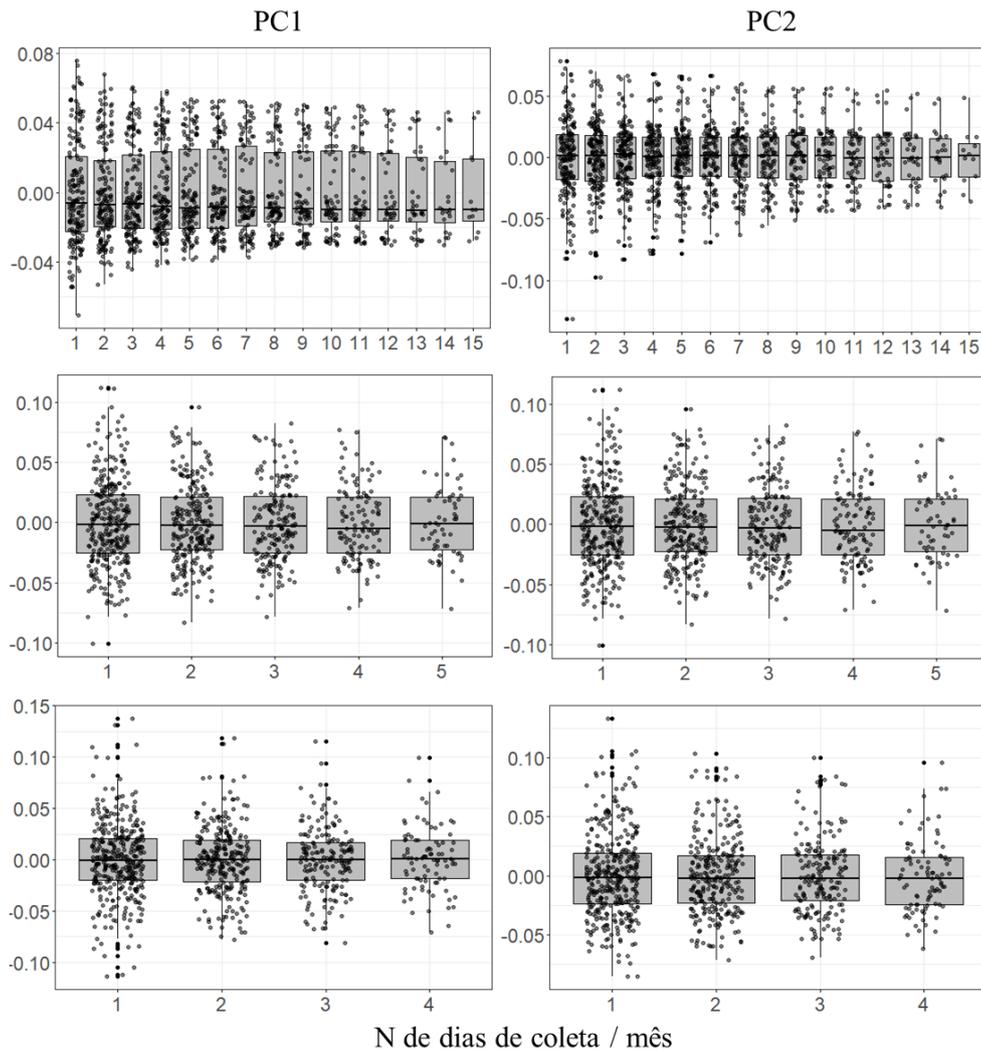
303

304 **Figura 6.** Média mensal (círculo) e intervalo de confiança de 95% (barra) para as distâncias
 305 médias percorridas diariamente em cada período amostral. A primeira letra das siglas indica o
 306 grupo e os números finais indicam a quantidade de dias considerando apenas um dia de
 307 amostragem por mês (1d, em vermelho) vs. o número máximo de dias de observação por período
 308 amostral em cada estudo (4d, 5d ou 15d, em preto). As linhas vermelhas tracejadas separam os
 309 grupos de cada protocolo de amostragem.



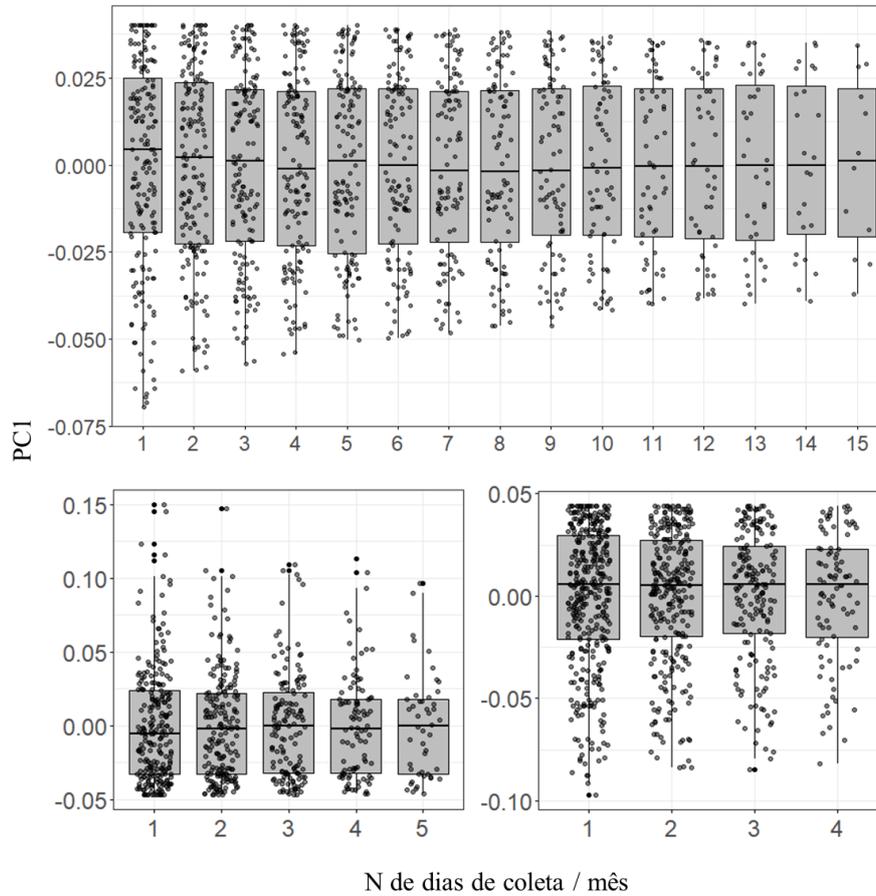
310

311 **Figura 7.** Comparação entre os valores médios por período amostral das distâncias percorridas
 312 diariamente por grupos de bugios entre protocolos de amostragem simulando diferentes números
 313 de dias de coleta por período (superior: 1 a 15 dias; inferior esquerda: 1 a 5; inferior direita: 1 a
 314 4). A barra horizontal dos boxplots representa a mediana, a caixa cinza representa o limite entre
 315 o primeiro e o terceiro interquartis e as barras verticais representam 1,5x os interquartis. Cada
 316 amostra é representada por um ponto do conjunto de pontos sobrepostos às caixas.



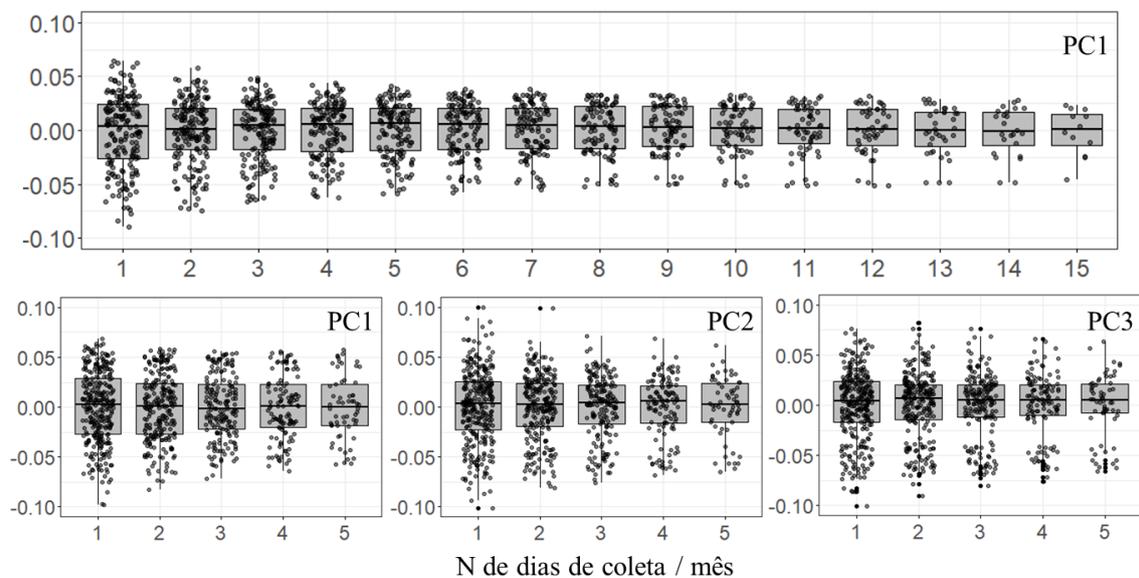
317

318 **Figura 8.** Comparação entre os valores médios por período amostral das variáveis compostas
 319 (eixo x: PC1 ou PC2) representativas das categorias do orçamento de atividades (conforme
 320 apresentadas na Tabela S6) entre protocolos de amostragem simulando diferentes números de
 321 dias de coleta por período (superior: 1 a 15 dias; meio: 1 a 5; inferior: 1 a 4). A barra horizontal
 322 dos boxplots representa a mediana, a caixa cinza representa o limite entre o primeiro e o terceiro
 323 interquartis e as barras verticais representam 1,5x os interquartis. Cada amostra é representada
 324 por um ponto do conjunto de pontos sobrepostos às caixas.



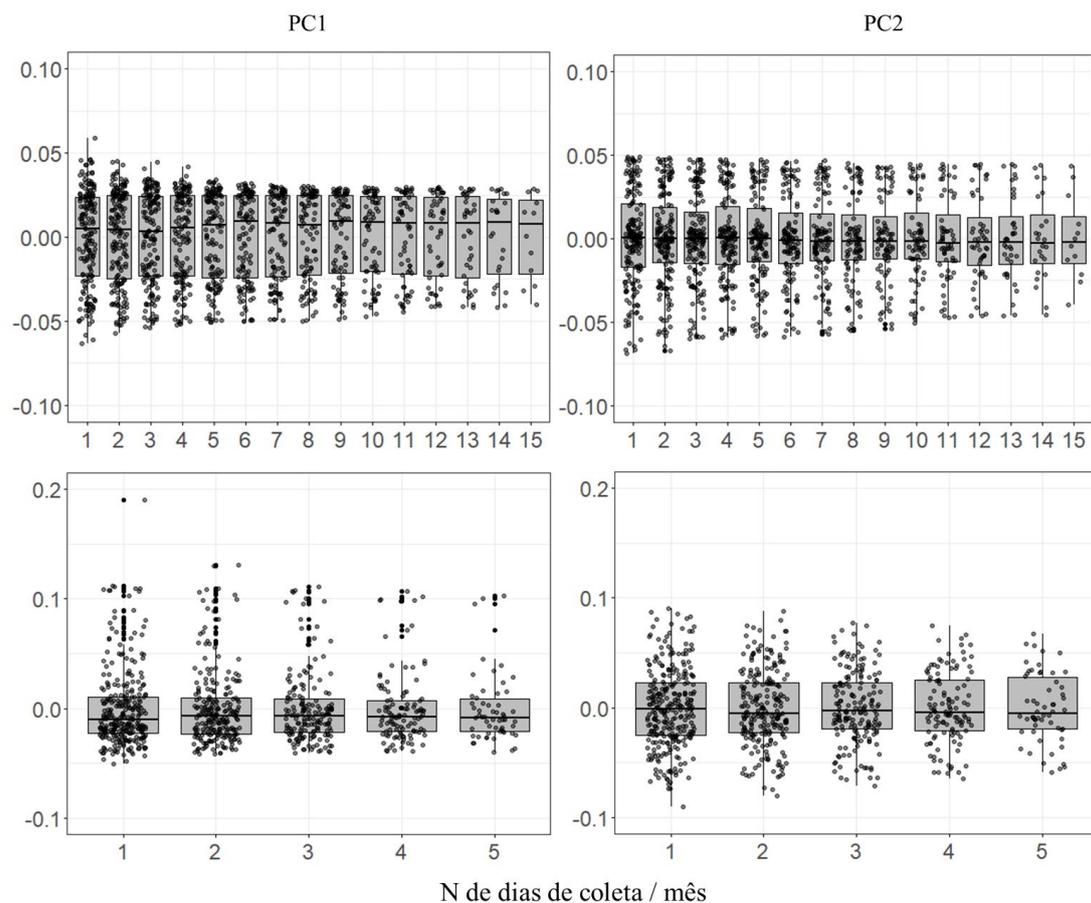
325

326 **Figura 9.** Comparação entre os valores médios por período amostral da variável composta (eixo
 327 x: PC1) representativa da contribuição de folhas e frutos (conforme apresentada na Tabela S6)
 328 entre protocolos de amostragem simulando diferentes números de dias de coleta por período
 329 (superior: 1 a 15 dias; inferior esquerda: 1 a 5; inferior direita: 1 a 4). A barra horizontal dos
 330 boxplots representa a mediana, a caixa cinza representa o limite entre o primeiro e o terceiro
 331 interquartis e as barras verticais representam 1,5x os interquartis. Cada amostra é representada
 332 por um ponto do conjunto de pontos sobrepostos às caixas.



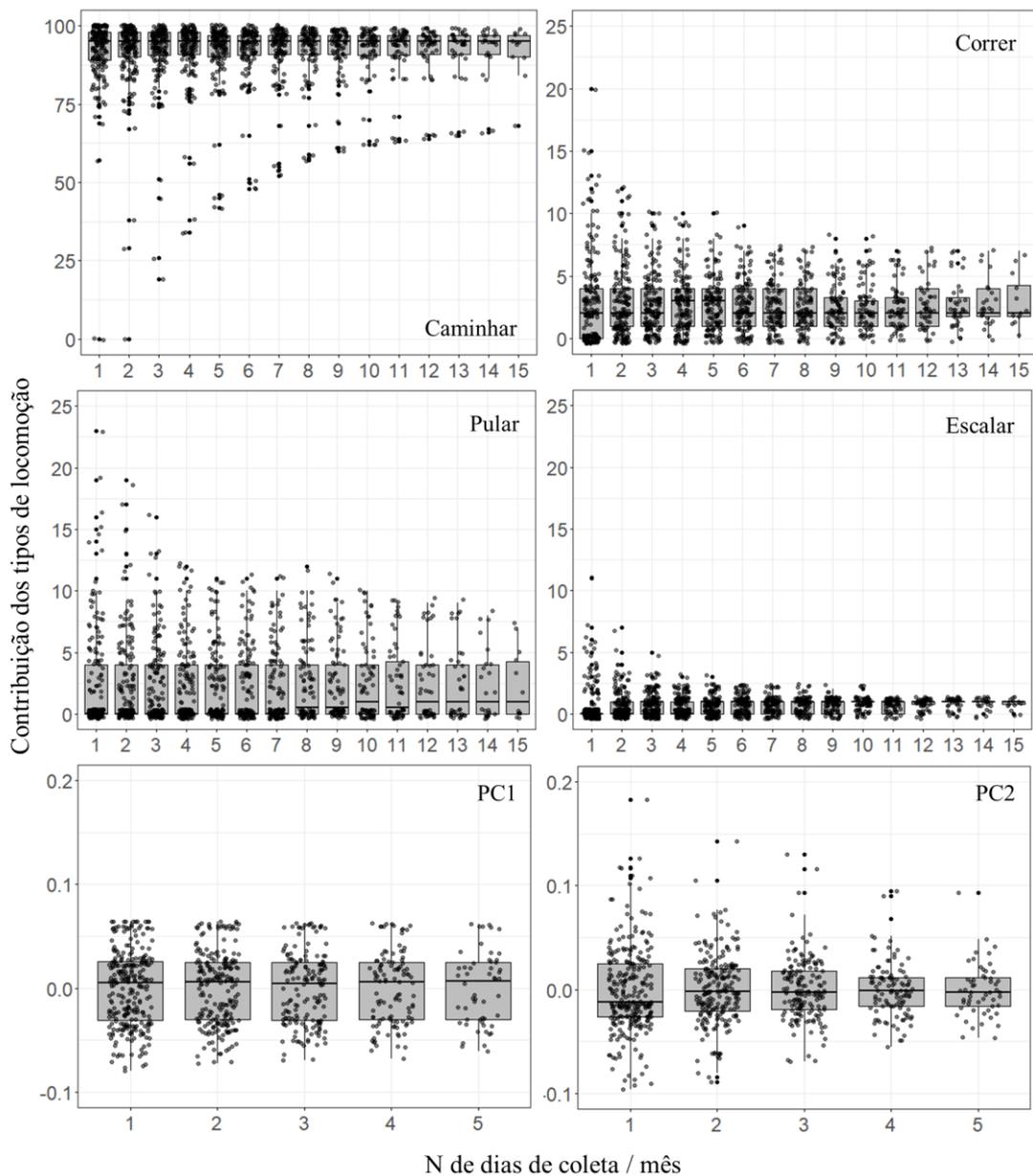
333

334 **Figura 10.** Comparação entre os valores médios por período amostral das variáveis compostas
 335 (eixo x: PC1, PC2 ou PC3) representativas das posturas corporais empregadas durante a
 336 alimentação (conforme apresentadas na Tabela S6) entre protocolos de amostragem simulando
 337 diferentes números de dias de coleta por período (superior: 1 a 15 dias; inferior: 1 a 5). A barra
 338 horizontal dos boxplots representa a mediana, a caixa cinza representa o limite entre o primeiro e
 339 o terceiro interquartis e as barras verticais representam 1,5x os interquartis. Cada amostra é
 340 representada por um ponto do conjunto de pontos sobrepostos às caixas.



341

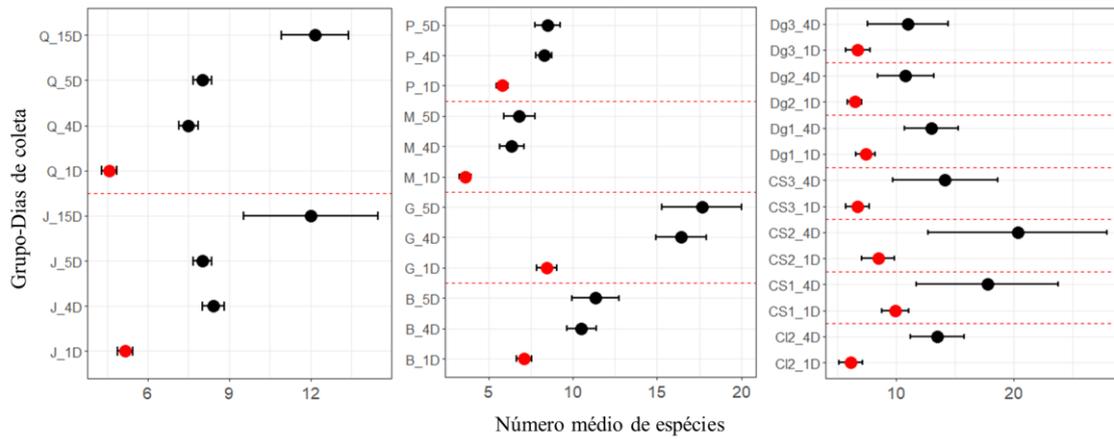
342 **Figura 11.** Comparação entre os valores médios por período amostral das variáveis compostas
 343 (eixo x: PC1 ou PC2) representativas das posturas corporais empregadas durante o descanso
 344 (conforme apresentadas na Tabela S6) entre protocolos de amostragem simulando diferentes
 345 números de dias de coleta por período (superior: 1 a 15 dias; inferior: 1 a 5). A barra horizontal
 346 dos boxplots representa a mediana, a caixa cinza representa o limite entre o primeiro e o terceiro
 347 interquartis e as barras verticais representam 1,5x os interquartis. Cada amostra é representada
 348 por um ponto do conjunto de pontos sobrepostos às caixas.



349

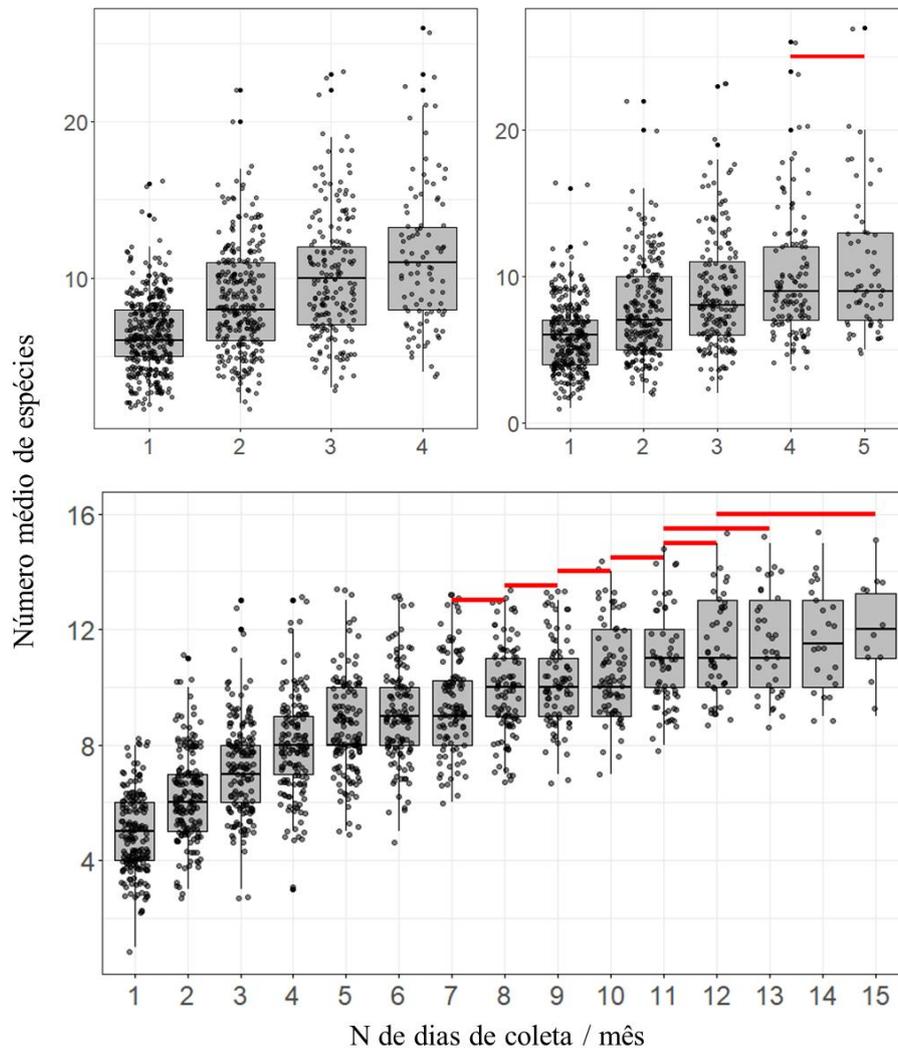
350 **Figura 12.** Comparação entre os valores médios por período amostral da contribuição dos tipos
 351 de locomoção empregados por bugios (conforme apresentada na Tabela S7) entre protocolos de
 352 amostragem simulando diferentes números de dias de coleta por período (superior e meio: 1 a 15
 353 dias; inferior: 1 a 5). No caso de esquemas de coletas de 5 dias/mês os tipos de locomoção estão
 354 representados pelas variáveis compostas PC1 (representando as posturas 11- escalar, 12- pular, 14-
 355 caminhar, 15- ponte, 16- descer) e PC2 (representando a postura 13- correr). A barra horizontal dos
 356 boxplots representa a mediana, a caixa cinza representa o limite entre o primeiro e o terceiro
 357 interquartis e as barras verticais representam 1,5x os interquartis. Cada amostra é representada
 358 por um ponto do conjunto de pontos sobrepostos às caixas.

359 Com relação à riqueza de espécies da dieta, esse esforço amostral mínimo de 1
360 dia/mês não foi suficiente para detectar o número de espécies exploradas como fonte de
361 alimento durante os esforços máximos de 4, 5 ou 15 dias, cuja média mensal variou de 7
362 a 20 espécies (Fig. 13). Quando comparamos as simulações de amostragem considerando
363 coletas de tamanhos variando de 1 dia até a amostra total com 4, 5 ou 15 dias (Fig. 14),
364 verificamos que o esforço de coleta mensal influenciou a estimativa da riqueza de
365 espécies da dieta (GLMM, 4 dias: L. ratio=542,40, g.l.=10, $p<0,0001$; 5 dias: L.
366 ratio=482,06, g.l.=12, $p<0,0001$; 15 dias: L. ratio=1535,171, g.l.=32, $p<0,0001$). A curva
367 de acumulação de espécies não estabilizou nos grupos com esforços de 4 e 5 dias. Por sua
368 vez, a estimativa da riqueza média mensal de espécies da dieta dos grupos acompanhados
369 por 15 dias consecutivos começou a estabilizar a partir do 7º dia, apresentando valores de
370 riqueza similares a amostragens com 1 dia a mais de amostragem. Porém, o valor médio
371 mensal deixa de diferir do valor da amostra completa de 15 dias somente a partir de 12
372 dias de observação (*post hoc*, $p>0,05$; Fig. 14). Desta forma, ao contrário do observado
373 com relação a todos os outros aspectos comportamentais e ecológicos avaliados nesse
374 estudo, a caracterização da riqueza mensal de espécies da dieta dos bugios requer um
375 esforço amostral mínimo de 12 dias consecutivos.



376

377 **Figura 13.** Média mensal (círculo) e intervalo de confiança de 95% (barra) para o número de
 378 espécies consumidas em cada período amostral. A primeira letra das siglas indica o grupo e os
 379 números indicam a quantidade de dias considerando apenas um dia de amostragem por mês (1d,
 380 em vermelho) vs. o número máximo de dias de observação por período amostral em cada estudo
 381 (15d, 5d e 4d, em preto). As linhas vermelhas tracejadas separam os grupos de cada protocolo de
 382 amostragem.



383

384 **Figura 14.** Comparação entre os valores médios por período amostral da riqueza de espécies
 385 consumidas na dieta entre protocolos de amostragem simulando diferentes números de dias de
 386 coleta por período (superior esquerda: 1 a 4 dias; superior direita: 1 a 5; inferior: 1 a 15). A barra
 387 horizontal dos boxplots representa a mediana, a caixa cinza representa o limite entre o primeiro e
 388 o terceiro interquartís e as barras verticais representam 1,5x os interquartís. Cada amostra é
 389 representada por um ponto do conjunto de pontos sobrepostos às caixas. As linhas horizontais em
 390 vermelho indicam os valores que não diferem nos testes *post hoc* considerando nível de
 391 significância de 5%.

392 **Discussão**

393 Nesse estudo verificamos que apenas 1 dia de observação mensal é suficiente para
394 a caracterização de todas as variáveis analisadas, exceto a riqueza da dieta, independente
395 da espécie de estudo e do bioma onde a pesquisa foi desenvolvida. Este resultado pode
396 ser devido à baixa variabilidade comportamental observada dentro de cada período
397 amostral da maioria dos aspectos analisados, visto que mesmo com potenciais fontes de
398 variação, os bugios normalmente apresentam um comportamento conservador.

399 Os aspectos comportamentais e ecológicos avaliados neste estudo são
400 influenciados por diversos fatores. A composição da dieta, por exemplo, pode influenciar
401 no orçamento de atividades, nas posturas utilizadas durante a alimentação e no percurso
402 diário. Um aumento no consumo de flores pode acarretar no aumento da observação da
403 postura pendurado durante os registros de alimentação, uma vez que este item geralmente
404 está disposto nas extremidades dos ramos (Azevedo & Bicca-Marques, 2007); um
405 aumento no consumo de frutos pode acarretar no aumento do tempo dedicado à
406 locomoção devido à busca deste recurso que tende a estar mais disperso no ambiente
407 (Pavelka & Knopff, 2004; Zunino, 1986; mas veja Prates et al., 2018) e,
408 consequentemente, em um aumento no percurso diário (Agostini et al., 2010; Estrada &
409 Coates-Estrada, 1984; Palacios & Rodriguez, 2001; Raño et al., 2016), o qual também
410 pode estar relacionado à riqueza de espécies exploradas como fonte de alimento por dia
411 (Bicca-Marques, 2003; Corrêa et al., 2018). Os grupos Chaves S2 e L2, por exemplo,
412 consumiram proporções médias de 43% e 55% de frutos, respectivamente, e apresentaram
413 maior variação no percurso diário comparado aos demais grupos que consumiram
414 menores proporções de frutos (Fig. 6, Tabela S5). Contudo, apesar dessas diferenças, 1
415 dia de observação mensal foi suficiente para caracterizar esses aspectos de seu
416 comportamento.

417 Outro fator que pode contribuir para a variação do padrão comportamental é a
418 composição etária dos grupos, pois os adultos tendem a dedicar mais tempo ao descanso,
419 enquanto os imaturos tendem a investir mais tempo em locomoção, alimentação e
420 interações sociais (Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1994; Koch & Bicca-Marques,
421 2007; Prates & Bicca-Marques, 2008). As posturas suspensas (pendurado e ponte)
422 utilizadas durante a alimentação também são mais frequentes nos indivíduos mais jovens
423 do que nos adultos (Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993; Glander, 1975; Mendel,
424 1976; Prates & Bicca-Marques, 2008). Para o tipo de locomoção também há diferenças
425 entre as classes etárias. Juvenis e subadultos de *A. caraya*, por exemplo, utilizam maior
426 proporção de saltos e ponte quando comparados a adultos e infantes (Bicca-Marques &
427 Calegari-Marques, 1995). Desta forma, mudanças na composição etária dos grupos
428 ocasionadas por óbito, emigração ou transição de classe poderiam influenciar a
429 quantidade de dias de observação se elas causassem alterações drásticas nos padrões de
430 comportamento em nível de grupo. No entanto, mesmo no caso das diferenças descritas
431 acima, o padrão geral das classes etárias é bastante semelhante e não influenciou no
432 esforço amostral mínimo.

433 Variáveis climáticas, como a temperatura, também podem influenciar os
434 comportamentos. Para as posturas de descanso, por exemplo, a temperatura ambiente é o
435 principal fator que contribui na variação do seu uso devido a função de termorregulação
436 dessas posturas (Thompson et al., 2016). Nesse sentido, por um lado pode-se esperar uma
437 menor variação no comportamento postural de descanso de bugios habitantes de regiões
438 sujeitas a menores oscilações na temperatura ambiente diária e ao longo das estações, tais
439 como as populações de ocorrência mais equatorial, como o grupo de estudo de *A.*
440 *puruensis*. Por outro lado, é possível esperar maiores oscilações em bugios habitantes de
441 latitudes maiores, tais como as principais espécies-alvo dessa pesquisa (*A. caraya* e *A.*

442 *guariba clamitans*) no Rio Grande do Sul, as quais são mais frequentemente sujeitas a
443 quedas bruscas de temperatura. Esses períodos de frio súbito, que aumentam a
444 necessidade de uso de posturas conservadoras de calor para manter a homeostase térmica
445 corporal (Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1998), podem ocorrer durante um
446 determinado período de observação dos bugios. Nesse caso, 1 dia de observação mensal
447 talvez não fosse suficiente para descrever o padrão do respectivo período. Se essa
448 variação ocorreu durante as pesquisas analisadas nesse estudo, ela foi rara e não afetou a
449 identificação de 1 dia de observação como esforço amostral mínimo.

450 A precipitação pluviométrica, outra variável climática, também influencia o
451 comportamento animal. O lêmure-esportivo (*Lepilemur sahamalaza*), por exemplo,
452 desloca-se menos em noites com chuva acima de 5 mm quando comparado a noites sem
453 chuva ou com chuva abaixo de 5 mm (Mandl et al., 2018). Correlações negativas entre a
454 chuva e o percurso diário também foram verificadas para o gorila-do-oriental (*Gorilla*
455 *beringei*; Ganas & Robbins, 2005) e o colobo-vermelho (*Procolobus badius*; Isbell,
456 1983). Os autores sugerem que a precipitação pode limitar a visibilidade, fazendo com
457 que os animais evitem o deslocamento durante chuvas intensas para reduzir os riscos de
458 encontros indesejáveis com vizinhos ou predadores (Ganas & Robbins, 2005). Desta
459 forma, a precipitação pode ter influenciado no pequeno desvio entre os valores médios
460 mensais da amostra completa e dos dados de 1 dia verificado na contribuição mensal da
461 locomoção do único grupo que incluiu coletas em dias chuvosos (grupo Jesus, Fig. 1).

462 Com relação a dieta, as espécies de bugios têm sido descritas como
463 predominantemente folívoras ou frugívoras ou com uma dieta balanceada entre folhas e
464 frutos (Dias & Rangel-Negrín, 2015; Garber et al., 2015). Desta forma, assumindo que as
465 populações que exploram mais recursos sazonais (e.g., frutos) são expostas a maiores
466 variações na disponibilidade de alimento, poder-se-ia esperar que a composição mensal

467 das suas dietas seria mais variável do que a dieta daquelas populações que exploram
468 alimentos menos sazonais (e.g., folhas). Consequentemente, o esforço amostral mínimo
469 para caracterizar tais dietas poderia diferir entre populações ou mesmo em uma população
470 entre períodos do ano com ofertas distintas de recursos sazonais. No entanto, mesmo nos
471 grupos que apresentaram uma dieta balanceada entre folhas e frutos, o esforço amostral
472 mínimo de 1 dia/mês foi suficiente para a caracterização da contribuição dos itens.

473 A disponibilidade de alimentos é o principal fator que contribui para a variação
474 da riqueza de espécies da dieta. Para os primatas arborícolas, a disponibilidade de
475 alimentos é influenciada pela área da parcela de habitat e a área de vida, assim como pela
476 composição e estrutura da vegetação dessas áreas (Arroyo-Rodríguez & Dias, 2010).
477 Contudo, mesmo em fragmentos pequenos (≤ 2 ha) com baixa diversidade florística e
478 dieta anual composta por um número pequeno de espécies (e.g., 17 espécies no grupo
479 Muhle e 14 no grupo Prates), os esforços amostrais de 5 dias consecutivos foram
480 insuficientes para estimar a riqueza da dieta mensal. Somente nos grupos observados
481 durante 15 dias consecutivos por mês foi possível verificar a estabilização da curva de
482 acumulação de espécies. Para esses grupos (*A. caraya* habitante de um pomar de 2 ha
483 [Jesus] e *A. puruensis* habitante de um fragmento florestal nativo de 2,2 ha [Quintino]),
484 somente a partir de 12 dias de observação a riqueza média mensal deixou de diferir da
485 riqueza da amostra completa de 15 dias. Dessa forma, concluímos que a caracterização
486 da riqueza mensal da dieta dos bugios requer um esforço amostral mínimo de 12 dias
487 consecutivos.

488

489 **Conclusão**

490 O método que propomos para definir a quantidade mínima de dias consecutivos
491 de observação mensal mostrou-se eficaz para a identificação do esforço amostral mínimo

492 dos padrões comportamentais e ecológicos avaliados em três espécies de *Alouatta*.
493 Verificamos que independente da variação nas proporções das categorias dentro de cada
494 comportamento, 1 dia de observação é suficiente para a caracterização do padrão mensal
495 de todas as variáveis analisadas, exceto para a riqueza de espécies da dieta, a qual
496 necessita de um mínimo de 12 dias consecutivos por mês. Este resultado deverá contribuir
497 para o planejamento de futuros estudos sobre o comportamento e a ecologia de bugios,
498 otimizando o investimento em tempo, verba e pessoal. Da mesma forma, sugere-se que a
499 aplicabilidade do método seja testada para determinar o esforço amostral mínimo em
500 estudos comportamentais de outras espécies de primatas, assim como de outros táxons.

501

502 **Agradecimentos**

503 Agradecemos às agências de fomento que apoiaram o desenvolvimento de nossas
504 pesquisas e aos proprietários das áreas de estudo que permitiram o nosso acesso e nos
505 forneceram apoio logístico durante a coleta de dados. PCK agradece aos colegas do
506 Laboratório de Primatologia da PUCRS, à Helissandra Mattjie Prates (em memória),
507 cujos dados foram utilizados para a realização deste estudo, à Márcia Maria de Assis
508 Jardim e à Maria João Ramos Pereira pelas sugestões de melhorias, à Flávia Pereira Tirelli
509 e ao Óscar M. Chaves pelas revisões e conselhos sobre o método de análise e a
510 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES por ter
511 financiado este estudo através da bolsa de Mestrado. JCBM agradece ao CNPq pela bolsa
512 de Produtividade em Pesquisa durante o desenvolvimento de parte das pesquisas
513 utilizadas nesse estudo (PQ 306090/2006-6, 303154/2009-8, 303306/2013-0 e
514 304475/2018-1).

515 **Referências**

- 516 Agostini, I., Holzmann, I., & Di Bitetti, M. S. (2010). Are howler monkey species
517 ecologically equivalent? Trophic niche overlap in syntopic *Alouatta guariba*
518 *clamitans* and *Alouatta caraya*. *American Journal of Primatology*, 72, 173-186.
519 <https://doi.org/10.1002/ajp.20775>.
- 520 Agostini, I., Holzmann, I., & Di Bitetti, M. S. (2012). Influence of seasonality, group size,
521 and presence of a congener on activity patterns of howler monkeys. *Journal of*
522 *Mammalogy*, 93(3), 645-657. <https://doi.org/10.2307/23259960>.
- 523 Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*,
524 49(3), 227-267. <https://doi.org/10.1163/156853974x00534>.
- 525 Arroyo-Rodríguez, V., & Dias, P. A. D. (2010). Effects of habitat fragmentation and
526 disturbance on howler monkeys: a review. *American Journal of Primatology*, 72(1),
527 1-16. <https://doi.org/10.1002/ajp.20753>.
- 528 Azevedo, R. B., & Bicca-Marques, J. C. (2007). Posturas de alimentação e tipos de
529 locomoção utilizados por bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940).
530 In J. C. Bicca-Marques (Ed.). *A Primatologia no Brasil*, vol. 10 (p. 375-385). Porto
531 Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia.
- 532 Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects
533 models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
534 <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.
- 535 Bicca-Marques, J. C. (1991). Ecologia e comportamento de um grupo de bugios-pretos
536 *Alouatta caraya* (Primates, Cebidae) em Alegrete, RS, Brasil (Dissertação de
537 Mestrado). Brasília, DF, Brasil: Universidade de Brasília.
- 538 Bicca-Marques, J. C. (2003). How do howler monkeys cope with habitat fragmentation?
539 In L. K. Marsh (Ed.). *Primates in fragments: ecology and conservation* (pp. 283-303).
540 Boston: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3770-7_18.
- 541 Bicca-Marques, J. C., & Calegari-Marques, C. (1993). Feeding postures in the black
542 howler monkey, *Alouatta caraya*. *Folia Primatologica*, 60(3), 169-172.
543 <https://doi.org/10.1159/000156686>.
- 544 Bicca-Marques, J. C., & Calegari-Marques, C. (1994). Activity budget and diet of
545 *Alouatta caraya*: an age-sex analysis. *Folia Primatologica*, 63(4), 216-220.
546 <https://doi.org/10.1159/000156823>.

- 547 Bicca-Marques, J. C., & Calegario-Marques, C. (1995). Locomotion of black howlers in
548 a habitat with discontinuous canopy. *Folia Primatologica*, 64(1-2), 55-61.
549 <https://doi.org/10.1159/000156833>.
- 550 Bicca-Marques, J. C., & Calegario-Marques, C. (1998). Behavioral thermoregulation in a
551 sexually and developmentally dichromatic neotropical primate, the black-and-gold
552 howling monkey (*Alouatta caraya*). *American Journal of Physical Anthropology*,
553 106(4), 533-546. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-
554 8644\(199808\)106:4<533::AID-AJPA8>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199808)106:4<533::AID-AJPA8>3.0.CO;2-J).
- 555 Börger, L., Franconi, N., Michele, G., Gantz, A., Meschi, F., Manica, A., Lovari, S., &
556 Coulson, T. (2006). Effects of sampling regime on the mean and variance of home
557 range size estimates. *Journal of Animal Ecology*, 75, 1393-1405.
558 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01164.x>.
- 559 Bravo, S. P., & Sallenave, A. (2003). Foraging and activity patterns of *Alouatta caraya*
560 in the northeastern Argentinean flooded forest. *International Journal of Primatology*,
561 24, 825-846. <https://doi.org/10.1023/A:1024680806342>.
- 562 Chaves, O. M., & Bicca-Marques, J. C. (2016). Feeding strategies of brown howler
563 monkeys in response to variations in food availability. *PloS ONE*, 11(2), e0145819.
564 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145819>.
- 565 Chiarello, A. G. (1993). Activity pattern of the brown howler monkey *Alouatta fusca*,
566 Geoffroy 1812, in a Forest Fragment of Southeastern Brazil. *Primates*, 34(3), 289-
567 293. <https://doi.org/10.1007/BF02382623>.
- 568 Chiarello, A. G. (1994). Diet of the brown howler monkey *Alouatta fusca* in a semi-
569 deciduous forest fragment of Southeastern Brazil. *Primates*, 35(1), 25-34.
570 <https://doi.org/10.1007/BF02381483>.
- 571 Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. (2nd ed.). New
572 York: Lawrence Erlbaum Associates.
- 573 Corrêa, F. M. (2015). Uso do espaço e dieta do bugio-ruivo *Alouatta guariba clamitans*
574 (Primates: Atelidae) em uma área urbanizada no bairro Lami, Porto Alegre, Rio
575 Grande do Sul, Brasil (Dissertação de Mestrado). Porto Alegre, RS, Brasil:
576 Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 577 Corrêa, F. M., Chaves, O. M., Printes, R. C., & Romanowski, H. P. (2018). Surviving in
578 the urban-rural interface: feeding and ranging behavior of brown howlers (*Alouatta*
579 *guariba clamitans*) in an urban fragment in southern Brazil. *American Journal of*
580 *Primatology*, 80(6), 1-12. <https://doi.org/10.1002/ajp.22865>.

581 Crockett, C. M., & Eisenberg, J. F. (1987). Howlers: Variations in group size and
582 demography. In B. B. Smuts, D. L. Cheney, R. M. Seyfarth, R. W. Wranghan, & T.
583 T. Struhsaker (Eds.). *Primate Societies* (pp. 56-68). Chicago: The University of
584 Chicago Press.

585 Cuthill, I. (1991). Field experiments in animal behaviour: methods and ethics. *Animal*
586 *Behaviour*, 42(6), 1007-1014. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80153-8](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80153-8).

587 Decker, E. B. (2013). Ecologia e comportamento do bugio-ruivo (*Alouatta guariba*
588 *clamitans*) em um fragmento florestal no limite sul da distribuição: testando
589 predições de modelos socioecológicos (Dissertação de Mestrado). Porto Alegre, RS,
590 Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

591 Dias, P. A. D., & Rangel-Negrín, A. (2015). Diets of howler monkeys. In M. M.
592 Kowalewski, P. A. Garber, L. Cortes-Ortiz, B. Urbani, & D. Youlatos (Eds.). *Howler*
593 *monkeys. Developments in primatology: progress and prospects* (pp. 21-56). New
594 York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1960-4_2.

595 Dias, P. A. D., Rangel-Negrín, A., Coyohua-Fuentes, A., & Canales-Espinosa, D. (2009).
596 Behaviour accumulation curves: a method to study the completeness of behavioural
597 repertoires. *Animal Behaviour*, 77(6), 1551-1553.
598 <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.02.015>.

599 Dunbar, R. I. M. (1976). Some aspects of research design and their implications in the
600 observational study of behavior. *Behaviour*, 58 (1-2), 78-98.
601 <https://doi.org/10.1163/156853976X00244>.

602 Estrada, A. (1984). Resource use by howler monkeys (*Alouatta palliata*) in the rain forest
603 of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *International Journal of Primatology*, 5(2), 105-
604 131. <https://doi.org/10.1007/BF02735736>.

605 Estrada, A., & Coates-Estrada, R. (1984). Fruit eating and seed dispersal by howling
606 monkeys (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico.
607 *American Journal of Primatology*, 6, 77-91. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350060202>.

608 Estrada, A., Juan-Solano, S., Martínez, T. O., & Coates-Estrada, R. (1999). Feeding and
609 general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop living in a
610 forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology*, 48, 167-
611 183. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2345\(1999\)48:3<167::aid-ajp1>3.0.co;2-6](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2345(1999)48:3<167::aid-ajp1>3.0.co;2-6).

612 Fialho, M. S. (2000). Ecologia de *Alouatta fusca* em floresta de encosta e de restinga no
613 Sul do Brasil (Dissertação de Mestrado). Campinas, SP, Brasil: Universidade
614 Estadual de Campinas.

615 Fortes, V. B. (2008). Ecologia e comportamento do bugio-ruivo (*Alouatta guariba*
616 *clamitans* Cabrera, 1940) em fragmentos florestais na Depressão Central do Rio
617 Grande do Sul, Brasil. (Tese de Doutorado). Porto Alegre, RS, Brasil: Pontifícia
618 Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

619 Ganas, J., & Robbins, M. M. (2005). Ranging behavior of the mountain gorillas (*Gorilla*
620 *beringei beringei*) in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda: a test of the
621 ecological constraints model. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58(3), 277-288.
622 <https://doi.org/10.1007/s00265-005-0920-z>.

623 Garamszegi, L. Z. (2016). A simple statistical guide for the analysis of behaviour when
624 data are constrained due to practical or ethical reasons. *Animal Behaviour*, 120, 223-
625 234. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.11.009>.

626 Garber, P. A., Righini, N., & Kowalewski, M. M. (2015). Evidence of alternative dietary
627 syndromes and nutritional goals in the genus *Alouatta*. In M. M. Kowalewski, P. A.
628 Garber, L. Cortes-Ortiz, B. Urbani, & D. Youlatos (Eds.). *Howler monkeys.*
629 *Developments in primatology: progress and prospects* (pp. 85-109). New York:
630 Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1960-4_4.

631 Glander, K. E. (1975). Habitat description and resource utilization: a preliminary report
632 on mantled howling monkey ecology. In R. Tuttle (Ed.). *Socioecology and*
633 *Psychology of Primates* (pp. 37-57). <https://doi.org/10.1515/9783110803839.37>.

634 Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2011). Estimating species richness. In A. Magurran, &
635 B. McGill (Eds.). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment* (pp.
636 39-54). Oxford, UK: Oxford University Press.

637 Guzzo, G. B. (2009). Ecologia e comportamento de *Alouatta guariba clamitans* Cabrera,
638 1940, em um fragmento de Mata de Araucária na serra gaúcha (Dissertação de
639 Mestrado). Porto Alegre, RS, Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande
640 do Sul.

641 Halle, S., & Stenseth, N. C. (2000). Activity patterns in small mammals: an ecological
642 approach. New York: Springer, (Chapter 1). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-](https://doi.org/10.1007/978-3-642-18264-8)
643 [18264-8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-18264-8).

644 Hope, R. M. (2013). Rmisc: ryan miscellaneous. R package version 1.5. [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=Rmisc)
645 [project.org/package=Rmisc](https://CRAN.R-project.org/package=Rmisc).

646 Hurlbert, S. H. (1984). Pseudoreplication and the design of ecological field experiments.
647 *Ecological Monographs*, 54(2), 187-211. <https://doi.org/10.2307/1942661>.

648 Isbell, L. A. (1983). Daily ranging behavior of red colobus (*Colobus badius tephrosceles*)
649 in Kibale Forest, Uganda. *Folia Primatologica*, 41, 34-48.
650 <https://doi.org/10.1159/000156118>.

651 Israel, G. D. (1992). Determining sample size. University of Florida Cooperative
652 Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS, Florida.
653 <https://scholar.google.com/scholar?q=Israel%2C%20G.D.%3A%20Determining%20sample%20size%2C%20PEOD6%2C%20Agricultural%20Education%20and%20Communication%20Department%2C%20Florida%20Cooperative%20Extension%20Service%2C%20Institute%20of%20Food%20and%20Agricultural%20Sciences%2C%20University%20of%20Florida%2C%20Gainesville%20%281992%29>.

654
655
656
657

658 Jesus, A. S. (2013). Composição da dieta e intensidade de infecção parasitária em bugios-
659 pretos (*Alouatta caraya*): buscando evidências de automedicação (Dissertação de
660 Mestrado). Porto Alegre, RS, Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande
661 do Sul.

662 Jule, K. R., Lea, S. E. G., & Leaver, L. A. (2009). Using a behaviour discovery curve to
663 predict optimal observation time. *Behaviour*, 146(11), 1531-1542.
664 <https://doi.org/10.1163/156853909X447775>.

665 Julliot, C. (1996). Fruit choice by red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a tropical
666 rain forest. *American Journal of Primatology*, 40, 261-282.
667 [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2345\(1996\)40:3<261::AID-AJP4>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1996)40:3<261::AID-AJP4>3.0.CO;2-W).

668 Julliot, C., & Sabatier, D. (1993). Diet of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in
669 French Guiana. *International Journal of Primatology*, 14 (4), 527-550.
670 <https://doi.org/10.1007/BF02215446>.

671 Jung, L., Mourthe, I., Grelle, C. E. V., Strier, K. B., & Boubli, J. P. (2015). Effects of
672 local habitat variation on the behavioral ecology of two sympatric groups of brown
673 howler monkey (*Alouatta clamitans*). *PloS ONE*, 10(7), 1-13.
674 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129789>.

675 Kassambara, A. (2019). Ggpubr: 'ggplot2': Based publication ready plots. R package
676 version 0.2.2. <https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr>.

677 Koch, F., & Bicca-Marques, J. C. (2007). Padrão de atividades e dieta de *Alouatta guariba*
678 *clamitans* Cabrera, 1940: uma análise sexo-etária. In J. C. Bicca-Marques (Ed.). *A*
679 *Primatologia no Brasil*, vol. 10 (p. 353-361). Porto Alegre: Sociedade Brasileira de
680 *Primatologia*.

- 681 Kowalewski, M. M., & Garber, P. A. (2010). Mating promiscuity and reproductive tactics
682 in female black and old howler monkeys (*Alouatta caraya*) inhabiting an island on
683 the Parana River, Argentina. *American Journal of Primatology*, 72, 734-748.
684 <https://doi.org/10.1002/ajp.20838>.
- 685 Larose, F. (1996). Foraging strategies, group size, and food competition in the mantled
686 howler monkey, *Alouatta palliata* (Doctoral Thesis). Edmonton, Canada: University
687 of Alberta.
- 688 Lehner, P. N. (1996). Handbook of ethological methods. (2nd ed.). New York: Cambridge
689 University Press.
- 690 Lendvai, A. Z., Akçay, C., Ouyang, J. Q., Dakin, R., Domalik, A. D., John, P. S. S.,
691 Stanback, M., Moore, I. T., & Bonier, F. (2015). Analysis of the optimal duration of
692 behavioral observations based on an automated continuous monitoring system in tree
693 swallows (*Tachycineta bicolor*): is one hour good enough? *PLoS ONE*, 10(11),
694 e0141194. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141194>.
- 695 Lenth, R. V. (2016). Least-squares means: the R package lsmeans. *Journal of Statistical
696 Software*, 69(1), 1-33. <https://doi.org/10.18637/jss.v069.i01>.
- 697 Limeira, V. L. A. G. (1996). Comportamento alimentar, padrão de atividades e uso do
698 espaço por *Alouatta fusca* (Primates, Platyrrhini) em um fragmento degradado de
699 Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro (Dissertação de Mestrado). Rio de
700 Janeiro, RJ, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 701 Ludwig, G., Aguiar, L. M., Svoboda, W. K., Hilst, C. L. S., Navarro, I. T., Vitule, J. R.
702 S., & Passos, F. C. (2008). Comparison of the diet of *Alouatta caraya* (Primates:
703 Atelidae) between a riparian island and mainland on the Upper Parana River,
704 southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(3), 419-426.
705 <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000300006>.
- 706 Ludwig, L. (2006). Área de vida e uso do espaço por *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812)
707 em ilha e continente do Alto Rio Paraná (Dissertação de Mestrado). Curitiba, PR,
708 Brasil: Universidade Federal do Paraná.
- 709 Mandl, I., Holderied, M., & Schwitzer, C. (2018). The effects of climate seasonality on
710 behavior and sleeping site choice in sahamalaza sportive lemurs, *Lepilemur
711 sahamalaza*. *International Journal of Primatology*, 39(6), 1039-1067.
712 <https://doi.org/10.1007/s10764-018-0059-1>.
- 713 Martin, P., & Bateson, P. (2007). Measuring behaviour: an introductory guide. (3rd ed.).
714 New York: Cambridge University Press.

715 Martins, M. M. (2008). Fruit diet of *Alouatta guariba* and *Brachyteles arachnoides* in
716 Southeastern Brazil: comparison of fruit type, color, and seed size. *Primates*, 49, 1-
717 8. <https://doi.org/10.1007/s10329-007-0050-5>.

718 Maxwell, S. E., Kelley, K., & Rausch, J. R. (2008). Sample size planning for statistical
719 power and accuracy in parameter estimation. *Annual Review of Psychology*, 59, 537-
720 563. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093735>.

721 Mendel, F. (1976). Postural and locomotor behavior of *Alouatta palliata* on various
722 substrates. *Folia Primatologica*, 26(1), 36-53. <https://doi.org/10.1159/000155728>.

723 Mendes, S. L. (1989). Estudo ecológico de *Alouatta fusca* (Primates: Cebidae) na Estação
724 Biológica de Caratinga, MG. *Revista Nordestina de Biologia*, 6(2), 71-104.
725 <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/revnebio/article/view/16760>.

726 Miranda, J. M. D., & Passos, F. C. (2004). Hábito alimentar de *Alouatta guariba*
727 (Humboldt) (Primates, Atelidae) em Floresta de Araucária, Paraná, Brasil. *Revista*
728 *Brasileira de Zoologia*, 21(4), 821-826. [https://doi.org/10.1590/s0101-](https://doi.org/10.1590/s0101-81752004000400016)
729 [81752004000400016](https://doi.org/10.1590/s0101-81752004000400016).

730 Mittermeier, R. A., & Van Roosmalen, M. G. M. (1981). Preliminary observations on
731 habitat utilization and diet in eight Surinam monkeys. *Folia Primatologica*, 36(1-2),
732 1-39. <https://doi.org/10.1159/000156007>.

733 Muhle, C. B. (2008). Estratégias adaptativas de um grupo de bugios-pretos, *Alouatta*
734 *caraya* (Humboldt, 1812), em um bosque dominado por eucaliptos (Dissertação de
735 Mestrado). Porto Alegre, RS, Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande
736 do Sul.

737 Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D.,
738 Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H.,
739 Szoecs, E., & Wagner, H. (2019). Vegan: community ecology package. R package
740 version 2.5-5. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

741 Palacios, E., & Rodriguez, A. (2001). Ranging pattern and use of space in a group of red
742 howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern Colombian rainforest.
743 *American Journal of Primatology*, 55(4), 233-251. <https://doi.org/10.1002/ajp.1057>.

744 Pavé, R., Peker, S. M., Raño, M., Orjuela, C. R., Zunino, G. E., & Kowalewski, M. M.
745 (2009). Nectar feeding on an exotic tree (*Grevillea robusta*) by *Alouatta caraya* and
746 its possible role in flower pollination. *Neotropical Primates*, 16(2), 61-64.
747 <https://doi.org/10.1896/044.016.0203>.

748 Pavelka, M. S. M., & Knopff, K. H. (2004). Diet and activity in black howler monkeys
749 (*Alouatta pigra*) in southern Belize: does degree of frugivory influence activity level?
750 *Primates*, 45(2), 105-111. <https://doi.org/10.1007/s10329-003-0072-6>.

751 Pereira, T. S. (2008). Ecologia cognitiva e forrageamento de *Alouatta guariba clamitans*
752 Cabrera, 1940: os bugios-ruivos possuem mapas mentais? (Dissertação de
753 Mestrado). Porto Alegre, RS, Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande
754 do Sul.

755 Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., & Sarkar, D. (2018). R Core Team: nlme: linear and
756 nonlinear mixed effects models. R package version 3, 1-137. [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=nlme)
757 [project.org/package=nlme](https://CRAN.R-project.org/package=nlme)>.

758 Pinto, A. C. B., Azevedo-Ramos, C., & Carvalho Jr., O. (2003). Activity patterns and diet
759 of the howler monkey *Alouatta belzebul* in areas of logged and unlogged forest in
760 eastern Amazonia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 26(2), 39-49.
761 [http://abc.museocienciasjournals.cat/volum-26-2-2003-abc/activity-patterns-and-](http://abc.museocienciasjournals.cat/volum-26-2-2003-abc/activity-patterns-and-diet-of-the-howler-monkey-alouatta-belzebul-in-areas-of-logged-and-unlogged-forest-in-eastern-amazonia/)
762 [diet-of-the-howler-monkey-alouatta-belzebul-in-areas-of-logged-and-unlogged-](http://abc.museocienciasjournals.cat/volum-26-2-2003-abc/activity-patterns-and-diet-of-the-howler-monkey-alouatta-belzebul-in-areas-of-logged-and-unlogged-forest-in-eastern-amazonia/)
763 [forest-in-eastern-amazonia/](http://abc.museocienciasjournals.cat/volum-26-2-2003-abc/activity-patterns-and-diet-of-the-howler-monkey-alouatta-belzebul-in-areas-of-logged-and-unlogged-forest-in-eastern-amazonia/).

764 Pinto, L. P., & Setz, E. Z. F. (2004). Diet of *Alouatta belzebul discolor* in an Amazonian
765 rain forest of northern Mato Grosso State, Brazil. *International Journal of*
766 *Primatology*, 25(6), 1197-1211.
767 <https://doi.org/10.1023/B:IJOP.0000043958.75534.7f>.

768 Prates, H. M., & Bicca-Marques, J. C. (2008). Age-sex analysis of activity budget, diet,
769 and positional behavior in *Alouatta caraya* in an orchard forest. *International Journal*
770 *of Primatology*, 29(3), 703-715. <https://doi.org/10.1007/s10764-008-9257-6>.

771 Prates, H. M., Hass, G. P., & Bicca-Marques, J. C. (2018). Ranging behavior of black-
772 and-gold howler monkeys (*Alouatta caraya*) in an anthropogenic habitat patch in
773 southern Brazil. In B. Urbani, M. Kowalewski, R. G. T. Cunha, S. Torre, & L. Cortés-
774 Ortiz (Eds.). *A primatologia na América Latina 2. Tomo I Argentina-Colombia* (pp.
775 259-266). Caracas: Ediciones Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

776 Quintino, E. P. (2014). Ecologia e comportamento do bugio vermelho (*Alouatta*
777 *puruensis*) em um fragmento florestal em Rolim de Moura, Rondônia (Dissertação
778 de Mestrado). Porto Alegre, RS, Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio
779 Grande do Sul.

780 Raño, M., Kowalewski, M. M., Cerezo, A. M., & Garber, P. A. (2016). Determinants of
781 daily path length in black and gold howler monkeys (*Alouatta caraya*) in

782 Northeastern Argentina. *American Journal of Primatology*, 78(8), 825-837.
783 <https://doi.org/10.1002/ajp.22548>.

784 Rímoli, A. O., Valdivino, E. M., Rímoli, J., & Ferrari, S. F. (2008). Behavior patterns of
785 a group of black howler monkeys *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) in a forest
786 fragment in Terenos, Mato Grosso do Sul: a seasonal analysis. In S. F. Ferrari, & J.
787 Rímoli (Eds.). *A Primatologia no Brasil*, vol. 9 (p.179-191). Aracaju: Sociedade
788 Brasileira de Primatologia.

789 Rímoli, J., Nantes, R. S., & Lázaro, A. E. (2012). Diet and activity patterns of black
790 howler monkeys *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812, Primates, Atelidae) in ecotone
791 Cerrado-Pantanal in the left bank of Aquidauana river, Mato Grosso do Sul, Brazil.
792 *Oecologia Australis*, 16(4), 933-948. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.15>.

793 Santamaría-Gómez, A. M. (1999). Ecologia e comportamento de *Alouatta seniculus* em
794 uma mata de terra firme na Amazônia Central (Dissertação de Mestrado). Belo
795 Horizonte, MG, Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais.

796 Silver, S. C., Ostro, L. E. T., Yeager, C. P., & Horwich, R. (1998). Feeding ecology of
797 the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in northern Belize. *American Journal of*
798 *Primatology*, 45, 263-279. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1998)45:3<263::AID-AJP3>3.0.CO;2-U)
799 [2345\(1998\)45:3<263::AID-AJP3>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1998)45:3<263::AID-AJP3>3.0.CO;2-U).

800 Soberón, J. M., & Llorente, J. B. (1993). The use of species accumulation functions for
801 the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480-488.
802 <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>.

803 Souza, L. L., Ferrari, S. F., Costa, M. L., & Kern, D. C. (2002). Geophagy as a correlate
804 of folivory in red-handed howler monkeys (*Alouatta belzebul*) from eastern Brazilian
805 Amazonia. *Journal of Chemical Ecology*, 28(8), 1613-1621.
806 <https://doi.org/10.1023/A:1019928529879>.

807 Stavis, V. K. (2013). Área de vida, alimentação e comportamento social de uma
808 população de *Alouatta caraya* em fragmento de Cerrado (Dissertação de Mestrado).
809 Campo Grande, MS, Brasil: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

810 Stavis, V. K., Marques, M. R., Bordignon, M. O., Pereira, W., Lazaro, N. I. L., Cunha, E.
811 R., & Fina, B. G. (2018). Black howler monkeys (*Alouatta caraya*): behavior and
812 diet in brazilian savannah (Cerrado). *Research Journal of Life Sciences,*
813 *Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 4(5), 33-53.
814 <https://doi.org/10.26479/2018.0405.04>.

815 Stoner, K. E. (1996). Habitat selection and seasonal patterns of activity and foraging of
816 mantled howling monkeys (*Alouatta palliata*) in northeastern Costa Rica.
817 *International Journal of Primatology*, 17(1), 1-27.
818 <https://doi.org/10.1007/BF02696156>.

819 Taborsky, M. (2010). Sample size in the study of behaviour. *Ethology*, 116, 185-202.
820 <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2010.01751.x>.

821 Thoisy, B., & Richard-Hansen, C. (1997). Diet and social behaviour changes in a red
822 howler monkey (*Alouatta seniculus*) troop in a highly degraded rain forest. *Folia*
823 *Primatologica*, 68, 357-361. <https://doi.org/10.1159/000157266>.

824 Thompson, C. L., Williams, S. H., Glander, K. E., & Vinyard, C. J. (2016). Measuring
825 microhabitat temperature in arboreal primates: a comparison of on-animal and
826 stationary approaches. *International Journal of Primatology*, 37(4-5), 495-517.
827 <https://doi.org/10.1007/s10764-016-9917-x>.

828 Wickham, H. (2016). *Ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. New York: Springer-
829 Verlag.

830 Williams-Guillén, K. (2003). The behavioral ecology of mantled howling monkeys
831 (*Alouatta palliata*) living in a Nicaraguan shade coffee plantation (Doctoral Thesis).
832 New York, EUA: New York University.

833 Zuur, A., Ieno, E. N., Walker, N., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009). *Mixed effects*
834 *models and extensions in ecology with R*. New York: Springer Science and Business
835 Media.

MATERIAL SUPLEMENTAR

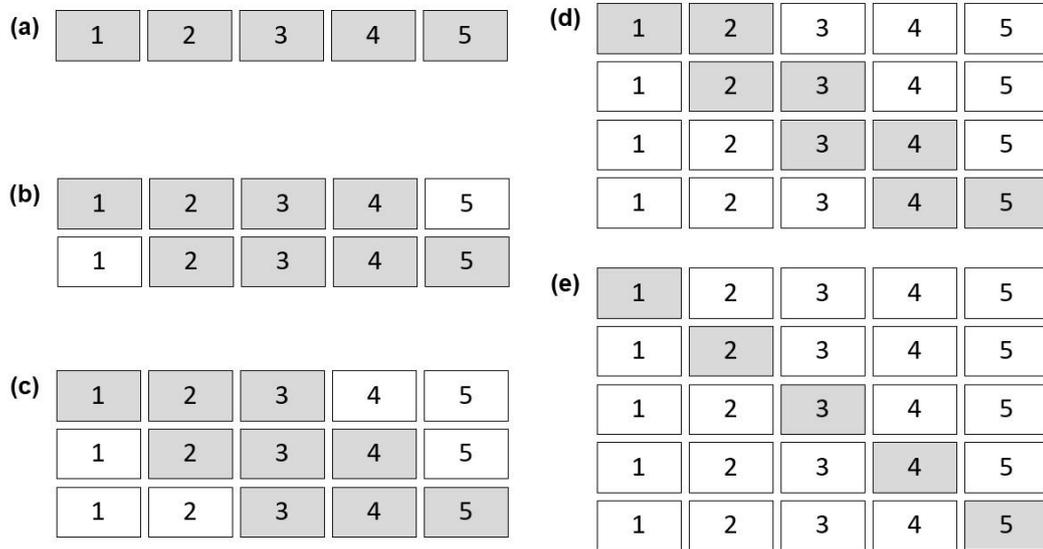


Figura S1. Desenho ilustrativo da reorganização dos dados por período amostral dos grupos com cinco dias de coleta/mês. (a) Amostra completa composta por cinco dias/mês. (b) Duas subamostras compostas pelos quatro primeiros dias e pelos quatro últimos dias do período de observação. (c) Três subamostras compostas pelos três primeiros dias de coleta, os três intermediários e os três últimos. (d) Quatro subamostras compostas por dois dias consecutivos. (e) Cada dia analisado individualmente.

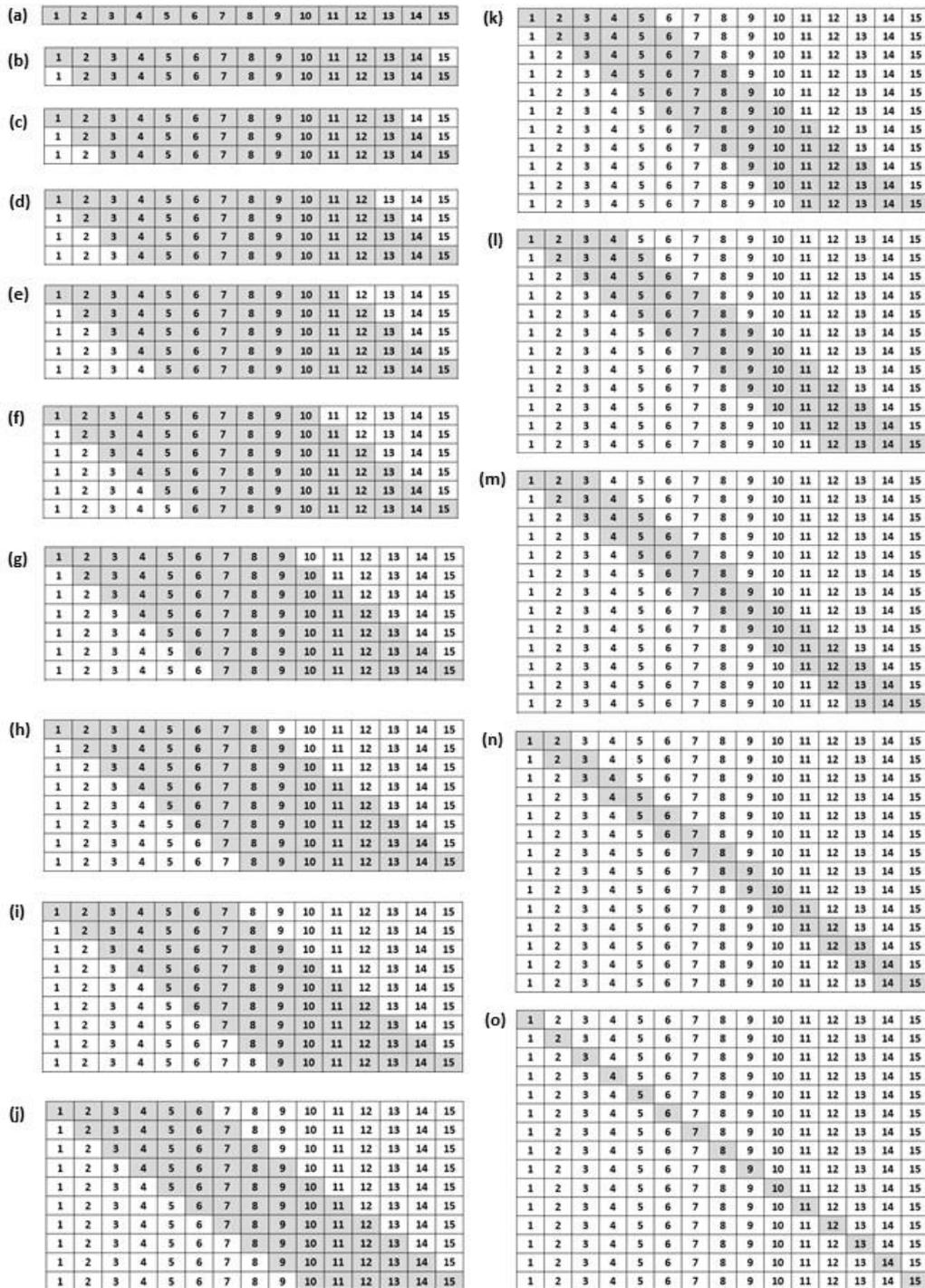


Figura S2. Desenho ilustrativo da reorganização dos dados por período amostral dos grupos com quinze dias de coleta/mês. (a) Amostra completa composta por quinze dias/mês. (b) Duas subamostras de quatorze dias consecutivos. (c) Três subamostras de treze dias. (d) Quatro subamostras de doze dias. (e) Cinco subamostras de onze dias. (f) Seis subamostras de dez dias. (g) Sete subamostras de nove dias. (h) Oito subamostras de oito dias. (i) Nove subamostras de sete dias. (j) Dez subamostras de seis dias. (k) Onze subamostras de cinco dias. (l) Doze subamostras de quatro dias. (m) Treze subamostras de três dias. (n) Quatorze subamostras de dois dias. (o) Cada dia analisado individualmente.

Tabela S1. Esforço amostral em estudos do comportamento de *Alouatta* spp..

Espécie	Dias**	Meses de estudo	Total de dias	Total de horas	Grupos	Método	Comportamentos estudados	Ref.
<i>A. palliata</i>	1 a 2	14	90	348	2	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	1
<i>A. caraya</i>	2	12	-	594	2	Varredura	Dieta e percurso diário	2, 3
<i>A. caraya</i>	3	6	36	463	2	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	4
<i>A. guariba</i>	3	12	-	76	1	Varredura	Dieta	5
<i>A. palliata</i>	4	12	-	-	3	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	6
<i>A. pigra</i>	4	12	-	1160	2	Animal focal	Dieta e orçamento de atividades	7
<i>A. seniculus</i>	4	6	44	534	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	8
<i>A. caraya</i>	1 a 5	12	-	734	2	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	9
<i>A. guariba</i>	1 a 5	12	-	660	2	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	9
<i>A. caraya</i>	2 a 5	28	103	-	2	Varredura	Dieta	10
<i>A. discolor</i>	3 a 5	10	45	-	1	Varredura	Dieta	11
<i>A. guariba</i>	3 a 5	12	171	2025	3	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	12
<i>A. seniculus</i>	3 a 5	10	-	496	1	Varredura	Dieta e percurso diário	13
<i>A. seniculus</i>	3 a 5	19	123	1540	1	Animal focal	Dieta	14, 15
<i>A. guariba</i>	4 a 5	36	260	2999	6	Varredura	Dieta	16*
<i>A. guariba</i>	4 a 5	6	81	910	3	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	17*
<i>A. belzebul</i>	5	10	-	-	1	Varredura	Dieta	18
<i>A. caraya</i>	5	12	60	745	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades, percurso diário, posturas e tipos de locomoção	19, 20*
<i>A. caraya</i>	5	12	60	699	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades, percurso diário, posturas e tipos de locomoção	21, 22*
<i>A. caraya</i>	5	12	60	830	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades, percurso diário, posturas e tipos de locomoção	23*
<i>A. caraya</i>	5	11	-	-	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	24
<i>A. caraya</i>	5	10	-	510	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	25, 26
<i>A. caraya</i>	5	15	-	-	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	27
<i>A. caraya</i>	5	20	-	2390	2	Varredura	Comportamento de acasalamento	28
<i>A. guariba</i>	5	12	78	-	2	Varredura	Dieta	29
<i>A. guariba</i>	5	12	58	700	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	30
<i>A. guariba</i>	5	12	60	636	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades, percurso diário, posturas e tipos de locomoção	31*
<i>A. guariba</i>	5	12	60	718	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	32
<i>A. guariba</i>	5	12	61	609	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	33
<i>A. palliata</i>	5	7	166	2040	4	Animal focal	Dieta e orçamento de atividades	34
<i>A. guariba</i>	6	12	72	787	1	Varredura	Dieta e percurso diário	35, 36
<i>A. seniculus</i>	6	1	-	70	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	37

<i>A. guariba</i>	7	10	63	869	2	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	38
<i>A. guariba</i>	1 a 8	4	54	626	2	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	39
<i>A. caraya</i>	7 a 10	21	-	1680	2	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	40
<i>A. guariba</i>	8 a 10	3	26	243	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	41
<i>A. belzebul</i>	10	10	105	1203	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	42
<i>A. palliata</i>	10	12	-	2357	1	Animal focal	Dieta e orçamento de atividades	43
<i>A. palliata</i>	10 a 15	60	-	-	1	Animal focal	Dieta e área de vida	44
<i>A. caraya</i>	15	6	90	1200	1	Varredura	Dieta e orçamento de atividades	45*
<i>A. palliata</i>	15	12	-	883	1	Animal focal	Dieta	46
<i>A. puruensis</i>	15	6	90	1044	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	47*
<i>A. seniculus</i>	12 a 17	12	147	-	1	Animal focal	Dieta e uso do espaço	48
<i>A. guariba</i>	15 e 18	10	33	493	1	Varredura	Dieta, orçamento de atividades e percurso diário	49

*Estudos utilizados nesta pesquisa. **Apenas estudos com a informação da quantidade de dias de observação por período amostral foram incluídos.

Referências: 1. Stoner, 1996; 2. Ludwig et al., 2008; 3. Ludwig, 2006; 4. Raño et al., 2016; 5. Miranda & Passos, 2004; 6. Williams-Guillén, 2003; 7. Silver et al., 1998; 8. Santamaría-Gómez, 1999; 9. Agostini et al., 2010, 2012; 10. Pavé et al., 2009; 11. Pinto & Setz, 2004; 12. Fortes, 2008; 13. Palacios & Rodriguez, 2001; 14. Julliot, 1996; 15. Julliot & Sabatier, 1993; 16. Chaves & Bicca-Marques, 2016; 17. Decker, 2013; 18. Souza et al., 2002; 19. Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993, 1994, 1995, 1998; 20. Bicca-Marques, 1991; 21. Prates & Bicca-Marques, 2008; 22. Prates et al., 2018; 23. Muhle, 2008; 24. Rímoli et al., 2012; 25. Stavis et al., 2018; 26. Stavis, 2013; 27. Rímoli et al., 2008; 28. Kowalewski & Garber, 2010; 29. Martins, 2008; 30. Limeira, 1996; 31. Guzzo, 2009; 32. Chiarello, 1993, 1994; 33. Koch & Bicca-Marques, 2007; 34. Larose, 1996; 35. Corrêa et al., 2018; 36. Corrêa, 2015; 37. Thoisy & Richard-Hansen, 1997; 38. Fialho, 2000; 39. Jung et al., 2015; 40. Bravo & Sallenave, 2003; 41. Pereira, 2008; 42. Pinto et al., 2003; 43. Estrada, et al., 1999; 44. Estrada & Coates-Estrada, 1984; 45. Jesus, 2013; 46. Estrada, 1984; 47. Quintino, 2014; 48. Mittermeier & Van Roosmalen, 1981; 49. Mendes, 1989.

Tabela S2. Características e esforço amostral dos 13 grupos de bugios (*Alouatta* spp.) utilizados nesta pesquisa.

Espécie	Grupo	Nº ind.	Local de estudo	Tamanho do fragmento (ha)	Horas de estudo	Dias/mês (dias total)	Ref.
<i>A. puruensis</i>	Quintino	7	Rolim de Moura/RO	2,2	1044	15/6 (90)	1
<i>A. caraya</i>	Jesus	10	Alegrete/RS	2	1200	15/6 (90)	2
	Muhle	4-5	Tupanciretã/RS	0,3	830	5/12 (60)	3
	Bicca	15-17	Alegrete/RS	2	745	5/12 (60)	4, 5
	Prates	12-14	Alegrete/RS	0,7	699	5/12 (60)	6, 7
<i>A. guariba</i>	Guzzo	6	Ipê/RS	2,2	636	5/12 (60)	8
	Decker G1	5	Camaquã/RS	10	192*	4/6 (24)	9
	Decker G2	3	Camaquã/RS	10	192*	4/6 (24)	9
	Decker G3	6	Camaquã/RS	10	192*	4/6 (24)	9
	Chaves L2	9	Viamão/RS	106	192*	4/6 (24)	10
	Chaves S3	9	Porto Alegre/RS	2,9	192*	4/6 (24)	10
	Chaves S1	6	Porto Alegre/RS	1,6	128*	4/4 (16)	10
	Chaves S2	10	Porto Alegre/RS	9,5	96*	4/3 (12)	10

*Estimativa das horas totais do estudo baseada na quantidade de dias (≥ 8 horas de observação) utilizados nesta pesquisa.

Referências: 1. Quintino, 2014; 2. Jesus, 2013; 3. Muhle, 2008; 4. Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1993, 1994, 1995, 1998; 5. Bicca-Marques, 1991; 6. Prates & Bicca-Marques, 2008; 7. Prates et al., 2018; 8. Guzzo, 2009; 9. Decker, 2013; 10. Chaves & Bicca-Marques, 2016.

Tabela S3. Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA) para orçamento de atividades, posturas de alimentação e descanso, tipos de locomoção e contribuição dos itens da dieta para os diferentes conjuntos de dados. Os valores em negrito indicam as variáveis com maior contribuição para cada componente (variáveis mais representadas pelo componente em questão). Apenas os eixos da PCA (PCs) selecionados para inclusão nos modelos (Tabelas S6 e S7) são apresentados.

	15 dias/mês		5 dias/mês			4 dias/mês	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2
Orçamento de atividades							
Autovalores	2.48	1.08	1.96	1.35	-	1.96	1.16
Proporção explicada	0.62	0.27	0.49	0.34	-	0.49	0.29
Proporção explicada cumulativa	0.62	0.89	0.49	0.83	-	0.49	0.78
<i>Coefficientes de correlação:</i>							
Alimentação	2.11	-3.79	0.33	3.81	-	2.23	2.9
Descanso	-4.29	0.69	-3.51	-1.6	-	-3.84	0.01
Locomoção	3.37	2.1	3.25	-0.96	-	2.04	-2.99
Interações sociais	3.59	1.09	2.53	-1.48	-	2.34	-0.14
Posturas de alimentação							
Autovalores	1.55	-	1.76	1.25	1.00	-	-
Proporção explicada	0.77	-	0.35	0.25	0.20	-	-
Proporção explicada cumulativa	0.77	-	0.35	0.60	0.80	-	-
<i>Coefficientes de correlação:</i>							
A1 - Bípede	-	-	0.47	1.73	-2.90	-	-
A2 - Deitado	-	-	-0.58	-2.14	0.36	-	-
A3 - Pendurado	4.56	-	-3.55	0.21	0.29	-	-
A4 - Ponte	-	-	2.61	1.43	1.84	-	-
A5 - Sentado	-4.56	-	1.89	-2.67	-1.17	-	-
Posturas de descanso							
Autovalores	1.525	0.894	1.80	1.66	-	-	-
Proporção explicada	0.508	0.298	0.360	0.332	-	-	-
Proporção explicada cumulativa	0.508	0.806	0.360	0.692	-	-	-
<i>Coefficientes de correlação:</i>							
D2 - Sentado	3.674	-1.532	2.979	1.388	-	-	-
D3 - Deitado	3.768	-1.051	1.412	-2.385	-	-	-
D4 - Relaxado	-2.388	-4.016	-0.868	-2.449	-	-	-
D5 - Esparramado	-	-	-2.684	-1.107	-	-	-
D1 - Bola	-	-	-2.213	2.649	-	-	-
Tipos de locomoção*							
Autovalores	-	-	3.41	1.06	-	-	-
Proporção explicada	-	-	0.568	0.177	-	-	-
Proporção explicada cumulativa	-	-	0.568	0.745	-	-	-

Coefficientes de correlação:

L1 - Escalar	-	-	-2.767	-0.789	-	-	-
L2 - Pular	-	-	-2.100	1.430	-	-	-
L3 - Correr	-	-	-0.904	2.961	-	-	-
L4 - Caminhar	-	-	3.403	-0.047	-	-	-
L5 - Ponte	-	-	-2.728	-0.575	-	-	-
L6 - Descer	-	-	-2.753	-0.753	-	-	-

Contribuição dos itens da dieta

Autovalores	1.57	-	1.74	-	-	1.85	-
Proporção explicada	0.79	-	0.87	-	-	0.93	-
Proporção explicada cumulativa	0.79	-	0.87	-	-	0.93	-

Coefficientes de correlação:

Flores	-	-	-	-	-	-	-
Frutos	-4.59	-	4.06	-	-	-4.45	-
Folhas	4.59	-	-4.06	-	-	4.45	-
Outros (cascas, ramos, etc.)	-	-	-	-	-	-	-

*No caso dos tipos de locomoção as variáveis foram analisadas diretamente (não combinadas por análise de componentes principais) para estudos com protocolo de coleta de 15 dias por período amostral.

Tabela S4. Valores médios e desvio padrão da porcentagem de registros das categorias do orçamento de atividades dos 13 grupos utilizados nesta pesquisa. Sete grupos com coletas de 4 dias por período amostral (Chaves S3, S2, S1, L2 e Decker G3, G2, G1), quatro grupos de 5 dias/mês (Bicca, Prates, Muhle e Guzzo) e dois grupos de 15 dias/mês (Jesus e Quintino).

Espécie	Grupo	Orçamento de atividades (% dos registros \pm desvio padrão)				Ref.
		Descanso	Alimentação	Locomoção	Social	
<i>A. puruensis</i>	Quintino	69 \pm 3	12 \pm 2	18 \pm 2	1 \pm 1	1
<i>A. caraya</i>	Muhle	65 \pm 8	19 \pm 8	12 \pm 3	3 \pm 1	2
<i>A. caraya</i>	Bicca	63 \pm 4	15 \pm 3	17 \pm 2	5 \pm 2	3
<i>A. guariba</i>	Guzzo	60 \pm 4	20 \pm 1	17 \pm 3	2 \pm 1	4
<i>A. caraya</i>	Jesus	59 \pm 7	16 \pm 5	20 \pm 5	5 \pm 2	5
<i>A. caraya</i>	Prates	56 \pm 5	15 \pm 4	24 \pm 3	4 \pm 1	6
<i>A. guariba</i>	Decker G2	54 \pm 7	25 \pm 5	19 \pm 3	3 \pm 2	7
<i>A. guariba</i>	Chaves S1	53 \pm 4	24 \pm 5	12 \pm 5	11 \pm 2	8
<i>A. guariba</i>	Decker G1	53 \pm 4	23 \pm 7	21 \pm 3	4 \pm 4	7
<i>A. guariba</i>	Chaves L2	52 \pm 9	19 \pm 5	27 \pm 7	2 \pm 2	8
<i>A. guariba</i>	Chaves S2	52 \pm 9	17 \pm 2	21 \pm 5	10 \pm 5	8
<i>A. guariba</i>	Decker G3	51 \pm 12	23 \pm 7	22 \pm 4	3 \pm 3	7
<i>A. guariba</i>	Chaves S3	42 \pm 6	29 \pm 4	16 \pm 3	13 \pm 7	8

Referências: 1. Quintino, 2014; 2. Muhle, 2008; 3. Bicca-Marques & Calegaro-Marques, 1994; 4. Guzzo, 2009; 5. Jesus, 2013; 6. Prates & Bicca-Marques, 2008; 7. Decker, 2013; 8. Chaves & Bicca-Marques, 2016.

Tabela S5. Valores médios e desvio padrão da contribuição dos itens na dieta dos 13 grupos utilizados nesta pesquisa. Sete grupos com coletas de 4 dias por período amostral (Chaves S3, S2, S1, L2 e Decker G3, G2, G1), quatro grupos de 5 dias/mês (Bicca, Prates, Muhle e Guzzo) e dois grupos de 15 dias/mês (Jesus e Quintino).

Espécie	Grupo	Contribuição dos itens na dieta (% dos registros \pm desvio padrão)				Ref.
		Folha	Fruto	Flor	Outros	
<i>A. caraya</i>	Muhle	89 \pm 16	2 \pm 3	5 \pm 14	4 \pm 3	1
<i>A. caraya</i>	Guzzo	75 \pm 20	13 \pm 19	2 \pm 3	9 \pm 10	2
<i>A. caraya</i>	Prates	68 \pm 8	12 \pm 6	3 \pm 6	16 \pm 8	3
<i>A. caraya</i>	Jesus	65 \pm 19	31 \pm 18	1 \pm 2	2 \pm 2	4
<i>A. guariba</i>	Chaves S1	64 \pm 23	32 \pm 23	5 \pm 1	0 \pm 0	5
<i>A. caraya</i>	Bicca	61 \pm 11	27 \pm 12	3 \pm 5	9 \pm 5	6
<i>A. puruensis</i>	Quintino	61 \pm 25	16 \pm 22	22 \pm 24	1 \pm 1	7
<i>A. guariba</i>	Chaves S2	55 \pm 14	43 \pm 13	1 \pm 1	0 \pm 0	5
<i>A. guariba</i>	Decker G3	48 \pm 14	38 \pm 16	6 \pm 4	8 \pm 5	8
<i>A. guariba</i>	Decker G1	43 \pm 24	46 \pm 22	4 \pm 3	8 \pm 3	8
<i>A. guariba</i>	Decker G2	42 \pm 26	42 \pm 28	6 \pm 6	9 \pm 6	8
<i>A. guariba</i>	Chaves L2	36 \pm 21	55 \pm 22	9 \pm 9	0 \pm 0	5
<i>A. guariba</i>	Chaves S3	30 \pm 13	68 \pm 15	2 \pm 3	1 \pm 1	5

Referências: 1. Muhle, 2008; 2. Guzzo, 2009; 3. Prates & Bicca-Marques, 2008; 4. Jesus, 2013; 5. Chaves & Bicca-Marques, 2016; 6. Bicca-Marques & Calegari-Marques, 1994; 7. Quintino, 2014; 8. Decker, 2013.

Tabela S6. Resultado dos modelos lineares generalizados mistos (GLMMs) avaliando a influência do número de dias de coleta por período amostral (15, 5 e 4 dias) nos valores médios das categorias de cada comportamento representadas pelos eixos (PC1 e PC2) da PCA. A relação dos PCs com as categorias é indicada na coluna “Categoria”, na qual o símbolo “-” indica uma relação negativa da variável original com o eixo do PCA utilizado na análise e o “+”, uma relação positiva. Legenda: a- alimentação, d- descanso, l- locomoção, s- interações sociais, a1- bípede, a2- deitado, a3- pendurado, a4- ponte, a5- sentado, d1- bola, d2- sentado, d3- deitado, d4- relaxado, d5- esparramado, fo- folha, fr- fruto.

Comportamento/dias/PCA		Categoria	g.l.	F	p
Orçamento de atividades					
15 dias	PC1	-d, +l, +s	14, 1420	0,003	1,000
	PC2	-a	14, 1420	0,020	1,000
5 dias	PC1	-d, +l, +s	4, 873	0,040	0,997
	PC2	+a	4, 873	0,002	1,000
4 dias	PC1	-d, +s	3, 856	0,003	1,000
	PC2	+a, -l	3, 856	0,033	0,992
Posturas de alimentação					
15 dias	PC1	a3, -a5	14, 1420	0,222	0,999
5 dias	PC1	-a3, a4	4, 874	0,047	0,996
	PC2	-a2, -a5	4, 874	0,030	0,998
	PC3	-a1	4, 874	0,061	0,993
Posturas de descanso					
15 dias	PC1	d2, d3	14, 1420	0,005	1,000
	PC2	-d4	14, 1420	0,007	1,000
5 dias	PC1	-d2, d5	4, 844	0,040	0,997
	PC2	d1, -d3, d4	4, 844	0,014	0,999
Contribuição dos itens na dieta					
15 dias	PC1	-fr, fo	14, 1420	0,006	1,000
5 dias	PC1	fr, -fo	4, 700	0,002	1,000
4 dias	PC1	-fr, fo	3, 877	0,001	1,000

Tabela S7. Resultado dos modelos lineares generalizados mistos (GLMMs) avaliando a influência do número de dias de coleta mensal (15 e 5 dias) nos valores médios das contribuições dos tipos de locomoção representadas individualmente no conjunto de dados com esquema de coleta de 15 dias/mês e pelos eixos (PC1 e PC2) da PCA no conjunto de dados com esquema de coleta de 5 dias/mês. A relação dos PCs com as categorias é indicada na coluna “Categoria”, na qual o símbolo “-” indica uma relação negativa da variável original com o eixo do PCA utilizado na análise. Legenda: 11- escalar, 12- pular, 13- correr, 14- caminhar, 15- ponte, 16- descer.

Dias	Categoria	GLMMs		
15 dias		g.l.	χ^2	<i>p</i>
	13- correr	17, 14	4,617	0,991
	11- escalar	17, 14	3,843	0,996
	12- pular	17, 14	1,546	1,000
	14- caminhar	17, 14	0,169	1,000
5 dias		g.l.	<i>F</i>	<i>p</i>
PC1	-11, -12, -15, -16, 14	4, 787	0,002	1,000
PC2	13	4, 787	0,030	0,998

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação foi o primeiro trabalho a utilizar subamostras de diferentes quantidades de dias consecutivos de observação direta do comportamento animal para definir o esforço amostral mínimo. Através dos dados de 13 grupos de bugios pertencentes a três espécies (*Alouatta caraya*, *A. guariba clamitans* e *A. puruensis*) foi possível verificar que apenas 1 dia de observação é suficiente para determinar o padrão mensal do orçamento de atividades, da contribuição dos itens para a dieta, das posturas de alimentação e descanso, dos tipos de locomoção e do percurso diário. No entanto, para estimar a riqueza mensal de espécies da dieta são necessários no mínimo 12 dias consecutivos.

Estes resultados poderão contribuir para o planejamento de futuros estudos comportamentais e ecológicos do gênero *Alouatta*. Para estudos que analisam a dieta de bugios, por exemplo, os esforços de 5 dias de observação mensal utilizados pela maioria dos pesquisadores (Tabela S1) poderão ser ampliados para que não haja uma subestimação da riqueza mensal de espécies. Já para os demais comportamentos analisados nesta pesquisa, a necessidade de apenas 1 dia de observação mensal poderá facilitar o monitoramento de uma maior quantidade de grupos por um único observador.

Este método também poderá ser aplicado para a definição do esforço amostral de outros comportamentos de *Alouatta* spp., como o estudo da área de vida e da escolha das árvores dormitório. Também poderá servir de modelo para a definição do esforço amostral de outras espécies animais e, desta forma, contribuir para a economia de recursos pessoais e financeiros de várias pesquisas do comportamento animal. Também poderá contribuir para os protocolos de monitoramento de fauna de processos de licenciamento ambiental e de manejo de fauna silvestre (e.g., reintroduções e translocações), desde que os animais sejam habituados à presença de seres humanos.