



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**AMALIA MABEL SÁNCHEZ PALACIOS**

**EFEITO DE FATORES AMBIENTAIS E ECOLÓGICOS NAS  
ÁREAS DE VIDA DO “Sagui-da-serra-escuro” (*CALLITHRIX*  
*AURITA*) NA MATA ATLÂNTICA**

**CAMPINAS**

**2018**

**AMALIA MABEL SÁNCHEZ PALACIOS**

**EFEITO DE FATORES AMBIENTAIS E ECOLÓGICOS NAS  
ÁREAS DE VIDA DO “Sagui-da-serra-escuro” (*CALLITHRIX  
AURITA*) NA MATA ATLÂNTICA**

*Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biologia da Universidade Estadual de  
Campinas como parte dos requisitos exigidos  
para a obtenção do Título de Mestra em  
Ecologia.*

ESTE ARQUIVO DIGITAL CORRESPONDE À  
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA  
PELA ALUNA AMALIA MABEL SÁNCHEZ  
PALACIOS E ORIENTADA PELA DRA.  
ELEONORE ZULNARA FREIRE SETZ.

*Orientadora: Profa. Dra. Eleonore Zulnara Freire Setz*

**CAMPINAS**

**2018**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** CAPES; CNPq, 130648/2016-7

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Biologia  
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

Sánchez Palacios, Amalia Mabel, 1988-  
Sa55e Efeito de fatores ambientais e ecológicos nas áreas de vida do "sagui-da-serra-escuro" (*Callithrix aurita*) na Mata Atlântica / Amalia Mabel Sánchez Palacios. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Eleonore Zulnara Freire Setz.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Área de vida. 2. *Callithrix*. 3. Análise espacial. 4. Fatores abióticos. I. Setz, Eleonore Zulnara Freire, 1953-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Effect of environmental and ecological factors in the home range of *Callithrix aurita* in the Brazilian Atlantic Forest

**Palavras-chave em inglês:**

Home range

*Callithrix*

Spatial analysis

Abiotic factors

**Área de concentração:** Ecologia

**Títuloção:** Mestra em Ecologia

**Banca examinadora:**

Eleonore Zulnara Freire Setz [Orientador]

Cristiana Saddy Martins

Lisieux Franco Fuzessy

**Data de defesa:** 26-02-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Ecologia

Campinas, 26 de fevereiro de 2018.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Profa. Dra. Eleonore Zulnara Freire Setz

Profa. Dra. Cristiana Saddy Martins

Profa. Dra. Lisieux Franco Fuzessy

*Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Professora Eleonore Setz, por ter me acolhido no seu grupo de pesquisa, pela orientação, apoio, confiança e amizade.

À prefeitura de Jundiaí e a todos os funcionários da Base ecológica da Serra do Japi, em especial ao Sr. Lauro, ao Biól. Ronaldo e aos guardas municipais pela amizade, preocupação e cuidados.

Aos professores membros da pré-banca e banca, Dra. Cristiana Saddy Martins, Dra. Lisieux F. Fuzessy, Dr. Fabiano R. de Melo, que contribuíram com correções minuciosas e sugestões muito importantes para o aprimoramento desse trabalho.

Aos meus companheiros de laboratório e campo Karina Sakane e Marcos Polettini, por me guiar pela Serra do Japi no período inicial dos trabalhos, pelas conversas durante os longos períodos de campo, caronas, amizade e apoio.

Ao Sergio Nolazco, pela inestimável ajuda em todas as etapas deste projeto, e especialmente pela sua ajuda com algumas das análises estatísticas.

À minha mãe, Doris Palacios, e irmãs, Yessenia, Liz e Rubi, pelo carinho, paciência, compreensão, apoio moral e pelos conselhos.

Aos meus queridos amigos Enrico, Cristina, Cindy e Edgar, pela amizade, carinho e apoio que vão além da distância.

A os meus amigos do IB: Camila, Fatima, Sandra, Natalia, Eduardo, Jose, Laura e Luiz, obrigada pela amizade, apoio e pela ajuda todas as vezes que precisei.

Aos amigos e colegas que conviveram comigo durante estes últimos anos na Base Ecológica da Serra do Japi: Karina, Fátima, Sandra, Patrícia, Paula, Germán.

A todas as secretárias da pós-graduação do Instituto de Biologia da UNICAMP, em especial ao Rafael, pela paciência, auxílio e atenção.

À CAPES e CNPq, pelo apoio financeiro.

## RESUMO

A área de vida é definida como o espaço onde os animais desenvolvem suas atividades cotidianas e atendem suas necessidades. Intraespecificamente, as áreas de vida podem ser influenciadas por diversos fatores, os quais podem ser de natureza intrínseca (características individuais) ou extrínseca (ambiente). No entanto, as maneiras como cada um desses fatores e a interação entre eles influencia as características da área de vida são ainda pouco compreendidas. Isso se deve ao fato de que atualmente não há consenso nas investigações desenvolvidas nesta área, sendo que as interpretações biológicas destes estudos variam dependendo da escala de análise e dos fatores considerados nos modelos. Nesta pesquisa, quantificamos a variação no tamanho da área de vida de um grupo de *Callithrix aurita*, em uma escala de tempo mensal e em duas escalas espaciais (área de vida total e área central) na Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi (23°11'S, 46°52'W), e a influência de variáveis independentes (temperatura média mensal, precipitação cumulativa mensal e disponibilidade de frutos) nesta variação espaciotemporal. Estimamos a área de vida mensal com o estimador de densidade de kernel fixo (EDKF) a 95%, e também calculamos o EDKF a 50% para o cálculo das áreas centrais, de janeiro a outubro de 2017. Um modelo linear generalizado (GLM, family: gaussian) para cada variável dependente (95% EDKF e 50% EDKF) foi utilizado para determinar os efeitos das variáveis independentes. Durante o estudo de 10 meses, o grupo de estudo usou uma área de vida total (AVT) de 54.59ha e uma área central (AC) de 25.03ha, com uma variação mínima mensal de 16.8ha AVT e 6.05ha AC em setembro e um máximo de 49,47 ha AVT e 22,22ha AC em fevereiro. AVT e AC foram influenciados positivamente pela temperatura (AVT  $\beta$ : 1.8797, p: 0.0486; AC  $\beta$ : 0.6725, p: 0.0221) e precipitação (AVT  $\beta$ : 0.0778, p: 0.0102; AC  $\beta$ : 0.0322, p: 0.0018). No entanto, a disponibilidade de frutas influenciou negativamente o tamanho das áreas (THR  $\beta$ : -2.9122, p: 0.0213; CA  $\beta$ : -0.8640, p: 0.0189). Nosso estudo ilustra como os fatores ecológicos e ambientais afetam o comportamento de movimento na espécie de primata *Callithrix aurita* em uma variedade de escalas espaciais e temporal, destacando a importância da disponibilidade de frutos, temperatura ambiental e precipitação na formação da área de vida.

## ABSTRACT

Home range is defined as the area where animals carry out their daily activities and attend their needs. Within-species, the home range size may vary due to intrinsic and extrinsic factors. However, the factors that influence this variation are still poorly understood. This is due to the fact that there is currently no consensus in the research developed in this area, and the biological interpretations of these studies vary depending on the scale of analysis and the factors considered in the models. In this research, we quantified the variation in the home range size in one group of *Callithrix aurita*, in a monthly time scale and in two spatial scales (total home range and core areas) in the Serra do Japi Municipal Biological Reserve (23°11'S, 46°52'W), and the influence of independent variables (average monthly temperature, monthly cumulative precipitation and fruit availability) on this spatiotemporal variation. We estimated total monthly home ranges with the fixed kernel density estimator (FKDE) at 95%, and we also calculated the FKDE at 50% for the calculation of core areas, from January to October 2017. A general linear model (GLM, family: gaussian) for each dependent variable (95% FKDE and 50% FKDE) was used to determine the effects of independent variables. During the 10-month study, the study group used a total home range (THR) of 54.59ha and a core area (CA) of 25.03ha, with a monthly minimum variation of 16.8ha THR and 6.05ha CA in September and a maximum of 49.47ha THR and 22.22ha CA in February. THR and CA were positively influenced by temperature (THR  $\beta$ : 1.8797,  $p$ : 0.0486; CA  $\beta$ : 0.6725,  $p$ : 0.0221) and precipitation (THR  $\beta$ : 0.0778,  $p$ : 0.0102; CA  $\beta$ : 0.0322,  $p$ : 0.0018). However, the availability of fruits negatively influenced the size of the areas (THR  $\beta$ : -2.9122,  $p$ : 0.0213; CA  $\beta$ : -0.8640,  $p$ : 0.0189). Our study illustrates how ecological and environmental factors affect movement behavior in the primate species *Callithrix aurita*, at a variety of spatial and temporal scales, highlighting the importance of fruit availability, environmental temperature and precipitation in the formation of their home range.



## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>                                                                                                                             | <b>11</b> |
| Área de vida                                                                                                                                           | 11        |
| O Gênero <i>Callithrix</i>                                                                                                                             | 13        |
| Objetivos gerais                                                                                                                                       | 17        |
| Grupo de estudo                                                                                                                                        | 18        |
| Literatura citada                                                                                                                                      | 19        |
| <b>2. CAPÍTULO I. Fatores determinantes na variação temporal da área de vida do “sagui-da-serra-escuro” <i>Callithrix aurita</i> na Mata Atlântica</b> | <b>28</b> |
| Resumo                                                                                                                                                 | 29        |
| Introdução                                                                                                                                             | 30        |
| Metodologia                                                                                                                                            | 32        |
| Área de Estudo                                                                                                                                         | 32        |
| Coleta de dados de localização                                                                                                                         | 34        |
| Disponibilidade de frutos e obtenção de dados ambientais                                                                                               | 35        |
| Análise de área de vida                                                                                                                                | 35        |
| Influência de parâmetros ambientais e ecológicos na área da vida                                                                                       | 36        |
| Resultados                                                                                                                                             | 37        |
| Disponibilidade de frutos e obtenção de dados ambientais                                                                                               | 37        |
| Análise de área de vida                                                                                                                                | 38        |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Influência de parâmetros ambientais e ecológicos na área da vida                                | 41 |
| Discussão                                                                                       | 42 |
| Área de vida de <i>Callithrix aurita</i>                                                        | 42 |
| Influência de parâmetros ambientais e ecológicos na área da vida de<br><i>Callithrix aurita</i> | 43 |
| Literatura citada                                                                               | 46 |
| Anexos                                                                                          | 53 |
| Anexo 1: Estimativa da área de vida para o mês de janeiro                                       | 53 |
| Anexo 2: Estimativa da área de vida para o mês de fevereiro                                     | 54 |
| Anexo 3: Estimativa da área de vida para o mês de março                                         | 55 |
| Anexo 4: Estimativa da área de vida para o mês de abril                                         | 56 |
| Anexo 5: Estimativa da área de vida para o mês de maio                                          | 57 |
| Anexo 6: Estimativa da área de vida para o mês de junho                                         | 58 |
| Anexo 7: Estimativa da área de vida para o mês de julho                                         | 59 |
| Anexo 8: Estimativa da área de vida para o mês de agosto                                        | 60 |
| Anexo 9: Estimativa da área de vida para o mês de setembro                                      | 61 |
| Anexo 10: Estimativa da área de vida para o mês de outubro                                      | 62 |
| Anexo 11: Documento referente a bioética e/ou biossegurança                                     | 63 |
| Anexo 12: Declaração referente a direitos autorais                                              | 64 |

## 1. Introdução Geral

### Área de Vida

Área de vida é um conceito amplamente usado em ecologia animal e comportamental, baseado no comportamento de uso espacial restrito a uma área por longos períodos de tempo ("site-fidelity"), aplicado geralmente a vertebrados (mamíferos, pássaros, répteis, anfíbios e peixes) mas também a alguns invertebrados (artrópodes) (Belchior et al. 2012, Kolts & McRae 2017, Powell & Mitchell 2012, Rocha 1999, Sale 1971, Spencer et al. 1990).

Darwin (1861) foi o primeiro a usar o termo área de vida ("home range") para dizer que todos os animais restringem seus movimentos a suas áreas de vida específicas; mas foi Burt (1943) quem delineou o conceito básico, definindo-o como: "A área percorrida por um indivíduo em suas atividades normais de coleta de alimentos, acasalamento e cuidado de filhotes. Saídas ocasionais fora da área de vida, talvez de natureza exploratória, não devem ser consideradas parte da área de vida.". Embora este conceito tenha sido formulado pensando em mamíferos, foi fundamentado biologicamente e baseado nas necessidades dos animais, pelo que por muitos anos sua definição tem sido aplicada a outros grupos animais que exibem "site-fidelity" (Börger et al. 2008, Powell & Mitchell 2012).

Mais recentemente, Powell e Mitchell (2004, 2012) realizaram outros estudos de áreas de vida, tanto para melhorar os estimadores estatísticos quanto para rever o conceito, propondo assim uma definição mais moderna do que é uma área de vida: "É a parte do mapa cognitivo de um animal que ele escolhe para se manter atualizado do status dos recursos (incluindo alimentos, companheiros potenciais, locais seguros), e onde está disposto a ir para atender as suas necessidades (mesmo que não possa ir a todos esses lugares)". Sendo esta uma abordagem explicitamente biológica é muito mais provável de ser produtiva para interpretar e prever as áreas de vida dos animais.

Um mapa cognitivo está formado pelos conceitos mentais dos lugares que um indivíduo conhece, dos quais pode “visualizar” os detalhes críticos mais importantes, sendo que estas áreas “visualizadas” serão as que definem as áreas de vida. No entanto, os animais são capazes de visitar novos lugares e guardar informação destes locais novos, assim como esquecer locais que não são visitados por muito tempo; o que faz que a natureza das áreas de vida não seja estática, mas sim dinâmica (Börger et al. 2008, Powell & Mitchell 2012, Spencer 2012).

A manutenção e atualização dos mapas cognitivos envolvem alguns custos (como o gasto de energia para visitar os lugares que fazem parte dos seus mapas), no entanto, estes custos são menores que quando se mantem territórios, os quais tem que ser ativamente defendidos, através de vocalizações ou confrontações com indivíduos invasores. Contudo, eles também obtêm benefícios, áreas de vida atualizadas fornecem informações sobre a localização dos recursos, e esse conhecimento afeta diretamente a aptidão de um animal (South 1999, Spencer 2012, Stillman et al. 2000, With and Crist 1996). Assim, animais que estão se dispersando geralmente apresentam uma menor taxa de reprodução e maior taxa de mortalidade que animais que ocupam áreas já definidas (Blanco & Cortés 2007, Gosselink et al. 2007, Soulsbury et al. 2008).

As características das áreas de vida (especialmente o tamanho) podem ser influenciadas por diversos fatores, os quais podem ser intrínsecos ou extrínsecos (Carbone et al. 2005, Jetz et al. 2004, Kelt e van Vuren 2001, Mysterud et al. 2001). A variação interespecífica no tamanho da área de vida é estudada há várias décadas, e muitos estudos mostraram que as variações são amplamente explicadas pelo tamanho corporal e pelo nível trófico (Carbone et al. 2005, Harestad & Bunnell 1979, Kelt e van Vuren 2001, Lindstedt et al. 1986); no entanto, estudos mais recentes revelam que as variações no tamanho da área de vida podem se manter, mesmo depois de controlar tanto a massa corporal quanto a filogenia, e propõem que fatores sociais e interações com vizinhos devem ser considerados dentro dos modelos, para entender as variações no uso de espaço (Jetz et al. 2004, Mysterud et al. 2001).

As variações intraespecíficas no tamanho das áreas de vida são atualmente menos compreendidas do que as variações interespecíficas, e podem mudar de acordo com as escalas espaciais e temporais de análise (Börger et al. 2006, Campos et al 2014, Kjellander et al. 2004). A principal dificuldade é que a variação intraespecífica no tamanho da área de vida também pode ser causada por uma série de fatores intrínsecos e extrínsecos. No entanto, na maioria dos estudos, apenas um ou alguns fatores foram usados para descrever estas variações e muitas vezes em uma escala espacial ou temporal específica (Caselli 2008, de Castro 2003, Harrison 1984, Janson & Goldsmith 1995, Setz 1993, Strier 1986, Vedder 1984). Alguns estudos mais recentes mostram que a temperatura e outros fatores climáticos são importantes preditores do tamanho da área de vida dos animais (Asencio 2012, Markham et al. 2013, Morellet et al. 2013, Naidoo et al. 2012, Pebsworth et al. 2012, Rivrud et al. 2010, van Beest et al. 2011).

### **O Gênero *Callithrix***

O gênero *Callithrix* Erxleben (1777) (Primates, Callithricidae) engloba um grupo de primatas endêmico de Brasil, distribuído principalmente na Mata Atlântica, mas também pode ser encontrado na Caatinga e no Cerrado, no Nordeste, Leste e Centro-oeste do país; sendo conhecidos comumente como saguis ou micos (Hershkovitz 1977, Groves 2005, Rylands et al. 1993, 2009).

O gênero é composto por primatas de pequeno porte, pesando entre 300 a 450 g, e adaptados à vida arborícola, mas podem usar também o chão para forragear. Em geral não apresentam dimorfismo sexual aparente, e a coloração da pelagem é de padrões crípticos (Ferrari 1988, Groves 2005, Hershkovitz 1977, Scanlon 1988).

Até 1968 eram reconhecidas três espécies de *Callithrix*, separadas em dois grupos principais devido à sua distribuição geográfica. O grupo *C. argentata* (conhecidos como saguis de orelha nua e orelha de borla) confinado à floresta amazônica ao sul dos rios Amazonas e

Madeira, incluindo as espécies *C. argentata* e *C. humeralifer*, cada um com três subespécies. E o grupo *C. jacchus* (conhecidos como saguis de orelha com tufos) distribuídos na mata atlântica, a caatinga e o cerrado, para o qual era reconhecida só a espécie *C. jacchus*, contendo cinco subespécies: *C. j. aurita*, *C. j. flaviceps*, *C. j. geoffroyi*, *C. j. jacchus* e *C. j. penicillata* (Herskovitz 1966, 1968).

Nas décadas de 70 e 80 começou um forte debate sobre o grupo *C. jacchus*, enquanto Herskovitz (1966, 1968, 1975, 1977) mantinha o grupo com uma espécie, *Callithrix jacchus*, com cinco subespécies; outros autores como Coimbra-Filho & Mittermeier (1973, Mittermeier e Coimbra-Filho 1981) e, Sussman & Kinzey (1984) deram o status de espécies a cada uma dessas subespécies. Além disso, identificaram duas subespécies para *C. aurita* (*C. a. aurita* e *C. a. petronius*), e para *C. penicillata* (*C. p. kuhlii* e *C. p. penicillata*), propondo um possível status de espécie completa para *C. p. kuhlii* (Groves 1993, Mittermeier et al. 1988, Rylands et al. 1993).

Revisões mais recentes reconhecem as duas espécies do grupo *C. argentata* (*Callithrix argentata* e *Callithrix humeralifer*) como um gênero diferente e suas subespécies como espécies, as quais são agora incluídas no gênero *Mico*, o qual é formado por catorze espécies (Aguiar et al. 2003, Rylands et al. 2009, Schneider et al. 2012, van Roosmalen 1998, van Roosmalen & van Roosmalen 2003, Rylands & Mittermeier 2009).

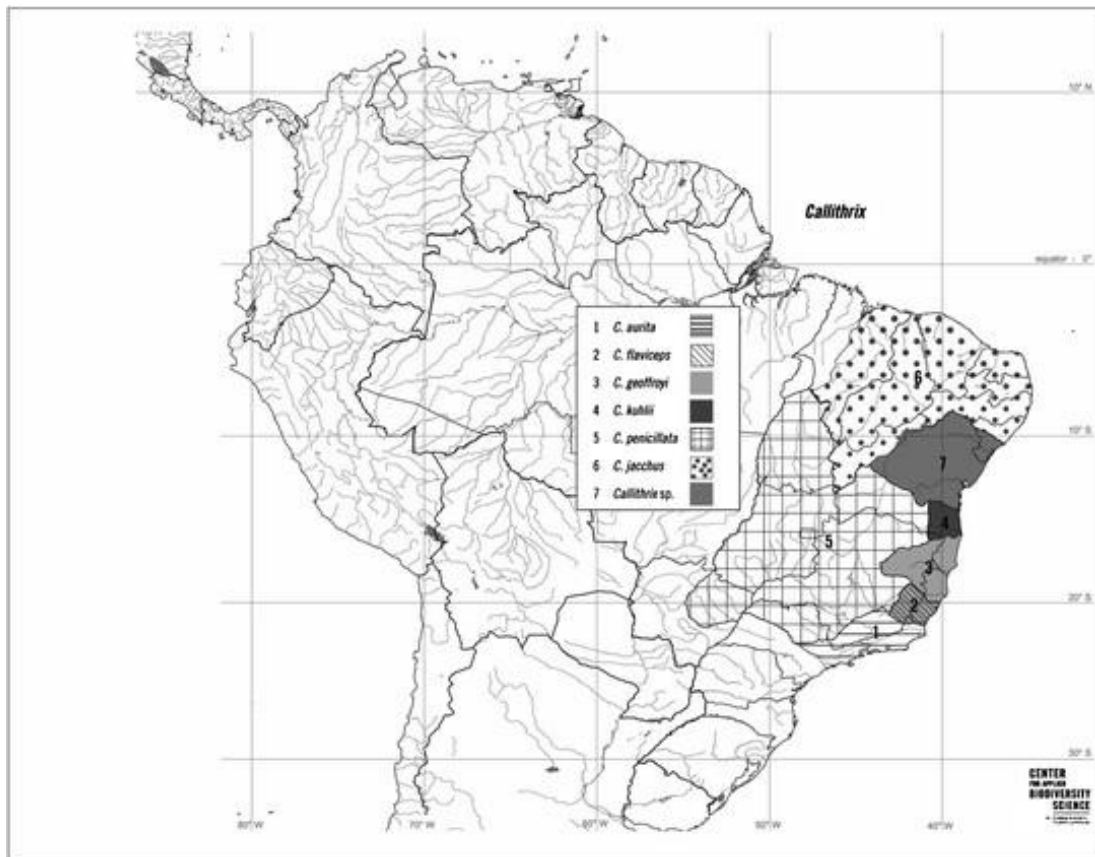
Atualmente, só as subespécies que faziam parte do grupo *C. jacchus* se mantem dentro do gênero *Callithrix*, que é composto por seis espécies (Figura 1), as quais tendo como base suas características de desenvolvimento, morfológicas, acústicas e genéticas, são subdivididas em dois subgrupos, o grupo “*aurita*” composto por *C. flaviceps* e *C. aurita* e o grupo “*jacchus*” composto pelas quatro espécies restantes do gênero (*C. jacchus*, *C. geoffroyi*, *C. penicillata* e *C. kuhlii*) (Malukiewicz et al. 2016, Marroig 1995, Marroig et al. 2004, Natori 1994, Rylands et al. 2009, Rylands & Mittermeier 2009).

O gênero pertence à família Callitrichidae, a qual tem um conjunto de características particulares que os distingue de outros primatas neotropicais, tais como: presença de garras modificadas em todos os dígitos, a exceção do dedo grande do pé, em lugar de unhas; molares superiores trituberculados, ausência do terceiro molar em cada lado de cada maxilar; supressão reprodutiva feminina (só uma fêmea se reproduz em cada temporada reprodutiva); e o nascimento de gêmeos por cada evento reprodutivo. Já os saguis apresentam adaptações morfológicas e comportamentais para furar troncos e ramos de certas espécies de árvores, para estimular o fluxo de goma (Coimbra-Filho 1972, Digby 2007, Ferrari 1988, Rylands 1984).

Todas as espécies do gênero são consideradas frugívoras-insetívoras alimentando-se de frutos, flores, néctar, exsudatos de árvores e presas animais (insetos, aranhas e pequenos vertebrados) (Alonso & Langguth 1989, Corrêa et al 2000, Ferrari 1988, Martins 1998, Rylands & de Faria 1993). A capacidade de consumir exsudatos, ricos em carboidratos e disponíveis em todas as estações, permite que mesmo em épocas de escassez de outros recursos suas necessidades energéticas sejam supridas (Castro & Araujo 2006, Ferrari 1993). Assim, as espécies com maior especialização dentária para a exsudativoria (*C. penicillata* e *C. jacchus*), são mais bem sucedidas, e conseguem ter grupos maiores e mais estáveis, maiores taxas reprodutivas e áreas de vida menores (Rylands 1996, Stevenson & Rylands 1988). Enquanto as espécies com especializações dentárias menos desenvolvidas para a gomivoria (*C. flaviceps* e *C. aurita*) são espécies com menor flexibilidade ecológica (Ferrari 1993; Martins & Setz 2000, Stevenson & Rylands 1988),

As seis espécies de *Callithrix* vivem em grupos familiares extensos de 3 até 15 indivíduos, e usam áreas de vida que variam de 0.3 (*C. jacchus*, em Maier et al. 1982) a 35 ha (*C. flaviceps*, em Ferrari 1988). Até o momento os estudos de suas áreas de vida são poucos, e limitados a só uma ou duas escalas espaciais e temporais, e considerando como fatores que poderiam influenciar essas áreas: a disponibilidade e distribuição de alimentos, do tamanho do grupo e da presença de grupos vizinhos (Ferrari 1988, Mendes Pontes & Monteiro da Cruz 1995, Stevenson & Rylands 1988, Passamani & Rylands 2000).

As seis espécies habitam áreas com forte pressão de desmatamento, ou que já foram muito desmatadas, como é o caso da Mata Atlântica (o bioma onde se encontram mais amplamente distribuídos). O desmatamento é o motivo principal pelo qual três das seis espécies descritas se encontram em algum grau de ameaça (*C. aurita* como “Vulnerável”, *C. flaviceps* como “Em perigo” e *C. kuhlii* como “Quase ameaçada”) e com suas populações decrescendo. As outras três espécies (*C. geoffroyi*, *C. jacchus* e *C. penicillata*) não se encontram em perigo de extinção, e suas populações estão estáveis ou aumentando como no caso de *C. penicillata*. As espécies *C. jacchus* e *C. penicillata* são invasoras em outras regiões no Brasil e Argentina, isto devido a introduções feitas pelo Homem, liberando-os em florestas ou por fugirem do cativeiro, podendo competir e deslocar, ou hibridizar com as espécies nativas (Rylands et al. 2008a, 2008b, 2008c, Rylands & Kierulff 2008, Rylands & Mendes 2008a, 2008b).



**Figura 1:** Distribuição das seis espécies de *Callithrix* (segundo Rylands et al. 2009).



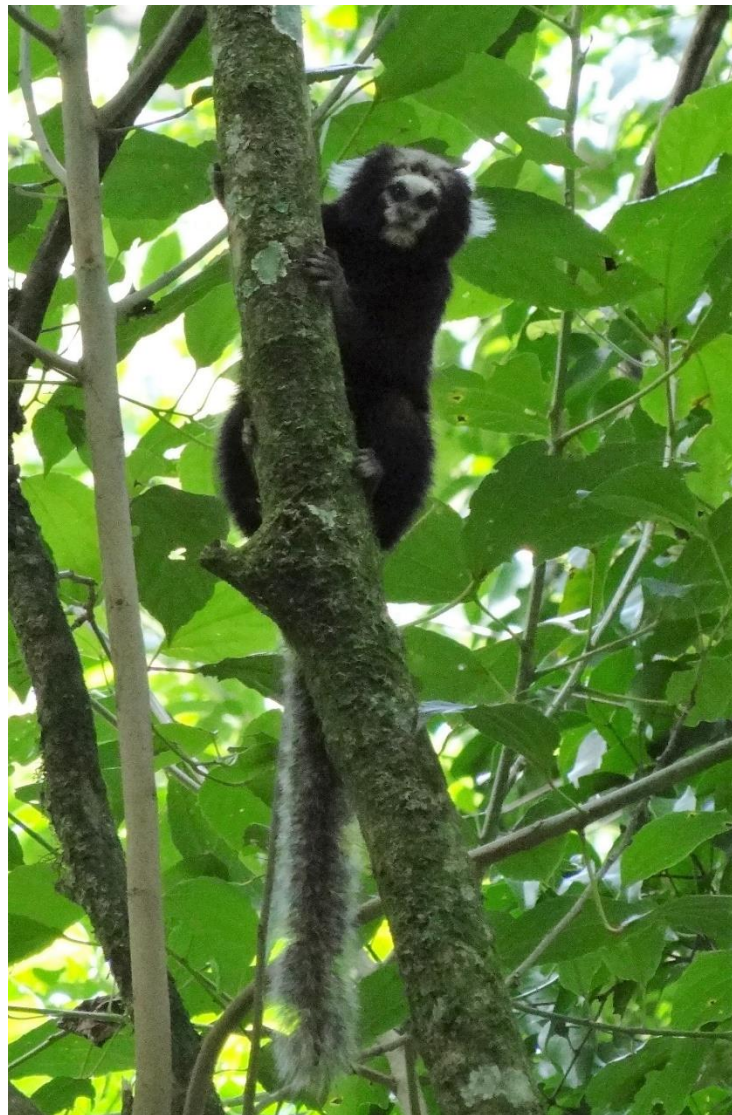
## **Objetivos gerais**

Os principais objetivos deste trabalho são:

- a) Estudar a variação temporal da área de vida de *Callithrix aurita*, e comparar esses resultados com outros disponíveis para a espécie.
- b) Investigar se parâmetros ambientais, tais como temperatura e precipitação; e ecológicos, como a disponibilidade de frutos; estão influenciando o tamanho da área de vida temporal e espacialmente.

### Grupo de estudo

Para o desenvolvimento desta pesquisa um grupo de *Callithrix aurita* (Figura 2) foi habituado pelo método de “perseguição intensiva” (Setz 1991) durante 95 dias, entre os meses de agosto e dezembro de 2016. O grupo foi composto por 14 indivíduos no começo do trabalho, e depois de um evento reprodutivo em junho de 2017, o número de indivíduos aumentou para 17, mantendo esse número até o final do trabalho de campo (outubro de 2017).



**Figura 2:** Indivíduo adulto de *Callithrix aurita* (Foto: Sánchez, A. M.)

## LITERATURA CITADA

- Aguiar, J. M. & T. E. Lacher Jr. 2003. On the morphological distinctiveness of *Callithrix humilis* Van Roosmalen et al., 1998. *Neotropical Primates* 11(1): 11-18.
- Alonso, C. & A. Langguth. 1989. Ecologia e comportamento de *Callithrix jacchus* (Primates: Callitrichidae) numa ilha de Floresta Atlântica. *Revista Nordestina de Biologia* 6: 105-137.
- Asensio, N., Schaffner, C. M., & Aureli, F. 2012. Variability in core areas of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in a tropical dry forest in Costa Rica. *Primates*, 53: 147-156.
- Belchior, C., K. Del-Claro & P. S. Oliveira. 2012. Seasonal patterns in the foraging ecology of the harvester ant *Pogonomyrmex naegeli* (Formicidae, Myrmicinae) in a Neotropical savanna: daily rhythms, shifts in granivory and carnivory, and home range. *Arthropod-Plant Interactions* 6: 571-582.
- Blanco, J. C. & Y. Cortés. 2007. Dispersal patterns, social structure and mortality of wolves living in agricultural habitats in Spain. *Journal of Zoology* 273:114-124.
- Börger, L., N. Franconi, F. Ferretti, F. Meschi, G. De Michele, A. Gantz, et al. 2006. An integrated approach to identify spatiotemporal and individual-level determinants of animal home range size. *American Naturalist*, 168: 471-485.
- Börger, L., B. D. Dalziel & J. M. Fryxell. 2008. Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. *Ecology Letters* 11: 637–650.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346–352.
- Campos, F. A., M. L. Bergstro, M. A. Childers, J. D. Hogan, K. M. Jack, A. D. Melin, K. N. Mosdossy, M. S. Myers, N. A. Parr, E. Sargeant, V. A. M. Schoof, & L. M. Fedigan. 2014. Drivers of home range characteristics across spatiotemporal scales in a Neotropical primate, *Cebus capucinus*. *Animal Behaviour* 91:93-109.
- Campos, F. A., & Fedigan, L. M. 2009. Behavioral adaptations to heat stress and water scarcity in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *American Journal of Physical Anthropology*, 138: 101-111.

- Carbone, C., G. Cowlshaw, N. J. B. Isaac & J. M. Rowcliffe. 2005. How far do animals go? Determinants of day range in mammals. *American Naturalist*, 165, 290-297.
- Castro, C. S. S. & A. Araújo. 2006. Diet and feeding behavior of Marmoset *Callithrix jacchus*. *Brazilian Journal of Ecology* 7(10): 14-19.
- Coimbra-Filho, A. F. 1972. Aspectos inéditos do comportamento de sagüis do gênero *Callithrix* (Callithricidae, Primates). *Revista Brasileira de Biologia* 32: 505–512.
- Coimbra-Filho, A. F., & R. A. Mittermeier. 1973. New data on the taxonomy of the Brazilian marmosets of the genus *Callithrix* (Erxleben, 1777). *Folia Primatologica*, 20, 264.
- Corrêa, H.K.M., P.E.G. Coutinho & S.F. Ferrari. 2000. Between-year differences in the feeding ecology of highland marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*) in south-eastern Brazil. *Journal of Zoology (London)* 252: 421-427.
- Darwin, C. 1861. *On the origin of species*. 3rd ed. Murray. London, UK.
- Dasilva, G.L. 1992. The western black-and-white colobus as a low-energy strategist: activity budgets, energy expenditure and energy intake. *J. Anim. Ecol.* 61:79-91.
- Di Bitetti, M. S. 2001. Home-range use by the tufted capuchin monkey (*Cebus apella nigratus*) in a subtropical rainforest of Argentina. *Journal of Zoology*, 253: 33-45.
- Digby, L. J., S. F. Ferrari & W. Saltzman. 2007. Callitrichines: The role of competition in cooperatively breeding species. In C. J. Campbell, A. Fuentes, & K. C. MacKinnon (Eds.), *Primates in perspective* (pp. 85-106). New York: Oxford University Press
- Ferrari, S. F. 1988. The behaviour and ecology of the buffy-headed marmoset, *Callithrix flaviceps* (O. Thomas, 1903) [PhD thesis]. University College, London.
- Ferrari, S. F. 1993. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In: RYLANDS, A. (Ed.). *Marmosets and Tamarins: systematics, behaviour, and ecology*. Oxford: Oxford University Press, pp. 315-328.

- Gosselink, T. E., T. R. Van Deelen, R. E. Warner & P. C. Mankin. 2007. Survival and cause-specific mortality of red foxes in agricultural and urban areas of Illinois. *Journal of Wildlife Management* 71:1862-1873.
- Groves, C. P. 1993. Order Primates. In: Wilson DE, Reeder DM (eds) *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*, 2nd edn. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 243–277
- Groves, C.P. 2005. Wilson, D.E.; Reeder, D.M. (eds.), ed. *Mammal Species of the World* 3 ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press. pp. 111–184.
- Harestad, A. S. & F. L. Bunnell. 1979. Home range and body-weight – a reevaluation. *Ecology*, 60, 389-402.
- Harrison, M.J.S. 1984. Optimal foraging strategies in the diet of the green monkey, *Cercopithecus sabaetus*, at Mt. Assirik, Senegal. *Int. J. Primatol.* 5: 435-471.
- Hershkovitz, P. 1966. On the identification of some marmosets Family Callithricidae (Primates). *Mammalia* 30(2):327–332
- Hershkovitz, P. 1968. Metachromism or the principle of evolutionary change in mammalian tegumentary colors. *Evolution* 22:556–575
- Hershkovitz, P. 1975. Taxonomy of Brazilian marmosets (Callithrix, Callitrichidae)-comments. *Folia Primatologica*, 24, 137–172.
- Hershkovitz, P. 1977. *Living New World monkeys (Platyrrhini): with an introduction to primates*. Chicago: University of Chicago Press.
- Jetz, W., C. Carbone, J. Fulford & J. H. Brown. 2004. The scaling of animal space use. *Science* 306:266-268.
- Kelt, D. A. & D. H. Van Vuren. 2001. The ecology and macroecology of mammalian home range area. *American Naturalist*, 157: 637-645.

- Kjellander, P., A. J. M. Hewison, O. Liberg, J. M. Angibault, E. Bideau, and B. Cargnelutti. 2004. Experimental evidence for density dependence of home range size in roe deer (*Capreolus capreolus* L.): a comparison of two long-term studies. *Oecologia* 139: 478-485.
- Kolts, J. R. & S. B. McRae. 2017. Seasonal home range dynamics and sex differences in habitat use in a threatened coastal marsh bird. *Ecology and Evolution* 7:1101–1111.
- Lindstedt, S. L., B. J. Miller & S. W. Buskirk. 1986. Home range, time, and body size in mammals. *Ecology*, 67, 413–418.
- Malukiewicz, J., C. M. Hepp, K. Guschanski & A. C. Stone. 2017. Phylogeny of the jacchus group of *Callithrix* marmosets based on complete mitochondrial genomes. *Am. J. Phys. Anthropol* 162: 157-169.
- Markham, A. C., V. Guttal, S. Alberts, & J. Altmann. 2013. When good neighbors don't need fences: temporal landscape partitioning among baboon social groups *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67: 875-884.
- Marroig, G. 1995. Espécies ou subespécies em *Callithrix*? *Neotropical Primates* 3: 10-13.
- Marroig, G., S. Cropp & J. M. Cheverud. 2004. Systematics and evolution of the jacchus group of marmosets (Platyrrhini). *American Journal of Physical Anthropology* 123: 11-22.
- Martins, M. M. 1998. Ecologia Alimentar do Sagui-Da-Serra-Escuro *Callithrix aurita* (Callitrichidae, Primates) Em Um Fragmento Florestal. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia)) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior.
- Martins, M. M. & E. Z. F. Setz. 2000. Diet of buffy tufted-eared marmosets (*Callithrix aurita*) in a forest fragment in southeastern Brazil. *International Journal of Primatology* 21(3): 467-476.
- Mendes Pontes, A. R. & M. A. O. Monteiro da Cruz. 1995. Home range, intergroup transfers, and reproductive status of common marmosets, *Callithrix jacchus*, in a forest fragment in north-eastern Brazil. *Primates* 36: 335-347.

- Mittermeier, R.A. & A.F. Coimbra-Filho. 1981. Systematics: Species and Subspecies. In: A.F. Coimbra-Filho & R.A. Mittermeier (eds.). Ecology and Behavior of Neotropical Primates, Vol. 1. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. pp. 29-110.
- Mittermeier, R. A., A. B. Rylands & A. F. Coimbra-Filho. 1988. Systematics: species and subspecies – an update. In: Mittermeier RA, Rylands AB, Coimbra-Filho AF, da Fonseca GAB (eds) Ecology and behavior of Neotropical primates, vol 2. World Wildlife Fund, Washington, DC, pp 13–75.
- Mysterud, A., F. J. Perez-Barberia & I. J. Gordon. 2001. The effect of season, sex and feeding style on home range area versus body mass scaling in temperate ruminants. *Oecologia (Berlin)* 127:30-39.
- Natori, M. 1994. Craniometrical variations among eastern Brazilian marmosets and their systematic relationships. *Primates* 35: 167–176.
- Passamani, M. & A. B. Rylands. 2000. Home range of a Geoffroy's marmoset group, *Callithrix geoffroyi* (Primates, Callitrichidae) in south-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 60(2): 275–281.
- Pebsworth, P. A., A. J. J. MacIntosh, H. R. Morgan & M. A. Huffman. 2012. Factors influencing the ranging behavior of chacma baboons (*Papio hamadryas ursinus*) living in a human-modified habitat. *International Journal of Primatology*, 33: 872-887.
- Peres, C. 1994. Primate responses to phenological changes in an Amazonian terra firme forest. *Biotropica*, 26: 98-112.
- Powell, R. A. & M. S. Mitchell. 2012. What is a home range? *Journal of Mammalogy* 93(4): 948–958.
- Rivrud, I. M., L. E. Loe, & A. Mysterud. 2010. How does local weather predict red deer home range size at different temporal scales? *Journal of Animal Ecology*, 79: 1280-1295
- Rocha, C. F. D. 1999. Home range of the Tropidurid lizard *Liolaemus lutzae*: sexual and body size differences. *Revista Brasileira de Biologia* 59(1):125-130.

- Rylands, A. B. 1984. Exudate-eating and tree-gouging by marmosets (Callitrichidae, Primates). In: A. C. Chadwick and S. L. Sutton (eds), *Tropical Rain Forest: The Leeds Symposium*, pp. 155–168. Leeds Philosophical and Literary Society, Leeds, UK
- Rylands, A. B. 1996. Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in Callitrichidae. *American Journal of Primatology* 38: 5-18.
- Rylands, A. B., A. F. Coimbra-Filho & R. A. Mittermeier. 1993. Systematics, geographic distribution, and some notes on the conservation status of the Callitrichidae. In: Rylands, A. (Ed.). *Marmosets and tamarins: systematics, behaviour, and ecology*. Oxford: Oxford University Press p. 11-77.
- Rylands, A. B., A. F. Coimbra-Filho & R.A. Mittermeier. 2009. The Sistematics and Distribution of the Marmosets (*Callithrix*, *Callibella*, *Cebuella*, and *Mico*) and Callimico (*Callimico*) (Callitrichidae, Primates). In: Ford, S.M.; Porter, L.M. e Davis, L.L.C. (eds). *The Smallest Anthropoids: The Marmoset/callimico Radiation* (PDF). Nova Iorque: Springer. pp. 25–63.
- Rylands, A. B. & D. S. de Faria. 1993. Habitats, feeding ecology and range size in the genus *Callithrix*. In: A. B. Rylands (ed.), *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour, and Ecology*, pp. 262–272. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Rylands, A. B, S. F. Ferrari & S. L. Mendes. 2008a. *Callithrix flaviceps*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T3571A9951402. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T3571A9951402.en>.
- Rylands, A. B. & M. C. M. Kierulff, 2008. *Callithrix kuhlii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T3575A9955873. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T3575A9955873.en>.
- Rylands, A. B., M. C. M. Kierulff, S.L. Mendes & M.M. de Oliveira. 2008b. *Callithrix aurita*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T3570A9949843. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T3570A9949843.en>. Downloaded on 12 December 2017.



- Rylands, A. B. & S. L. Mendes. 2008a. *Callithrix geoffroyi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T3572A9952962.  
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T3572A9952962.en>.
- Rylands, A. B. & S. L. Mendes. 2008b. *Callithrix penicillata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T41519A10486326.  
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41519A10486326.en>.
- Rylands, A. B. & R. A. Mittermeier. 2009. The Diversity of the New World Primates (Platyrrhini): An Annotated Taxonomy. In: Garber PA, Estrada A, Bicca-Marques JC, Heymann EW, Strier KB (eds). South American Primates: Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation 3rd edition ed. New York: Springer. pp. 23–54.
- Rylands, A.B, R.A. Mittermeier, M.M. de Oliveira & M.C.M. Kierulff. 2008c. *Callithrix jacchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T41518A10485463.  
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41518A10485463.en>.
- Rylands, A. B., H. Schneider, A. Langguth, R. A. Mittermeier, C. P. Groves & E. Rodríguez-Luna. 2000. An assessment of the diversity of New World primates. *Neotropical Primates* 8(2):61–93.
- Sale, P. F. 1971. Extremely Limited Home Range in a Coral Reef Fish, *Dascyllus aruanus* (Pisces; Pomacentridae). *Copeia* 1971(2):324–327
- Scanlon, C. E., N. R. Chalmers & M. A. O. Monteiro da Cruz. 1988. Changes in the size, composition, and reproductive condition of wild marmoset groups (*Callithrix jacchus jacchus*) in north east Brazil. *Primates* 29: 295-305.
- Schneider, H., J.A.R. Bernardi, D.B. da Cunha, C.H. Tagliaro, M. Vallinoto, S. F. Ferrari & I. Sampaio. 2012. A molecular analysis of the evolutionary relationships in the Callitrichinae, with emphasis on the position of the dwarf marmoset. *Zoologica Scripta* 41: 1-10.
- Setz, E.Z.F. 1991. Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo. In Rylands A.B. & Bernardes, A.T. (eds.). *A primatologia no Brasil*, 3. BeloHorizonte: Fundação Biodiversitas. pp. 411-435.

- Setz, E.Z.F. 1993. Ecologia alimentar de um grupo de pararucus (*Pithecia pithecia chrysocephala*) em um fragmento florestal na Amazônia Central. Tese Doutorado, Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Soulsbury, C. D., P. J. Baker, G. Iossa & S. Harris. 2008. Fitness costs of dispersal in red foxes (*Vulpes vulpes*). Behavioral Ecology and Sociobiology 62:1289-1298.
- South, A. 1999. Extrapolating from individual movement behavior to population spacing patterns in a ranging mammal. Ecological Modelling 117:343–360.
- Spencer, A. R., G. N. Cameron & R. K. Swihart. 1990. Operationally defining home range: temporal independence exhibited by hispid cotton rats. Ecology 71:1817–1822.
- Spencer, W. D. 2012. Home ranges and the value of spatial information. Journal of Mammalogy 93:929–947.
- Stevenson, M. F. & A. B. Rylands. 1988. The Marmosets, Genus *Callithrix*. In: Mittermeier, R.A., Coimbra-Filho, A.F., Fonseca, G.A.B. (Eds.) Ecology and behavior of neotropical primates. World Wildlife Fund, New York, Washington, D.C. 2:131-222.
- Stillman, T. A., J. D. Goss-Custard & J. Alexander. 2000. Predator search pattern and the strength of interference through prey depression. Behavioral Ecology 11:597-605.
- Sussman, R.W. & W.G. Kinzey. 1984. The Ecological Role of the Callitrichidae: a review. Am. J. Phys. Anthropol. 64: 419-449.
- Terborgh, J. 1983. Five New World primates: A study in comparative ecology. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Van Beest, F. M., I. M. Rivrud, L.E. Loe, J. M. Milner & A. Mysterud. 2011. What determines variation in home range size across spatiotemporal scales in a large browsing herbivore? J. Anim. Ecol. 80: 771–785.
- Van Roosmalen, M G. M. & T. Van Roosmalen. 2003. The description of a new marmoset genus, *Callibella* (Callitrichinae, Primates), including its molecular phylogenetic status. Neotropical Primates 11(1): 1–10.

- Van Roosmalen, M. G. M., T. Van Roosmalen, R. A. Mittermeier & G. A. B. da Fonseca. 1998. A new and distinctive species of marmoset (Callitrichidae, Primates) from the Lower Rio Aripuana, state of Amazonas, central Brazilian Amazonia. *Goeldiana Zoologia* 22: 1-27.
- With, K. A. & T. O. Crist. 1996. Translating across scales: simulating species distributions as the aggregate response of individuals to heterogeneity. *Ecological Modelling* 93:125–137.

## Capítulo 1

**Fatores determinantes na variação temporal da área de vida do “sagui-da-serra-escuro” *Callithrix aurita* na Mata Atlântica**

## RESUMO

Para uma espécie, o tamanho da área de vida pode variar devido a fatores intrínsecos e extrínsecos. No entanto, os fatores que influenciam essa variação ainda continuam mal compreendidos. A maioria dos estudos de variação intraespecífica no tamanho da área de vida investigou apenas um ou poucos fatores e muitas vezes em uma escala específica. No presente trabalho, pretendemos quantificar a variação no tamanho da área de vida da espécie de primata *Callithrix aurita*, numa escala temporal mensal e em duas escalas espaciais: áreas de uso total e áreas de uso centrais; e relacionar estas variações com os efeitos de determinantes climáticos (precipitação acumulada mensal e temperatura média mensal) e ambientais (disponibilidade de frutos). Foram estimadas áreas de vida mensais totais com os métodos do Mínimo Polígono Convexo (MPC) a 100% e a 95%, e o estimador de densidade de kernel fixo (EDKF) a 95% e a 90%, e também se fez o cálculo do EDKF a 50% para a identificação das áreas centrais. Para conhecer se a precipitação, a temperatura média mensal e a disponibilidade de frutos influenciam o tamanho da área de vida foi realizado um Modelo linear generalizado (GLM, família: gaussian) para cada variável dependente (áreas de vida EDKF a 95% e 50%). Os cálculos de área de vida para *C. aurita* apresentaram uma variação temporal mensal, com uma variação mínima mensal de 16,8ha de área de vida total (AVT) e 6,05ha de área central (AC) em setembro e um máximo de 49,47 ha AVT e 22,22ha AC em fevereiro. A área de vida total para os dez meses de estudo foi de 60,84 ha com o MPC (100%) e de 54,59 com o método de EDK (95%), sendo as maiores estimativas para o gênero, só comparável a um recente estudo de *C. kuhlii* que estimou uma área de vida de 58,3ha para essa espécie. Os resultados das análises de fatores influenciando o tamanho das áreas de vida mostraram que a temperatura média mensal e a precipitação acumulada mensal afetam positivamente as áreas de vida nas duas escalas espaciais (áreas a 95% e 50%), enquanto a disponibilidade de frutos as afeta negativamente também nas duas escalas. Nosso estudo ilustra como os fatores ecológicos e ambientais afetam o comportamento de movimento na espécie de primata *Callithrix aurita* em duas escalas espaciais e uma escala temporal, destacando a importância da disponibilidade de frutos, temperatura ambiental e precipitação no estabelecimento da área de vida.

## INTRODUÇÃO

Existem várias definições de área de vida, as quais com o tempo se tornaram cada vez mais complexas. Burt (1943), sem considerar movimentos exploratórios, define área de vida como a área que um indivíduo usa para forragear, acasalar e cuidar da sua prole. Van Winkle (1975) define-a como uma distribuição da frequência dos locais usados por um indivíduo ou grupo durante um período de tempo definido; ele acrescenta esta variável de tempo não especificada por Burt (1943). Powell e Mitchell (2012) definiram área de vida como o mapa cognitivo do ambiente de um animal, lembrado e atualizado constantemente. Assim, as áreas de vida são dinâmicas e podem mudar dependendo de fatores ambientais novos ou sazonais, e estão diretamente ligados a recursos importantes (Powell & Mitchell 2012).

Até o momento considera-se que os melhores preditores do tamanho da área de vida entre diferentes espécies são: o tamanho dos animais, o tamanho do grupo e a dieta (Clutton-Brock & Harvey 1977, Grant et al. 1992, Janson & Goldsmith 1995, Milton & May 1976, Pearce et al. 2013). Em geral, quanto maior a massa corpórea dos indivíduos e o tamanho dos grupos, maior será a área que usarão para atender às suas necessidades alimentares devido a uma maior competição de alimentação dentro do grupo (Clutton-Brock & Harvey 1977, Grant et al. 1992, Janson & Goldsmith 1995, Milton & May 1976, Pearce et al. 2013). Assim, dado que os recursos alimentares apresentam distribuição e disponibilidade variável, espacial e temporalmente, o tipo de alimento incluído na dieta também terá uma grande influência na forma como os indivíduos utilizam suas áreas de vida. O padrão dominante é que alimentos de maior qualidade (frutos), apresentam distribuição mais agregada e produção mais variável ao longo do ano. Já os alimentos de menor qualidade (folhas) ocorrem em maior abundância, apresentam distribuição espacial mais uniforme e podem ser encontrados durante todo o ano (Grant et al. 1992, Clutton-Brock 1977, Strier 2007).

No caso dos primatas, aquelas espécies que tem uma proporção maior de frutos na dieta obtêm mais energia em menores unidades de tempo do que primatas com dieta mais folívora

(Clutton-Brock & Harvey 1977, Strier 2007). No entanto, na natureza os frutos apresentam distribuição mais agregada que folhas, pelo que sua obtenção também requer um maior gasto de energia; devido ao maior tempo dispendido em viagens para sua procura, maiores são as distâncias percorridas diariamente e o tamanho da área de vida utilizada (Caselli 2013, Clutton-Brock & Harvey 1977, Strier 2007). Nesse contexto, variações no uso de espaço dentro de uma mesma espécie podem refletir a variação sazonal na disponibilidade de recursos alimentares (Caselli & Setz 2011, de Castro 2003, Harrison 1984, Janson & Goldsmith 1995, Setz 1993, Strier 1986, Vedder 1984).

Com exceção da disponibilidade de recursos, os fatores que influenciam a variação no uso do espaço dentro de uma mesma espécie permanecem mal compreendidos (Borger et al. 2006, Campos et al. 2014, Morellet et al. 2013). No entanto, alguns estudos mostram que a temperatura e outros fatores climáticos são importantes fatores preditores do tamanho da área de vida dos animais. Estes estudos são particularmente focados em algumas espécies de ungulados, e raramente essa abordagem é aplicada a outros grupos de animais (Morellet et al. 2013, Naidoo et al. 2012, Rivrud et al. 2010, van Beest et al. 2011). Para primatas, algumas poucas pesquisas estudaram como fatores espaciais e temporais podem afetar o tamanho das áreas de vida (Campos et al. 2014), a sobreposição nas áreas de vida (Markham et al. 2013), as distâncias diárias percorridas (Pebsworth et al. 2012) e as áreas centrais de uso (Asencio 2012).

No gênero *Callithrix*, o tamanho das áreas de vida varia consideravelmente de acordo com as espécies e o habitat utilizado. A menor área registrada até o momento foi de 0,5 ha em grupos de *Callithrix jacchus* no cerrado (Stevenson & Rylands 1988) e a maior foi de 58.3 ha em *C. kuhlii* na floresta atlântica (Raboy et al. 2008). Alguns autores verificaram que, neste gênero, as diferenças de estrutura e composição florística do habitat, a disponibilidade e a abundância de invertebrados e árvores produtoras de goma, e a presença de grupos vizinhos podem influenciar diretamente o tamanho da área de vida (Corrêa 1995, Faria 1984, Ferrari 1988, Rylands 1986, Passamani & Rylands 2000, Scanlon et al. 1989).

*Callithrix aurita* (sagui da serra escuro) é uma espécie endêmica do Brasil, e se encontra distribuída nas florestas tropicais de montanha do sudeste do país, na parte sul do estado de Minas Gerais, em Rio de Janeiro, e no leste e nordeste do estado de São Paulo (Brandão & Develey 1998, Ferrari et al. 1996). Na literatura só existem três estudos sobre a área de vida desta espécie; Muskin (1984) reporta a menor área de vida registrada com 11,5 ha para um grupo de 6 indivíduos, mas essa também era a área total do fragmento estudado; Ferrari et al. (1996) reportam uma área de vida de 35,3 ha para um grupo dentre 6-11 indivíduos; e a maior área de vida registrada foi de 39,9 ha por Brandão (1999) para um grupo de 10-12 indivíduos.

Entender os fatores que influenciam a variação nas características da área de vida continua sendo uma questão importante na ecologia comportamental, por isso o objetivo deste trabalho é estudar a variação temporal na área de vida de um grupo de *Callithrix aurita*, e se parâmetros ambientais, tais como temperatura e precipitação; e ecológicos, como a disponibilidade de frutos; influenciam o tamanho da área de vida mensalmente.

## **METODOLOGIA**

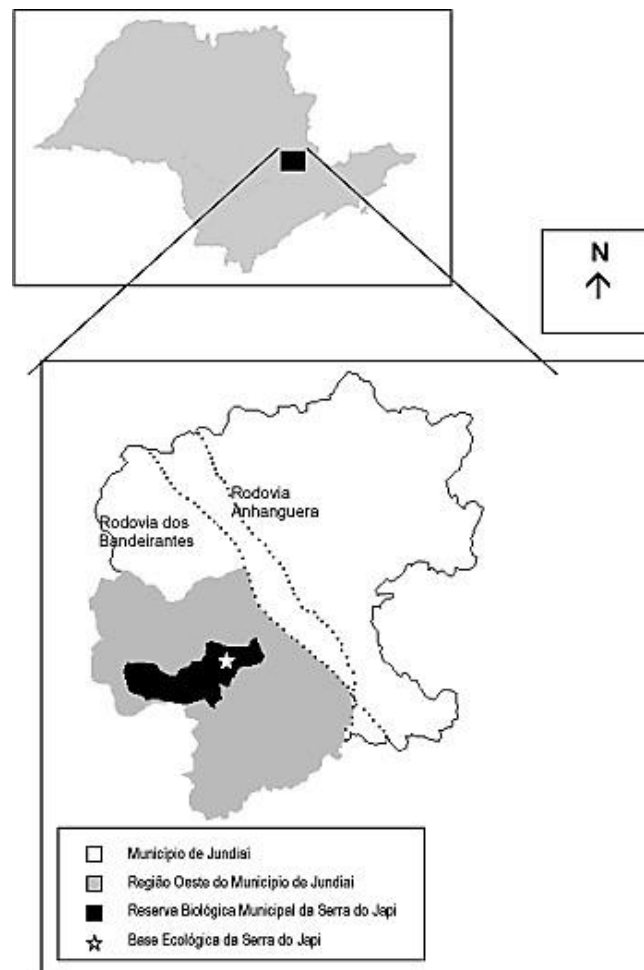
### **Área de Estudo**

Este estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica Municipal Serra do Japi (Figura 3), um remanescente de Mata Atlântica com 2.071 ha de extensão (sendo que a extensão de toda a Serra do Japi é de 35.000ha), localizada no estado de São Paulo, sudeste do Brasil, a aproximadamente 23°11' S e 46°52' W (Cardoso-Leite et al. 2005, Santoro & Machado Júnior 1992).

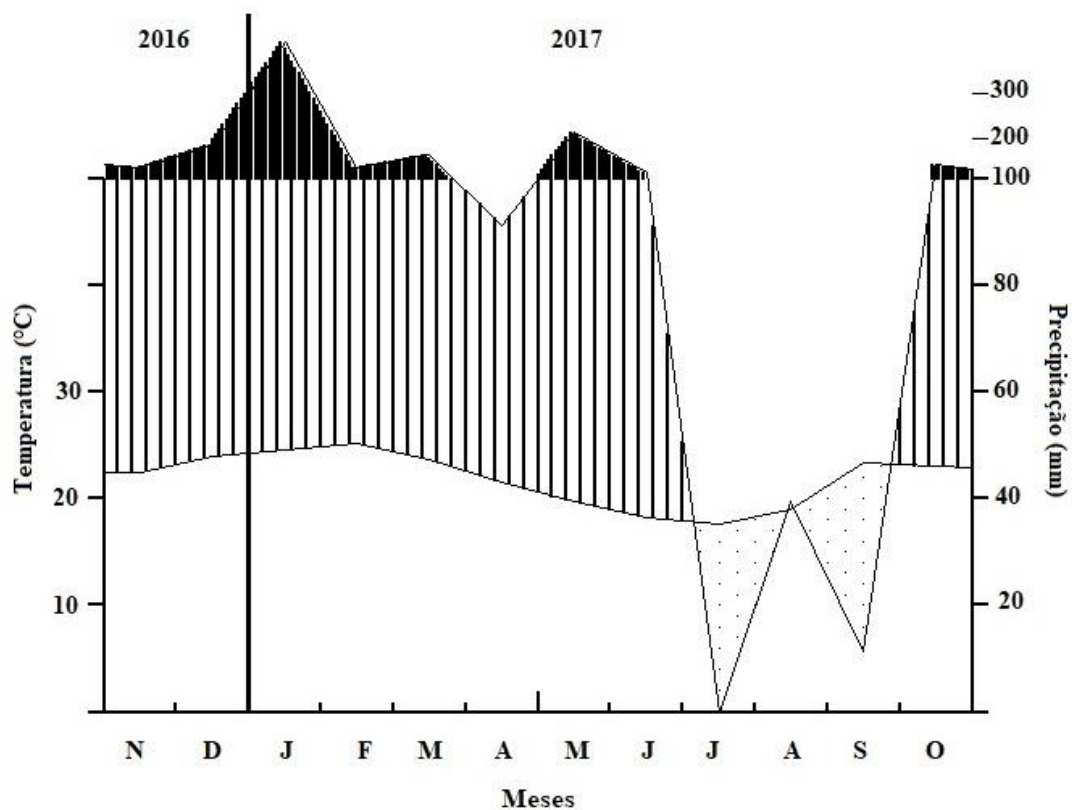
A Serra do Japi caracteriza-se por ter um terreno montanhoso, com altitudes variando de 700 até 1.300 metros (Cardoso-Leite et al. 2005, Santoro & Machado Júnior 1992), sendo que a área ocupada pelo grupo de estudo está situada entre os 950 e 1150 de altitude. A maior parte desta área ocupada corresponde a uma floresta estacional semidecídua montana, em que a vegetação predominante até 1040 m pode ser denominada como Floresta Mesófila Semidecídua, e em altitudes acima de 1040 m como Floresta Mesófila Semidecídua de Altitude (Cardoso-Leite et al. 2005, Leitão Filho 1992, Rodrigues & Shepherd 1992).



Na reserva, o tipo climático é o Cwa, caracterizado por um clima tropical de altitude com chuvas no verão e seca no inverno (Köppen 1948). Apresenta duas estações bem definidas, uma mais seca e fria, de abril a setembro, e outra úmida e quente, de outubro a março. A temperatura média anual é de 15,7°C nas zonas mais altas e 19,2°C nas mais baixas. O regime de chuvas apresenta uma predominância de dezembro a janeiro, as quais decrescem no inverno, assim a precipitação anual varia entre 1500 e 1367 mm (Morellato 1987; Pinto 1992). No período de estudo foram registrados eventos atípicos de baixa precipitação e altas temperaturas, sendo que a temperatura média anual foi de 21,7°C, e a precipitação anual de 996 mm (Figura 4).



**Figura 3:** Mapa da Reserva Biológica da Serra do Japi. Modificado de Cardoso-Leite et al. 2005.



**Figura 4:** Diagrama climático de Jundiaí, Brasil (segundo Walter 1971), baseado em dados meteorológicos coletados pela Estação Experimental de Jundiaí, entre os anos 2016 e 2017. Áreas escuras indicam períodos super-úmidos, áreas com linhas verticais indicam períodos úmidos, e áreas pontilhadas indicam períodos secos. Diagrama climático elaborado com o software ECD versão 2.0 (Sánchez A. M.).

### Coleta de dados de localização

Acompanhei um grupo habituado de *Callithrix aurita* (14-17 indivíduos) durante dez meses, entre janeiro e outubro de 2017, a partir do momento que deixavam o sítio de dormir (ao amanhecer, ou quando foram encontrados), até o próximo sítio de dormir no final do dia (ou até serem perdidos). Para cada mês coletei pelo menos cinco dias completos sem perder o grupo. Obtive um total de 50 dias completos, e 21 dias incompletos até o final do estudo. Registre as coordenadas geográficas a cada 15 minutos, tentando sempre marcar

aproximadamente o ponto no centro geométrico do grupo, utilizando um GPS portátil Garmin GPSMap 60 CSx.

### **Disponibilidade de frutos e obtenção de dados ambientais**

Paralelamente à coleta de dados comportamentais, monitorei a produção mensal de frutos de 372 árvores, em doze parcelas de vegetação, distribuídas *a priori* em lugares usados pelo grupo durante a fase de habituação. Para avaliar a produção mensal de frutos contei o total de árvores com frutos em cada mês, e calculei a porcentagem que esse valor representava do total de árvores monitorados (372 árvores).

Os dados de temperatura média mensal e precipitação foram obtidos da Estação Experimental de Jundiaí, disponibilizados pelo Centro integrado de informações agrometeorológicas (CIIAGRO).

### **Análise de área de vida**

Foi usado o pacote *rhR* (Signer & Balkenhol 2015) no software R, versão 3.4.3 (R Core Team 2017) para calcular as estimativas mensais da área de vida do grupo de estudo, usando o método do mínimo polígono convexo (MPC) (Calenge 2006, Mohr 1947), e o estimador de densidade de kernel fixo (EDKF) (Kernohan et al. 2001).

Para o primeiro método, calculei MPC a 100% e a 95% para permitir comparações com estudos anteriores, para a espécie (Brandão 1999, Ferrari et al. 1996, Muskin 1984) e o gênero (Ferrari 1988, Marquez et al. 2011, Raboy et al. 2008). Além disso, EDKF também foi

calculado para comparar as estimativas de área de vida com estudos recentes para o gênero (ou seja, Raboy et al. 2008). Foi calculado o EDKF a 95% e a 90% como um estimador mais robusto da área vida (Borger et al., 2006). Também calculei o EDKF a 50% para a identificação das áreas centrais (de Almeida Jacomo et al. 2013, Reyna-Hurtado et al. 2009).

Para o EDKF duas larguras de banda (bandwidths) foram selecionadas como parâmetros de suavização, a Validação de cruzamento mínimo (Least Square Cross Validation: hlscv) e a largura de banda de referência (The Reference Bandwidth: href). O href foi selecionado para fazer uma comparação com os cálculos de área de vida que poderiam ser subestimados ao usar hlscv (Worton 1989, Schuler et al. 2014, Fleming et al. 2015).

Para a análise de área de vida total (durante os 10 meses), selecionei as coordenadas geográficas marcadas a cada uma hora desde o primeiro horário marcado para cada dia de acompanhamento, para reduzir a autocorrelação dos dados. Para as estimativas usei MPC a 100% e EDK (hlscv) a 95%.

### **Influência de parâmetros ambientais e ecológicos na área da vida**

Para investigar se a precipitação, a temperatura média mensal e a disponibilidade de recursos estão influenciando a área de vida temporalmente, foram usados os dados obtidos do CIIAGRO e as medidas de disponibilidade de frutos como variáveis preditoras, e os dados de área de vida do EDKF (bandwidth hlscv) ao 50 % e 95% (valores de janeiro a outubro) como variáveis dependentes, e foi realizado um Modelo linear generalizado (GLM, família: gaussian) para cada variável dependente, usando nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS

### Disponibilidade de frutos e obtenção de dados ambientais

Os frutos de duas a dez morfoespécies zoocóricas estavam disponíveis por mês e representaram de 0,8 a 7,79% do total de árvores monitoradas (Tabela 1), confirmando a flutuação da produção de frutos na Serra do Japi (Caselli 2013, Morellato 1992).

O registro de temperatura média mensal mais alta foi no mês de fevereiro (25,2°C), e a média mais baixa foi em julho (17,6°C), com uma média de 21,57°C para todo o período de trabalho. O mês mais chuvoso foi janeiro (355,4 mm), e o mais seco julho (0 mm) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Dados de Temperatura média mensal (°C), Precipitação acumulada mensal (mm) (dados obtidos de CIIAGRO) e Disponibilidade de frutos, de janeiro a outubro de 2017.

| Mês       | T. média | Precipitação | Disp. Frutos |
|-----------|----------|--------------|--------------|
| Janeiro   | 24,6     | 355,4        | 1,34         |
| Fevereiro | 25,2     | 119,6        | 0,8          |
| Março     | 23,7     | 144,3        | 1,88         |
| Abril     | 21,5     | 91,2         | 2,69         |
| Mai       | 19,7     | 186,2        | 4,03         |
| Junho     | 18,2     | 111,1        | 2,96         |
| Julho     | 17,6     | 0            | 2,15         |
| Agosto    | 18,9     | 39,4         | 2,42         |
| Setembro  | 23,3     | 11,2         | 4,84         |
| Outubro   | 23       | 124,4        | 7,79         |

## **Análise de Área de vida**

Foi obtida uma média de 242 registros de localização por mês. E foram estimadas as áreas de vida de janeiro a outubro de 2017 (Anexos 1-10). As estimativas da área de vida variaram bastante entre os meses e entre os diferentes métodos utilizados. O estimador de densidade de kernel fixo (EDKF) usando o hlscv como largura de banda selecionada sempre foi o menor tamanho da área de vida, seguidos pelos valores do MPC ao 100%, sendo o EDKF usando o href (bandwidth) o cálculo que apresentou as maiores estimativas em todos os meses (Tabela 2).

A área de vida mensal do grupo mostrou uma diminuição gradual (Tabela 3), mas em agosto e outubro começou a mostrar um aumento. A área de vida variou de 61,7 ha (95% EDKF hlscv) para 82,23 ha (95% EDKF href) no mês de janeiro, sendo estes valores os maiores durante todos os meses de monitoramento. Já o mês com a menor área de vida foi setembro com 18,81 ha (95% EDKF hlscv) e 27.61 ha (95% EDKF href) (Tabela 2).

As áreas de vida centrais (50% EDKF) mostraram o mesmo padrão que as áreas de vida calculadas pelo EDKF a 95%, decrescendo nos primeiros meses, e mostrando aumentos em agosto e outubro.

O cálculo de área de vida total para os 10 meses de estudo foi de 60,84 ha com o MPC (100%) e de 54,59 com o método de EDK, as quais são as maiores estimativas de área de vida para o gênero, só comparáveis com as áreas de vida calculadas para *Callithrix kuhlii* (MPC: 58,3 e EDK 33,7) (Raboy et al. 2008).

**Tabela 2:** Estimativas de Área de Vida para *Callithrix aurita* na Reserva Biológica Serra do Japi, Jundiaí, SP; usando Mínimo Polígono Convexo (MPC), estimador de densidade de Kernel (EDK) com Least square cross validation bandwidth (hlscv) e EDK\* com Reference bandwidth (href). Dados em hectares.

|                   | <b>100%</b> | <b>95%</b> | <b>95%</b>       | <b>90%</b> | <b>50%</b> | <b>95%</b>       | <b>90%</b>  | <b>50%</b>  |
|-------------------|-------------|------------|------------------|------------|------------|------------------|-------------|-------------|
| <b>Referência</b> | <b>MPC</b>  | <b>MPC</b> | <b>EDK</b>       | <b>EDK</b> | <b>EDK</b> | <b>EDK*</b>      | <b>EDK*</b> | <b>EDK*</b> |
| Janeiro           | 55,68       | 51,86      | 61,7<br>(56,42)  | 53,36      | 22,22      | 82,23<br>(97,35) | 68,84       | 27,7        |
| Fevereiro         | 58,54       | 52,86      | 57,96<br>(50,64) | 49,47      | 18,97      | 80,71<br>(93,53) | 66,9        | 26,24       |
| Março             | 46,29       | 41,65      | 48,59<br>(45,34) | 41,81      | 14,83      | 66,14<br>(83,74) | 55,07       | 19,36       |
| Abril             | 41,41       | 38,89      | 37,79<br>(41,08) | 31,87      | 11,91      | 55,99<br>(79,38) | 46,09       | 17,24       |
| Maio              | 40,75       | 39,46      | 39,32<br>(42,22) | 33,12      | 13,34      | 59,77<br>(83,93) | 49,23       | 19,03       |
| Junho             | 34,77       | 29,42      | 31,39<br>(40,61) | 26,19      | 9,23       | 45,06<br>(70,03) | 36,47       | 11,79       |
| Julho             | 32,64       | 26,72      | 21,09<br>(36,47) | 17,41      | 6,64       | 34,45<br>(69,84) | 28,01       | 10,23       |
| Agosto            | 38,51       | 33,83      | 31,19<br>(37,65) | 25,64      | 8,71       | 54,27<br>(81,02) | 43,89       | 14,84       |
| Setembro          | 16,45       | 15,69      | 18,81<br>(33,35) | 16,8       | 6,05       | 27,61<br>(59,5)  | 22,61       | 8,31        |
| Outubro           | 35,23       | 30,03      | 31,49<br>(42,12) | 26,26      | 10,55      | 42,80<br>(68,12) | 34,82       | 11,46       |

**Tabela 3:** Resumo de resultados de estudos de área de vida para o gênero *Callithrix*

| <b>Espécie</b>                | <b>Referência</b>                     | <b>Localidade</b>                                        | <b>Tamanho de grupo</b> | <b>MPC (anual)</b> | <b>EDK (anual)</b> |
|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| <i>Callithrix aurita</i>      | Muskin 1984                           | Floresta Monte Alegre                                    | 6                       | 11,5               |                    |
|                               | Ferrari et al. 1996                   | Parque Estadual Serra do mar                             | 8                       | 35,3               |                    |
|                               | Brandão 1999                          | Parque Nacional da Serra da Bocaina                      | 10                      | 39,9               |                    |
|                               | Presente trabalho                     | Reserva Biológica Serra do Japi                          | 14-17                   | 60,84              | 54,59              |
| <i>Callithrix flaviceps</i>   | Alves 1986                            | Estação Biológica Caratinga                              | 8                       | 15                 |                    |
|                               | Ferrari 1988                          | Fazenda Montes Claros                                    | 10                      | 35,5               |                    |
|                               | Guimarães 1998                        | Estação Biológica Caratinga                              | 15                      | 33,9               |                    |
| <i>Callithrix geoffroyi</i>   | Passamani & Rylands 2000              | Aracruz Celulose S. A.                                   | 5-7                     | 23,3               |                    |
| <i>Callithrix kuhlii</i>      | Rylands 1989                          | Estação Experimental Lemos Maia                          | ---                     | 10                 |                    |
|                               | Raboy et al. 2008                     | Reserva Biológica Una                                    | 6                       | 58,3               | 33,7               |
| <i>Callithrix jacchus</i>     | Alonso & Langguth 1989                | Reserva Ecológica do Dep. De Sistemática e Ecologia UFPe | 8                       | 5                  |                    |
|                               | Hubrecht 1985                         | Estação Ecológica Tapacurá                               | 7                       | 1,3                |                    |
|                               | Scanlon et al. 1989                   | Estação Ecológica Tapacurá                               | 10                      | 4,8                |                    |
|                               | Stevenson & Rylands 1988              | Estação Ecológica Tapacurá                               | 8                       | 0,5                |                    |
|                               | De Castro 2003                        | Nisia Floresta experimental                              | 5                       | 1,6                |                    |
|                               | Mendes Pontes & Monteiro da Cruz 1995 | Floresta Dois Irmãos                                     | 10                      | 4,1                |                    |
| <i>Callithrix penicillata</i> | Fonseca & Lacher 1984                 | Reserva Ecológica do IBGE                                | 5                       | 2,5                |                    |
|                               | Faria 1986                            | Fazenda Água Limpa                                       | 13                      | 3,5                |                    |



### Influência de parâmetros ambientais e ecológicos na área da vida

As três variáveis preditoras: temperatura média, precipitação e disponibilidade de frutos, influenciam significativamente ( $P < 0.05$ ) tanto a área de vida a 95% (EDKF hlscv, Tabela 4) como a área de uso central a 50% (EDKF hlscv, Tabela 5). A temperatura e a precipitação influenciam positivamente o tamanho da área de vida, ou seja, temperaturas mais altas e maior precipitação, preveem áreas de vida maiores numa escala de tempo mensal. Por outro lado, a quantidade de frutos disponível teve uma influência negativa no tamanho da área de vida mês a mês.

Foi descartada a multicolinearidade das variáveis preditoras para os dois modelos (se obtiveram  $vif's < 2$  para todas as variáveis).

**Tabela 4:** Resumo dos resultados do Modelo linear generalizado (GLM, família: gaussian) para Área de vida ao 95% (EDKF hlscv) em relação a temperatura média, precipitação acumulada e disponibilidade de frutos. Análise feita para dados mensais (janeiro-outubro 2017).

| Parâmetro do modelo | Estimativa | SE       | <i>t</i> valor | <i>P</i> |
|---------------------|------------|----------|----------------|----------|
| (Intercepto)        | -2.82608   | 15.72951 | -0.18          | 0.8633   |
| Temp. média         | 1.8797     | 0.76152  | 2.468          | 0.0486   |
| Precipitação        | 0.07789    | 0.02112  | 3.687          | 0.0102   |
| Disp. Frutos        | -2.91222   | 0.94152  | -3.093         | 0.0213   |

**Tabela 5:** Resumo dos resultados do Modelo linear generalizado (GLM, família: gaussian) para Área de vida ao 50% (EDKF hlscv) em relação a temperatura média, precipitação acumulada e disponibilidade de frutos. Análise feita para dados mensais (janeiro-outubro 2017).

| Parâmetro do modelo | Estimativa | SE       | <i>t</i> valor | <i>P</i> |
|---------------------|------------|----------|----------------|----------|
| (Intercepto)        | -3.40002   | 4.53175  | -0.75          | 0.48147  |
| Temp. média         | 0.672456   | 0.219397 | 3.065          | 0.02208  |
| Precipitação        | 0.032211   | 0.006086 | 5.293          | 0.00184  |
| Disp. Frutos        | -0.86402   | 0.271255 | -3.185         | 0.01895  |

## DISCUSSÃO

### Área de vida de *Callithrix aurita*

No gênero *Callithrix* o tamanho das áreas de vida varia consideravelmente de acordo com as espécies, sendo que a área de vida estimada para nosso grupo de *Callithrix aurita* na Serra do Japi é uma das maiores para *Callithrix*, com tamanhos semelhantes observados só em *C. kuhlii* (Raboy et al. 2008), ainda que os tamanhos dos grupos para esses dois estudos foram bastante diferentes (17 ind. *C. aurita* e 6 ind. *C. kuhlii*). As diferenças no uso de espaço dentro do gênero podem ser explicadas por outros fatores: 1) diferentes períodos de duração dos estudos, pois a menor área de vida registrada para *C. jacchus* foi de 0,5 ha num período de seis meses (Stevenson & Rylands 1988), e as maiores foram para *C. kuhlii* com 58,3 ha (Raboy et al. 2008) e *C. aurita* com 60,84 ha (presente estudo), em períodos de doze e dez meses respectivamente; 2) diferentes tipos de habitat, devido à distribuição das diferentes espécies, podendo ser encontradas no cerrado, na caatinga e na mata atlântica (Rylands et al. 2009), 3) qualidade do habitat; enquanto alguns estudos foram realizados em pequenos fragmentos, onde as áreas de vida dos grupos coincidiam com o tamanho total do fragmento (de Castro 2003,

Faria 1986, Muskin 1984), outros se realizaram em áreas extensas (Brandão 1999, Ferrari et al. 1996, Raboy et al. 2008) e 4) diferenças na dieta, sendo que as espécies que consomem maior quantidade de gomas (*C. penicillata* e *C. jacchus*), precisariam de áreas de vida menores (Rylands 1996, Stevenson & Rylands 1988), que as espécies com maior proporção de frutos em sua dieta (*C. flaviceps* e *C. aurita*) (Ferrari 1993, Ferrari et al. 1996, Guimarães 1998, Stevenson & Rylands 1988).

Para a espécie *C. aurita* existem só três estudos de áreas de vida anteriores a este. No mais antigo, Muskin (1984) estimou uma área de vida de 11,5 ha para um grupo de 6 indivíduos, nesta pesquisa o grupo utilizou todo o fragmento onde se desenvolveu a pesquisa, pelo que é difícil comparar com estudos desenvolvidos em áreas muito mais extensas. Ferrari et al. (1996) e Brandão (1999), estimaram tamanhos semelhantes de áreas de vida, de 35,3 ha e 39,9 ha respectivamente, enquanto que para nosso estudo, utilizando o mesmo método de estimativa (MPC), obtivemos 60,84 ha. Por outro lado, o nosso grupo foi composto por 17 indivíduos, enquanto os outros dois estudos trabalharam com grupos de 8 e 10 indivíduos (ou seja, a metade do tamanho). Neste contexto, é mesmo esperado que o grupo use uma maior área para atender às suas necessidades alimentares devido a uma maior competição de alimentação intragrupo (Clutton-Brock & Harvey 1977, Grant et al. 1992, Janson & Goldsmith 1995, Milton & May 1976, Pearce et al. 2013).

### **Influência de parâmetros ambientais e ecológicos na área da vida de *Callithrix aurita***

Na escala de tempo mensal, nossos resultados demonstram que as flutuações climáticas e de disponibilidade de recursos desempenham papéis importantes na determinação do tamanho da área de vida. O efeito do clima, representado em nossos modelos pela temperatura média mensal e a precipitação mensal acumulada foram importantes variáveis explicativas nos modelos mensais de área de vida para nossas duas escalas espaciais (a 50% e 95%), especialmente nas áreas de uso centrais. As condições mais quentes foram associadas a áreas

de vida mensais maiores, este resultado difere dos encontrados em outras pesquisas anteriores que encontraram níveis de atividade reduzidos com o aumento da temperatura (Börger et al. 2006, Campos et al. 2014, Campos & Fedigan 2009, Rivrud 2013, van Beest 2011). Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que nas áreas desses estudos os meses mais quentes mostraram temperaturas muito mais altas, esses meses coincidiram com a temporada de menor precipitação, enquanto em nosso estudo esses meses foram os mais chuvosos, e o tipo de vegetação foi de florestas tropicais secas, florestas esclerófilas e pastagens, as quais tem uma composição muito diferente das florestas semidecíduas que compõem nossa área de estudo.

Em condições mais frias o tamanho das áreas de vida foi sempre menor, e embora nossos dados de temperatura média mensal mostrem uma diferença de 7°C entre o mês mais quente e o mais frio, se olharmos para a temperatura mínima média mensal essa diferença é ainda mais acentuada. Assim, condições de temperaturas mais frias, especialmente no início do dia, podem modificar o comportamento de primatas (Gestich et al. 2014), tendo como resultado que estes animais podem iniciar suas atividades mais tardiamente. Além disso, na nossa área de estudo os meses mais frios também apresentam duração do dia mais curto, pelo que o nosso grupo de estudo iria dormir mais cedo que nos meses de verão (obs. pessoal).

Nos nossos modelos, incluímos também a precipitação como uma variável preditora climática. Esta seleção foi devido a que outros estudos indicaram que a precipitação pode ser uma importante variável explicativa da variação do tamanho das áreas de vida (Borger et al. 2006, van Beest 2011), e também pelo fato de não estar correlacionada com a temperatura média. Assim, nos nossos modelos a precipitação tem um efeito positivo no tamanho da área de vida mensal para o nosso grupo de estudo, sendo que para os trabalhos com ungulados sempre esta relação foi negativa (Borger et al. 2006, van Beest 2011). Já para o único trabalho deste tipo com primatas (Campos et al. 2014) a precipitação não foi incluída no modelo por estar altamente correlacionada com a temperatura.

Os efeitos dos recursos alimentares no tamanho da área de vida foram representados em nossos modelos pela disponibilidade de frutos. Para *Callithrix* o consumo de gomas também é uma importante fonte de alimento (Ferrari et al. 1996, Raboy et al. 2008, Stevenson & Rylands 1988), porém a disponibilidade deste recurso não foi incluída nos modelos por não ter mostrado variação nas parcelas monitoradas ao longo do período de estudo.

A disponibilidade de frutos mostrou uma relação negativa com o tamanho de área de vida mensal, ou seja, quando menor foi a disponibilidade de frutos, maior foi o tamanho da área de vida. Estes resultados são consistentes com pesquisas anteriores sobre outras espécies de primatas (Dasilva 1992, Di Bitetti 2001, Harrison 1984, Peres 1994, Terborgh 1983). Uma possível explicação para este padrão é a compensação relacionada ao movimento por déficits nutricionais durante a escassez de frutos, que pode incluir mudança no tamanho e posição da área de vida, ou aumento do esforço de forrageamento (realizar viagens mais longas). Esta estratégia pressupõe um maior gasto energético, para obter quantidade suficiente de itens de melhor qualidade (estratégia de alto custo, porém com alto retorno) (Harrison 1984, Hemingway & Bynum 2005, Norberg 1977, van Schaik & Brockman 2005, van Schaik et al. 1993, Vedder 1984).

Nosso trabalho demonstra que fatores ecológicos e ambientais afetam o comportamento de movimento (representado pelo tamanho da área de vida) de nossa espécie de estudo *Callithrix aurita* em duas escalas espaciais (área de vida central e área de vida total) e em uma escala temporal mensal, destacando-se a importância da disponibilidade de frutos, temperatura ambiental e precipitação no estabelecimento da área de vida. Diante destes resultados, concordamos com a noção de que a área de vida é variável, mas chamamos a atenção a que os fatores que influenciam essa variação podem mudar dependendo do ecossistema estudado, pelo que recomendamos que estudos deste tipo foquem suas pesquisas em escalas espaciotemporais amplas, além de que incluam o maior número de fatores ecológicos e ambientais dentro dos modelos, para assim conseguir estabelecer padrões no comportamento de movimento das espécies em diferentes ecossistemas.

## LITERATURA CITADA

- Alonso, C., & Langguth, A. 1989. Ecologia e comportamento de *Callithrix jacchus* (Callitrichidae, Primates) numa ilha de Floresta Atlântica. *Revista Nordestina de Biologia*, 6, 105–137.
- Alves, M. C. 1986. Observações sobre o *Callithrix flaviceps* (Thomas, 1903) na Estação Biológica de Caratinga - EBC/FBCN, MG. (Callitrichidae, Primates). In M. T. Mello (Ed.) *A Primatologia no Brasil* –2(pp. 205–206). Brasília: Sociedade Brasileira de Primatologia.
- Asensio, N., Schaffner, C. M., & Aureli, F. 2012. Variability in core areas of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in a tropical dry forest in Costa Rica. *Primates*, 53: 147-156.
- Brandão, L. D. 1999. Distribuição altitudinal e ambiente preferencial de *Callithrix aurita* Humboldt, 1812 (Callitrichidae, Primates) na Estação Ecológica de Bananal, Serra da Bocaina, São Paulo, Brasil. Master's Thesis, Universidade de São Paulo.
- Brandão, L. D. & P. F. Develey. 1998. Distribution and conservation of the buffy-tufted-ear marmoset, *Callithrix aurita*, in lowland coastal Atlantic forest, south-east Brazil. *Neotropical Primates* 6(3): 86-88.
- Börger, L., Franconi, N., Ferretti, F., Meschi, F., De Michele, G., Gantz, A., et al. 2006. An integrated approach to identify spatiotemporal and individual-level determinants of animal home range size. *American Naturalist*, 168: 471-485.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346-352.
- Calenge, C. 2006. The package “adehabitat” for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197:516-519.
- Campos, F. A., & L. M. Fedigan. 2009. Behavioral adaptations to heat stress and water scarcity in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *American Journal of Physical Anthropology*, 138: 101-111.

- Cardoso-Leite, E., M. I. Pagani, R. Monteiro & D. S. Hamburger. 2005. Ecologia da paisagem: mapeamento da vegetação da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19(2): 233-243.
- Caselli, C. B. 2013. Comportamento territorial de *Callicebus nigrifrons* Spix, 1823 (Pitheciidae): influência da disponibilidade de frutos e possíveis funções das vocalizações de longo alcance. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Instituto de Biologia.
- Caselli, C. B & E. Z. F. Setz. 2011. Feeding Ecology and Activity Pattern of Black-fronted Titi Monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in a Semideciduous Tropical Forest of Southern Brazil. *Primates* 52: 351-359.
- Clutton-Brock, T.H. 1977. Some aspects of intraspecific variation in feeding and ranging behaviour in primates. *J. Zool, Lond.* 183:539-556.
- Clutton-Brock, T. H. & P. H. Harvey. 1977. Primate ecology and social organization. *J. Zool, Lond.* 183:1-39.
- De Almeida, A. T., M. M. Furtado, C. K. Kashivakura, J. Marinho-Filho, R. Sollmann, N. M. Torres, & L. Silveira. 2013. White-lipped peccary home-range size in a protected area and farmland in the central Brazilian grasslands. *Journal of Mammalogy* 94:137-145.
- De Castro, C. S. S. 2003. Tamanho da área de vida e padrão de uso de espaço em grupos de saguis, *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callithrichidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 91–96.
- Faria, D. S. 1986. Tamanho, composição de um grupo social e a área de vivência (home-range) do sagui *Callithrix jacchus penicillata* na mata ciliar do córrego Capetinga, Brasília, DF. In M. T. Mello (Ed.) *A Primatologia no Brasil* –2(pp. 87–105). Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Primatologia.
- Ferrari, S. F. 1988. The behaviour and ecology of the buffy-headed marmoset, *Callithrix flaviceps* (O. Thomas, 1903) [PhD thesis]. University College, London.
- Ferrari, S. F., H. Kátia, M. Corrêa & P. E. G. Coutinho. 1996. Ecology of the “Southern” Marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*). In: Norconk M.A., Rosenberger A.L., Garber P.A. (eds) *Adaptive Radiations of Neotropical Primates*. Springer, Boston, MA.

- Fleming, C. H., W. F. Fagan, T. Mueller, K. A. Olson, P. Leimgruber & J. M. Calabrese. 2015. Rigorous home range estimation with movement data: a new autocorrelated kernel density estimator. *Ecology* 96:1182-1188.
- Fonseca, G. A. B., & Lacher, T. E. 1984. Exudate-feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semideciduous woodland (Cerradão) in central Brazil. *Primates* 25: 441-449.
- Gestich, C. C., Caselli, B. Christini & E. Z. F. Setz. 2014. Behavioural Thermoregulation in a Small Neotropical Primate. *Ethology*, 120: 331-339.
- Grant, J. W. A., C. A. Chapman & K. S. Richardson. 1992. Defended versus undefended home range size of carnivores, ungulates and primates. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 31:149-161.
- Guimarães, A. 1998. Ecology and social behaviour of buffy-headed marmosets *Callithrix flaviceps*. *Neotropical Primates* 6: 51–52.
- Harestad, A. S., & F. L. Bunnell. 1979. Home range and body weight: a re-evaluation. *Ecology*, 60: 389-402.
- Harrison, M.J.S. 1984. Optimal foraging strategies in the diet of the green monkey, *Cercopithecus sabaetus*, at Mt. Assirik, Senegal. *Int. J. Primatol.* 5: 435-471.
- Hemingway, C. A., & N. Bynum. 2005. The influence of seasonality on primate diet and ranging. In D. K. Brockman, & C. P. van Schaik (Eds.), *Seasonality in primates: Studies of living and extinct human and non-human primates* (pp. 57-104). New York, NY: Cambridge University Press.
- Hubrecht, R. C. 1985. Home-range size and use and territorial behavior in the common marmoset, *Callithrix jacchus jacchus*, at the Tapacura Field Station, Recife, Brazil. *International Journal of Primatology* 6: 533–550.
- Janson, C. H., & Goldsmith, M. L. 1995. Predicting group size in primates: foraging costs and predation risks. *Behavioral Ecology*, 6: 326-336.
- Kernoham, B.J., R. A. Gitsen & J. J. Millspaugh. 2001: Analysis of animal space use and movements. - In: Millspaugh, J.J. and Marzluff, J.M. (Eds.); *Radio Tracking and Animal Populations*. Academic Press, San Diego, USA, pp. 125-166.



- Köppen, W. 1948. Climatologia. México-Buenos Aires. Ed. Fundo de Cultura Econômica, 478p.
- Leitão Filho, H. F. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. In: Morellato, L.P.C. História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Editora da Unicamp-Fapesp, Campinas. 321p. Mammalogy 91(3): 561-565.
- Markham, A. C., V. Guttal, S. Alberts, & J. Altmann. 2013. When good neighbors don't need fences: temporal landscape partitioning among baboon social groups Behavioral Ecology and Sociobiology, 67: 875-884.
- Marques, A.A.B., M. Schneider & C.J.R. Alho. 2011. Translocation and radiotelemetry monitoring of black-tailed marmosets, *Callithrix (Mico) melanura* (É. Geoffroy in Humboldt), in a wildlife rescue operation in Brazil. Brazilian Journal of Biology, 71(4), 983-989.
- Mendes Pontes, A. R., & M. A. O. Monteiro da Cruz. 1995. Home range, intergroup transfers, and reproductive status of common marmosets *Callithrix jacchus* in a forest fragment in North-Eastern Brazil. Primates 36: 335–347
- Milton, K. E. & M. L. May. 1976. Body weight, diet and home range area in primates. Nature, London 259:459-462.
- Mohr, C. O. 1947. Table of equivalent populations of North American mammals, American Midland Naturalist 37:223–249.
- Morellato, L. P. C. 1987. Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiaí, SP. Tese de Doutorado, Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Morellet, N., C. Bonenfant, L. Börger, F. Ossi, F. Cagnacci, M. Heurich, et al. 2013. Seasonality, weather and climate affect home range size in roe deer across a wide latitudinal gradient within Europe. Journal of Animal Ecology, 82: 1326-1339.
- Muskin, A. 1984. Preliminary field observations of *Callithrix aurita* (Callitrichinae, Cebidae). In M. T. D. Mello (Ed.) A Primatologia no Brasil –1(pp. 79–82). Brasília: Sociedade Brasileira de Primatologia.

- Naidoo, R., P. Preez, G. Stuart-Hill, L. Chris Weaver, M. Jago & M. Wegmann. 2012. Factors affecting intraspecific variation in home range size of a large African herbivore. *Landscape Ecology*, 27: 1523-1534.
- Norberg, R.A. 1977. Ecological theory on foraging time and energetics and choice of optimal food searching method. *J. Anim. Ecol.* 46: 511-529.
- Passamani, M & A. Rylands. 2000. Home range of a Geoffroy's marmoset group, *Callithrix geoffroyi* (Primates, Callitrichidae) in South-eastern Brazil. *Revista brasileira de biologia*. 60. 275-281.
- Pearce, F., C. Carbone, G. Cowlishaw, & N. J. B. Isaac. 2013. Space-use scaling and home range overlap in primates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280: 2012-2122.
- Pebsworth, P. A., A. J. J. MacIntosh, H. R. Morgan & M. A. Huffman. 2012. Factors influencing the ranging behavior of chacma baboons (*Papio hamadryas ursinus*) living in a human-modified habitat. *International Journal of Primatology*, 33: 872-887.
- Pinto, H. S. 1992. Clima da Serra do Japi. In: *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Ed.Unicamp-Fapesp, Campinas. 321p.
- Powell, R. A. & M. S. Mitchell. 2012. What is a home range? *Journal of Mammalogy* 93: 948-958.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>.
- Raboy, B., G. Canale & J. Dietz. 2008. Ecology of *Callithrix kuhlii* and a Review of Eastern Brazilian Marmosets. *International Journal of Primatology*. 29. 449-467.
- Reyna-Hurtado, R., E. Rojas-Flores & G. W. Tanner. 2009. Home range and habitat preferences of white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) in Calakmul, Campeche, Mexico. *Journal of Mammalogy* 90:1199-1209.
- Rivrud, I. M., L. E. Loe, & A. Myrsetrud. 2010. How does local weather predict red deer home range size at different temporal scales? *Journal of Animal Ecology*, 79: 1280-1295.
- Rodrigues, R. R. & G. J. Shepherd. 1992. Análise de variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. In: *História Natural da Serra*

do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Ed.Unicamp-Fapesp, Campinas. 321p.

Rose, L. M., & L. M. Fedigan. 1995. Vigilance in white-faced capuchins, *Cebus capucinus*, in Costa Rica. *Animal Behaviour*, 49: 63-70.

Rylands, A. B. 1989. Sympatric Brazilian callitrichids: The black tufted-ear marmoset, *Callithrix kuhlii*, and the golden-headed lion tamarin, *Leontopithecus chrysomelas*. *Journal of Human Evolution* 18: 679–695.

Rylands, A. B., A. F. Coimbra-Filho & R.A. Mittermeier. 2009. The Systematics and Distribution of the Marmosets (*Callithrix*, *Calibella*, *Cebuella*, and *Mico*) and Callimico (*Callimico*) (Callitrichidae, Primates). In: Ford, S.M.; Porter, L.M. e Davis, L.L.C. (eds). *The Smallest Anthropoids: The Marmoset/callimico Radiation* (PDF). Nova Iorque: Springer. pp. 25–63.

Santoro, E. & D. L. Machado Júnior. 1992. Elementos geológicos da Serra do Japi. In Morellato, L.P.C. (ed.). *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp. pp.24-29.

Scanlon, C. E., N. R. Chalmers & M. A. O. Monteiro da Cruz. 1989. Home range use and the exploitation of gum in the marmoset *Callithrix jacchus jacchus*. *International Journal of Primatology*, 19, 123–136.

Schuler, K. L., G. M. Schroeder, J. A. Jenks & J. G. Kie. 2014. Ad hoc smoothing parameter performance in kernel estimates of GPS-derived home ranges. *Wildlife Biology* 20:259-266.

Stevenson, M. F. & A. B. Rylands. 1988. The marmosets genus *Callithrix*. pp. 131-222 In: R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho & G. A. B. Fonseca (eds.), *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*. vol. 2. World Wildlife Fund, Washington DC.

Strier, K. B. 2007. Food, foraging and females. In Strier, K.B. (ed.). *Primate Behavioral Ecology*. Boston: Allyn and Bacon. pp. 179-210.

Van Schaik, C. P., & D. K. Brockman. 2005. Seasonality in primate ecology, reproduction, and life history: an overview. In D. K. Brockman, & C. P. van Schaik (Eds.), *Seasonality in primates*:

Studies of living and extinct human and non-human primates (Vol. 44); (pp. 3-20). New York, NY: Cambridge University Press.

Van Beest, F. M., Rivrud, I. M., Loe, L. E., Milner, J. M., & Mysterud, A. (2011). What determines variation in home range size across spatiotemporal scales in a large browsing herbivore? *Journal of Animal Ecology*, 80: 771-785.

Van Schaik, C. P., J. W. Terborgh, & S. J. Wright. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24: 353-377.

Van Winkle, W. 1975. Comparison of several probabilistic home-range models. *Journal of Wildlife Management* 39:118-123.

Vedder, A.L. 1984. Movement patterns of a group of free-ranging mountain gorillas (*Gorilla gorilla beringei*) and their relation to food availability. *Am. J. Primatol.* 7:73-88.

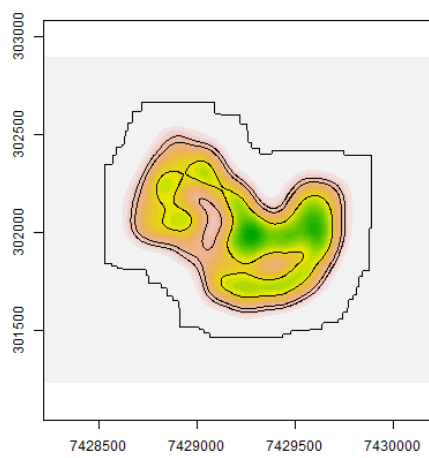
Walter, H. 1971. *Ecology of Tropical and Subtropical Vegetation*. Edinburgh: Oliver and Boyd.

Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70:164-168.

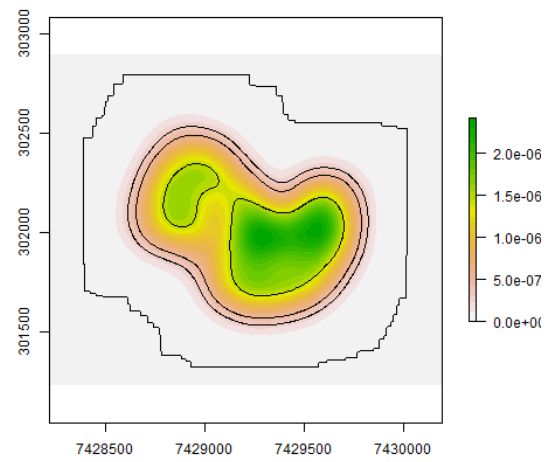
## ANEXOS

**Anexo 1:** Estimativa da área de vida para o mês de janeiro com (A) EDK (bandwidth=hslev), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

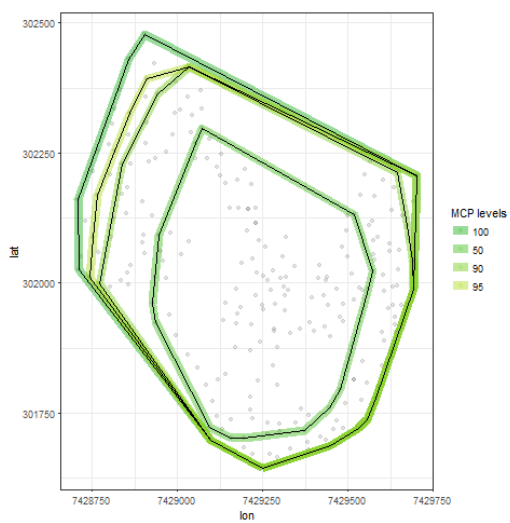
**A**



**B**

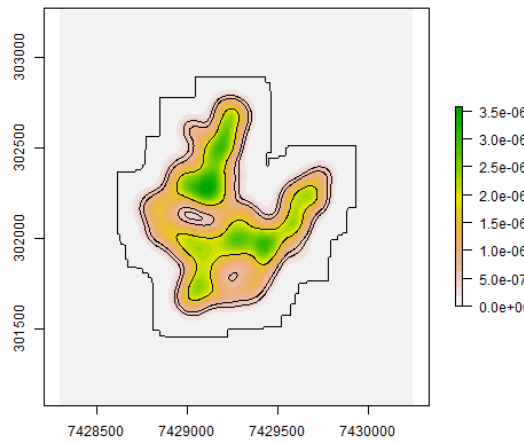


**C**

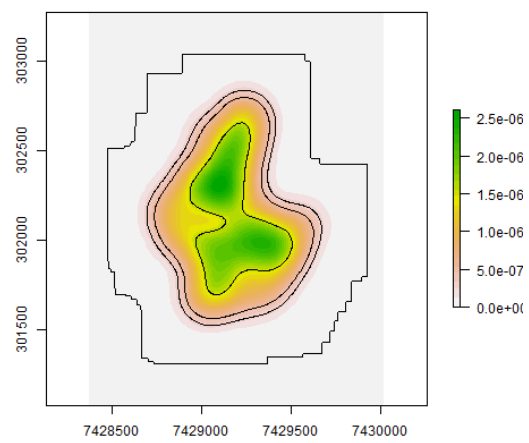


**Anexo 2:** Estimativa da área de vida para o mês de fevereiro com (A) EDK (bandwidth=hslev), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

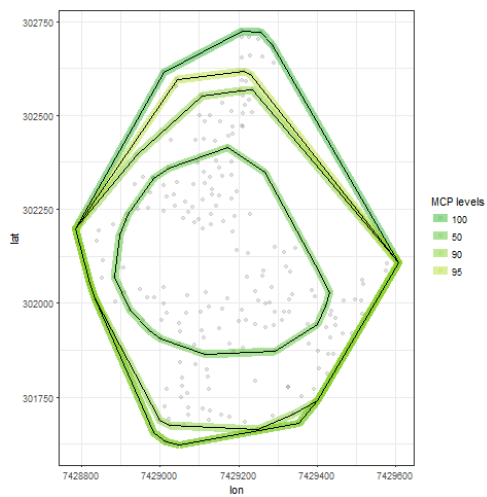
**A**



**B**

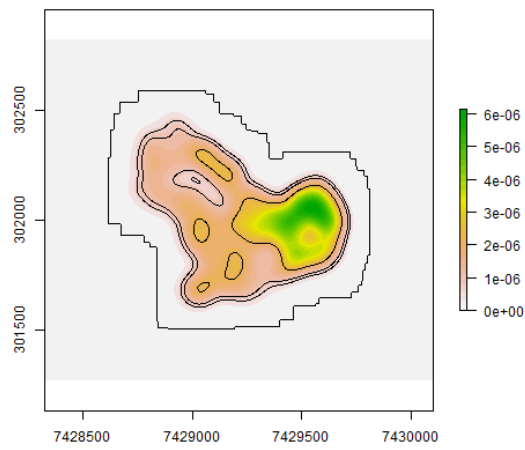


**C**

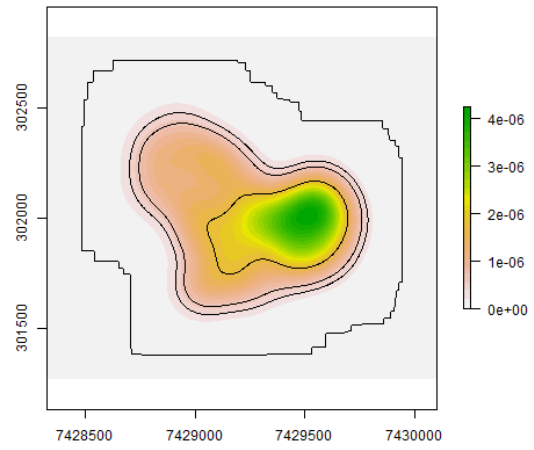


**Anexo 3:** Estimativa da área de vida para o mês de março com (A) EDK (bandwidth=hslev), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

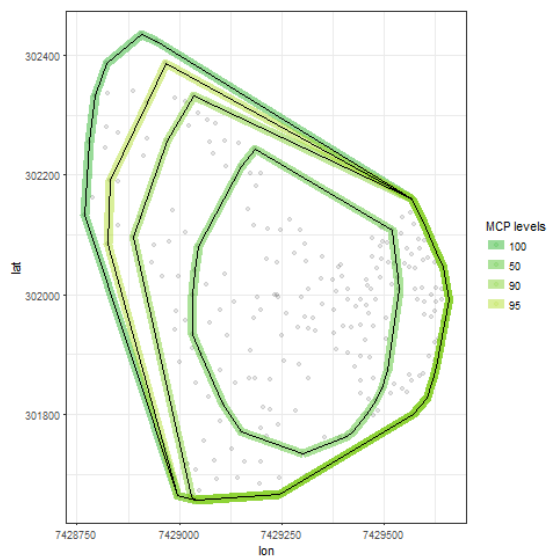
**A**



**B**

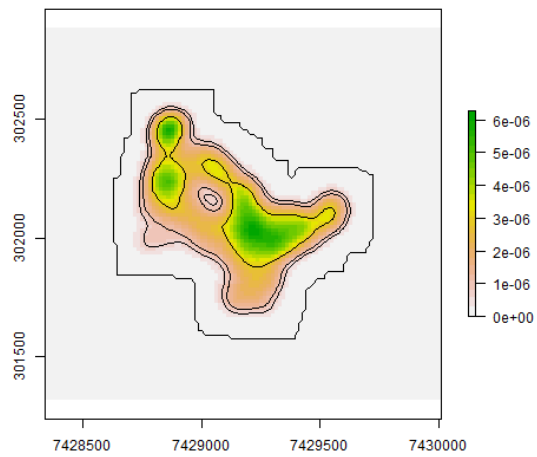


**C**

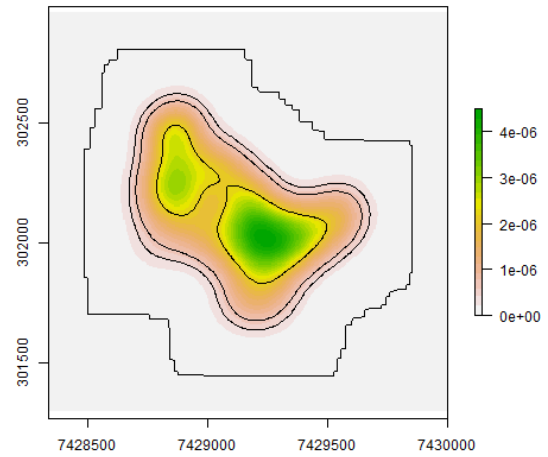


**Anexo 4:** Estimativa da área de vida para o mês de abril com (A) EDK (bandwidth=hslcv), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

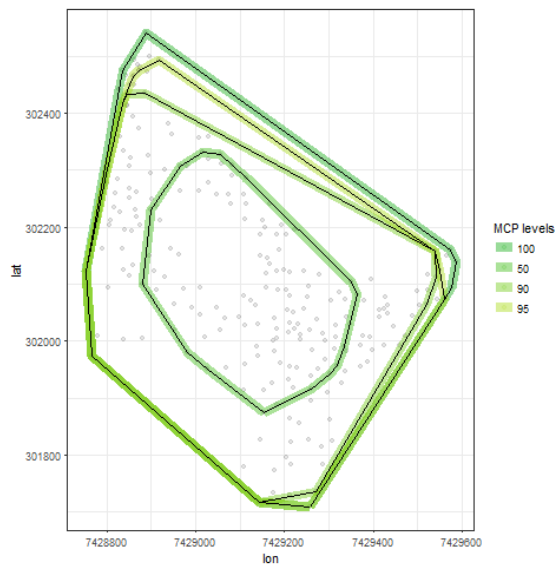
**A**



**B**



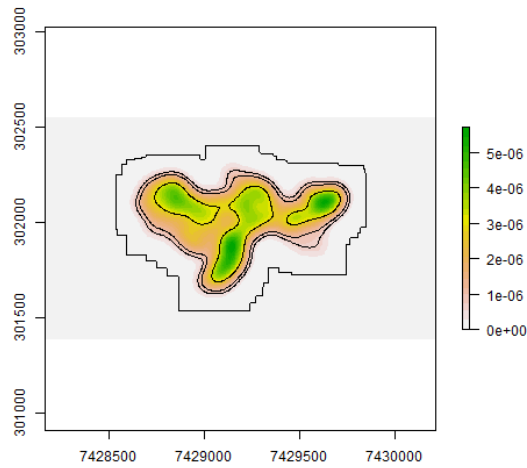
**C**



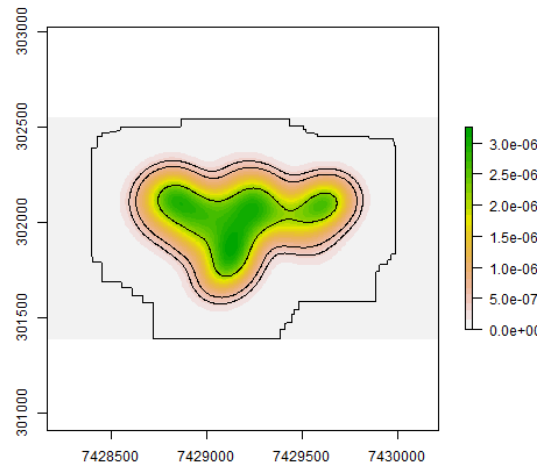


**Anexo 5:** Estimativa da área de vida para o mês de maio com (A) EDK (bandwidth=hslcv), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

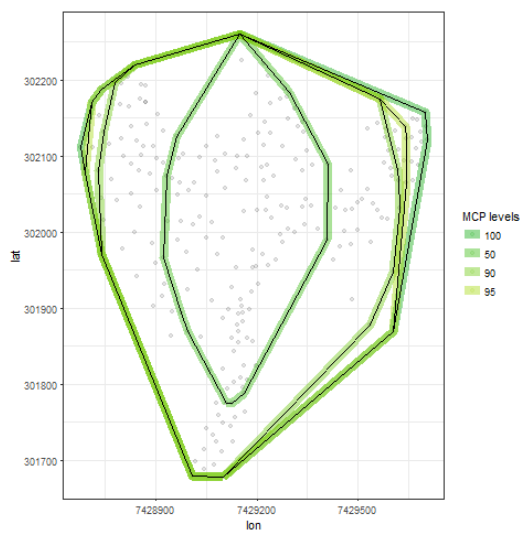
**A**



**B**

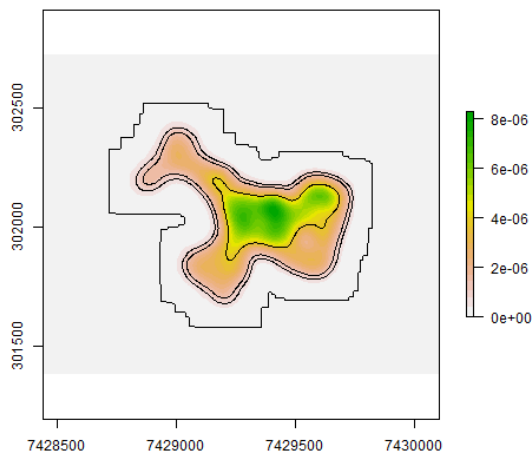


**C**

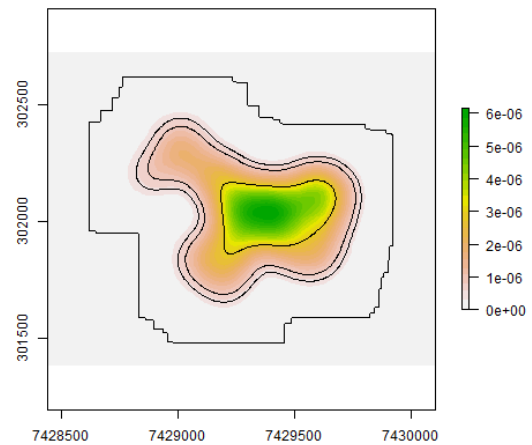


**Anexo 6:** Estimativa da área de vida para o mês de junho com (A) EDK (bandwidth=hslev), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

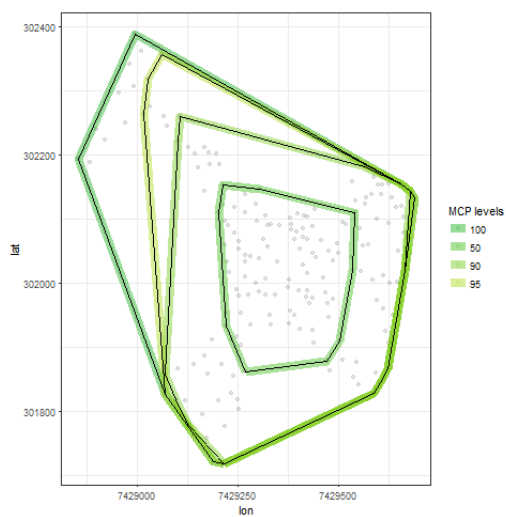
**A**



**B**

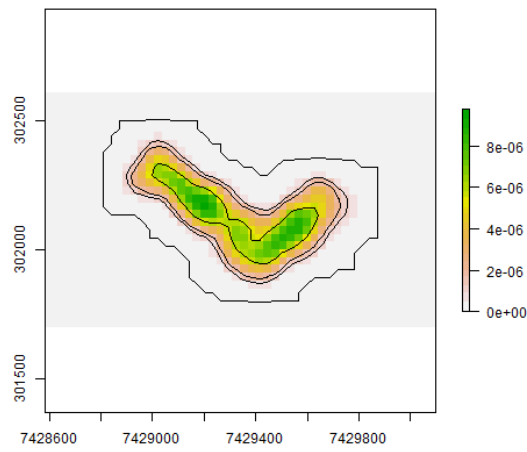


**C**

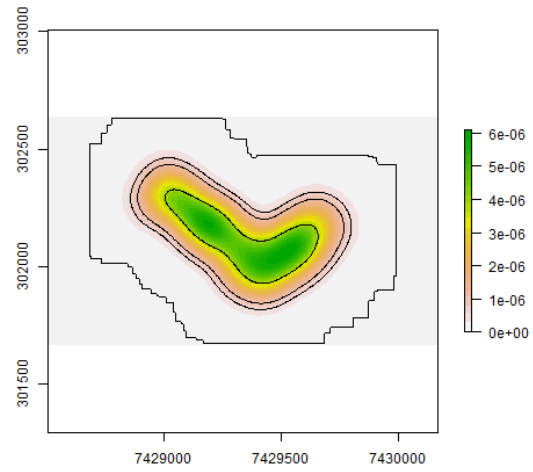


**Anexo 7:** Estimativa da área de vida para o mês de julho com (A) EDK (bandwidth=hslcv), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

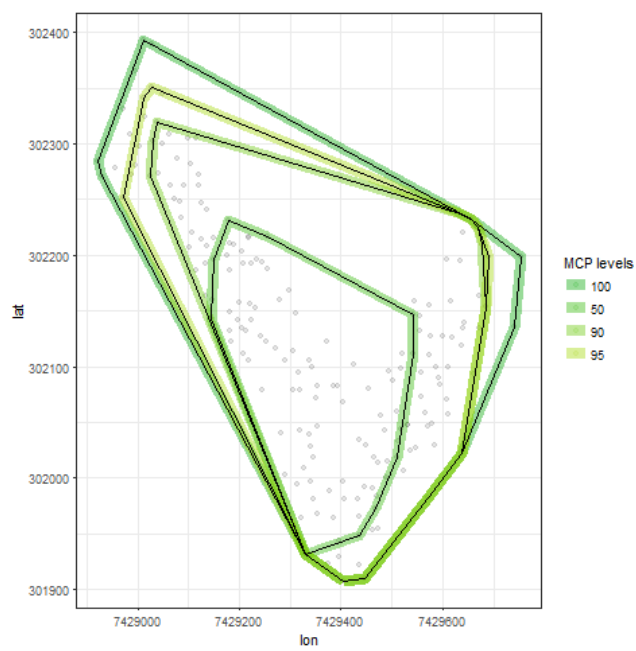
**A**



**B**

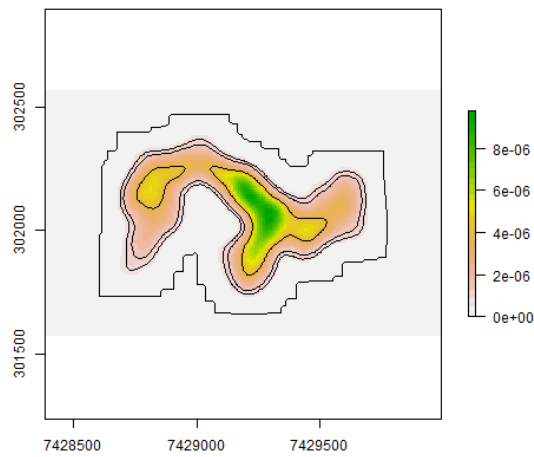


**C**

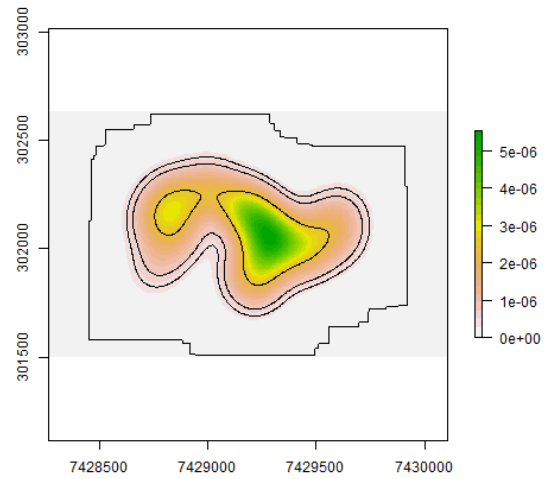


**Anexo 8:** Estimativa da área de vida para o mês de agosto com (A) EDK (bandwidth=hslev), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

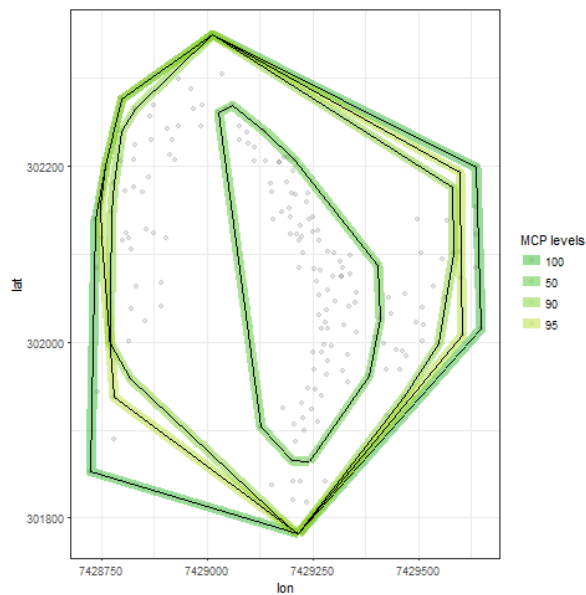
**A**



**B**

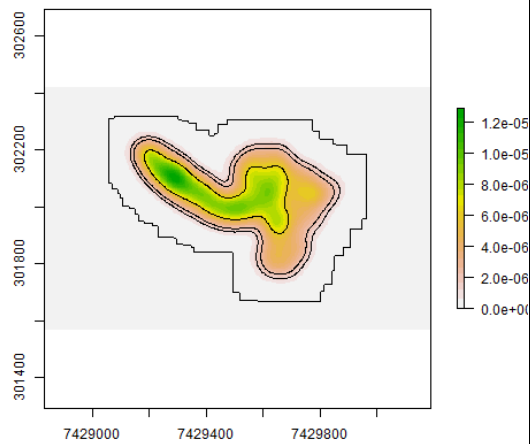


**C**

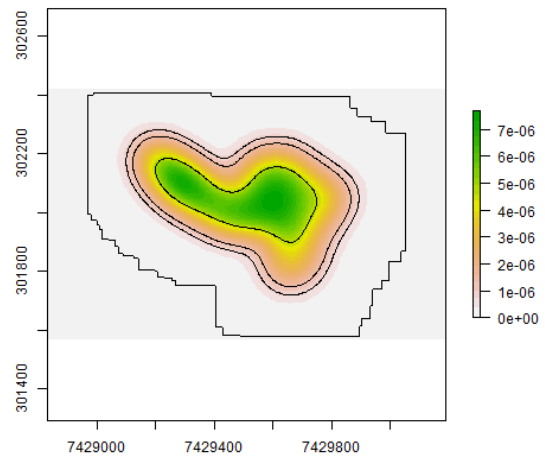


**Anexo 9:** Estimativa da área de vida para o mês de setembro com (A) EDK (bandwidth=hslev), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

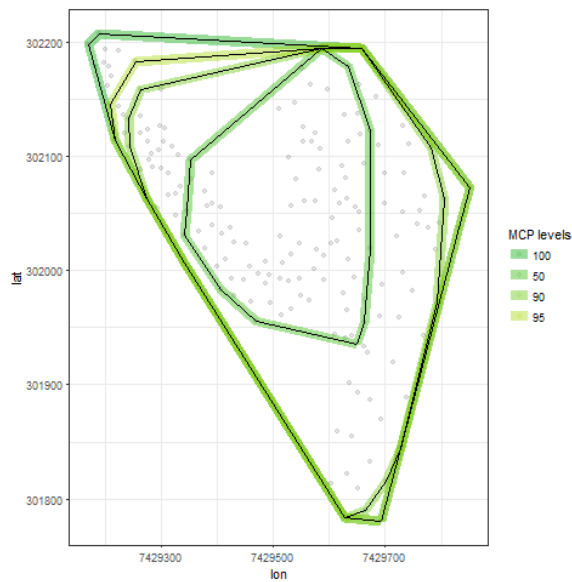
**A**



**B**

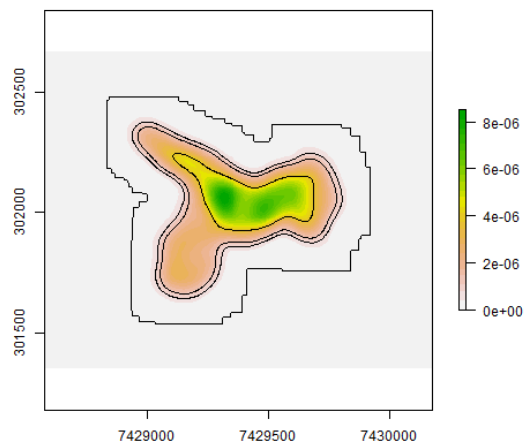


**C**

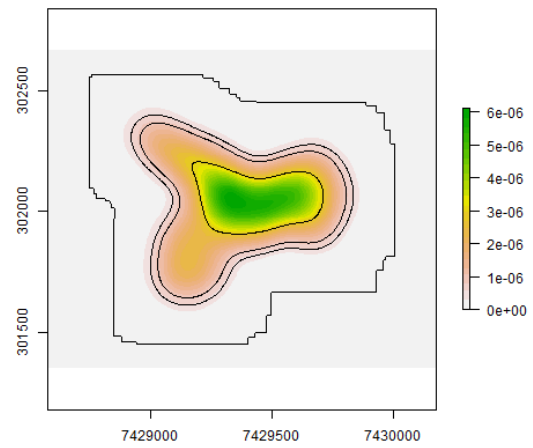


**Anexo 10:** Estimativa da área de vida para o mês de outubro com (A) EDK (bandwidth=hslev), (B) EDK (bandwidth=href) e (C) MPC.

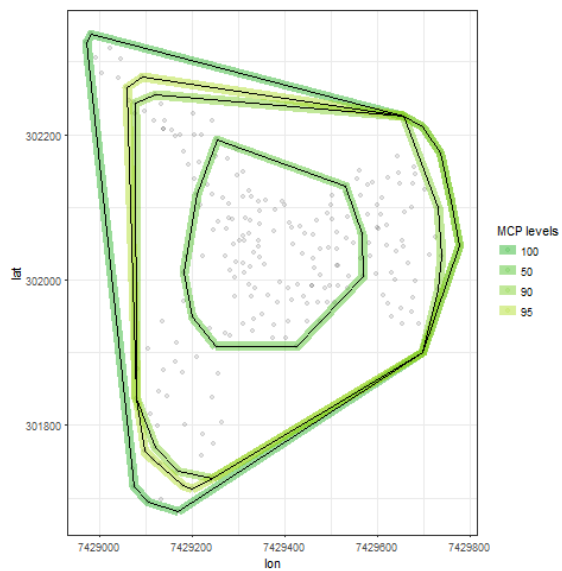
**A**



**B**



**C**





COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
Universidade Estadual de Campinas  
Caixa Postal 6109, 13083-970, Campinas, SP, Brasil  
Fone (19) 3521-6378. email: cpgeb@unicamp.br



## DECLARAÇÃO

Em observância ao §5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Dissertação de Mestrado, intitulada "*Área de Vida e Seleção de Recursos Alimentares pelo "Sagüi-da-serra-escuro" (Callithrix aurita) na Mata Atlântica Brasileira*", desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Amalia S'.

Assinatura: \_\_\_\_\_  
Nome do(a) aluno(a): Amalia Mabel Sanchez Palacios

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Eleonore Zelnura Freire Setz'.

Assinatura: \_\_\_\_\_  
Nome do(a) orientador(a): Eleonore Zelnura Freire Setz

Data: 27/06/2017

### Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **EFEITO DE FATORES AMBIENTAIS E ECOLÓGICOS NAS ÁREAS DE VIDA DO "Sagui-da-serra-escuro" (CALLITHRIX AURITA) NA MATA ATLÂNTICA**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 26 de fevereiro de 2018|

Assinatura : 

Nome do(a) autor(a): **Amalia Mabel Sánchez Palacios**  
RG n.º G101980-M

Assinatura : 

Nome do(a) orientador(a): **Eleonore Zulnara Freire Setz**  
RG n.º 4374445