



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**KAROLINA MEDEIROS DE OLIVEIRA SANTOS**

**ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DO MACACO-PREGO-GALEGO EM UM  
MOSAICO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE BRASILEIRO:  
MANGUEZAL, VÁRZEA E TERRA FIRME**

**Recife  
2017**

**KAROLINA MEDEIROS DE OLIVEIRA SANTOS**

**ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DO MACACO-PREGO-GALEGO EM UM  
MOSAICO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE BRASILEIRO:  
MANGUEZAL, VÁRZEA E TERRA FIRME**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Área de Concentração Centro de Biociências, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Bruna Martins Bezerra

**Recife  
2017**

Catálogo na fonte  
Elaine Barroso  
CRB 1728

Santos, Karolina Medeiros de Oliveira

Ecologia comportamental do macaco-prego-galego em um mosaico de Floresta Atlântica no Nordeste brasileiro: manguezal, várzea e terra firme / Karolina Medeiros de Oliveira Santos - 2017.

70 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Bruna Martins Bezerra

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Recife, 2017.

Inclui referências

1. Cebidae 2. Animais- comportamento 3. Várzeas I. Bezerra, Bruna Martins (orient.) II. Título

599.85

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2018-028

**KAROLINA MEDEIROS DE OLIVEIRA SANTOS**

**ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DO MACACO-PREGO-GALEGO EM UM  
MOSAICO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE BRASILEIRO:  
MANGUEZAL, VÁRZEA E TERRA FIRME**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Área de Concentração Centro de Biociências, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Bruna Martins Bezerra

Aprovado em: 22/09/2017

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Soraia Soares de Castro (Titular) – UFPB

---

Dr<sup>a</sup>. Mônica Mafra Valença-Montenegro (Titular) – ICMBio/CPB

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Martins de Carvalho (Titular) – UFPE

---

Prof. Dr. Artur Campos Dália Maia (Suplente) – UFPE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Adélia Borstelmann de Oliveira (Suplente) – UFRPE

Dedico essa dissertação com muito carinho aos meus pais, Laila e André, a Matheus (meu irmão), a dona Débora (minha avó), a minha tia Dilza e os macacos-prego-galegos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Bruna Bezerra, primeiramente pela oportunidade que me ofereceu. Oportunidade essa de poder iniciar mais uma jornada no meio científico, de desenvolver mais um estudo juntas, de fazer possível o sonho de trabalhar com algo tão especial e que escolhi como formação. Oportunidade de crescer, não só profissionalmente mas como pessoa, fazendo com que eu me torna-se uma pessoa mais madura para lidar com essa nova fase da minha vida. Agradeço também a confiança depositada em mim, a paciência (que precisou de bastante), o carinho, os ensinamentos e conhecimentos passados.

À Monique Bastos, minha grande amiga e irmã. Pessoa que ganhei quando entrei na primatologia e que vou levar para toda vida. Agradeço muitíssimo a sua ajuda (em campo e fora do campo) e sua amizade. Com certeza você foi a pessoa mais presente nessa caminhada (mesmo quando em outro estado e até outro país). Obrigada pelo imenso incentivo, carinho e apoio, pelos ensinamentos, dicas e puxões de orelha, pelo companheirismo e troca de experiências. Obrigada pelas conversas sérias e as, digamos, ~~abastadas~~ <sup>abastadas</sup> nem tão sérias assim. Obrigada pelas gargalhadas de fazer doer a barriga ou de fazer eu ficar com asma, pelo ombro quando precisei desabafar e pelos abraços energéticos. Obrigada por sempre me fazer seguir em frente, pelos elogios e por acreditar em mim. De todo coração, muito obrigada!

Ao João, pelas dicas, ajudas, incentivos e descontração de todo dia. Obrigada pelas caronas que eram revezadas com as da Prof<sup>a</sup> Bruna para facilitar minha volta a Nárnia. E também pela paciência que teve na construção dos mapas.

Agradeço a minha família pelo apoio, pela força, pelo amor e por sempre estarem torcendo por mim. Obrigada mãe por sempre estar ao meu lado, me encorajar e acreditar no meu potencial. Obrigada pai pela ajuda logística, sempre estando disponível para ir me buscar em Abreu e Lima nas voltas de cada semana de campo, obrigada ao meu irmão Matheus por ter feito companhia ao ~~meu~~ nosso pai enquanto esperavam o ônibus chegar e por me receber com uma careta mais feia a cada volta kkkkk. Obrigada a Voinha e a Tia Dilza pelo acolhimento e carinho, tia obrigada por emprestar o carro para que meu pai pudesse ir me buscar e por toda ajuda que vocês me deram e me dão. Peço desculpas pela ausência desse período, mas foi por algo muito importante.

À família de Nique, principalmente a Dona Nevinha por toda a preocupação, carinho e por sempre me acolher em sua casa. Tenho um afeto muito grande por vocês e os considero como minha família.

Aos integrantes do LabEt, especialmente a Anie pelo apoio e pelas conversas, estávamos realizando coisas distintas nesse período, mas as vivências foram semelhantes e desejo muito sucesso na sua dissertação. Obrigada a Nique e Thays que foram comigo nos primeiros meses de campo, experimentaram um pouquinho do barco, remaram, se melaram de lama, me viram quase caindo do barco, me viram vomitando por causa do barco (kkkkkkk), experimentaram a delícia que é o guajirú e apreciaram da paisagem linda da praia, agradeço pelas dicas, meninas, foram bastante úteis. Obrigada a João e Nique por terem ido me auxiliar na última semana de coleta e pela volta cheia de gargalhada e música. Obrigada a Rebecca pela tradução e principalmente pela energia boa que ela emana.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pelo auxílio e contribuição na minha formação.

À banca examinadora por terem aceitado meu convite e por contribuírem com melhorias no trabalho.

À empresa Cristal Mineração do Brasil, especialmente a Virgílio e a Geraldo, que permitiram o acesso a área e pelo apoio logístico. A Rodrigo e Birino ao apoio que me deram no período de coleta de dados. E a Cristiano (mais conhecido como Arroz) que foi quem me acompanhou em campo e quem fez com que eu conseguisse colocar as coisas em prática. Foi uma coleta difícil (remando muitas vezes contra maré, recebendo galhos na cara, enfrentando muriçocas, mutucas, lagartas, encarando maré baixa, alta e altíssima, voltando sujos de lama e até encharcados), mas que tentávamos encarar com bom humor as situações. Obrigada Cristiano por me divertir contando suas histórias mirabolantes (verdadeiras histórias de pescador), rir da minha pouca habilidade no barco, me tirar de alguns “apuros”, me ajudar e ensinar a andar no manguezal e a conhecer todas as frutas comestíveis, imagináveis e inimagináveis, da mata.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo auxílio financeiro concedido desde o início do mestrado que possibilitou o desenvolvimento do estudo (IBPG-0225-2.04/15).

E por último e não menos importante agradeço aos adoráveis e apaixonantes macacos-prego-galegos, que foram os principais motivadores desse trabalho e de toda minha garra e determinação para a realização do estudo. Me proporcionaram momentos de puro encanto e felicidade dentro da mata.

“A compaixão para com os animais é das  
mais nobres virtudes da natureza humana.”

Charles Darwin

## RESUMO

Ambientes costeiros alagáveis como manguezais e várzeas são particularmente vulneráveis aos impactos antrópicos e já sofreram uma perda substancial em sua extensão e biodiversidade. Para somar ao conhecimento sobre o uso de áreas costeiras alagáveis por primatas, investigamos a relação de uma população de macacos-prego-galegos (*Sapajus flavius*) e um fragmento de Mata Atlântica formado por um mosaico de manguezal, várzea e terra firme, localizado no estado da Paraíba, Brasil. O estudo foi realizado através de observações diretas dos animais e monitoramento por armadilhas fotográficas entre janeiro e dezembro de 2016. Os macacos-prego-galegos utilizaram os três ambientes desse mosaico, sendo provavelmente visitantes ocasionais do mangue em função do número reduzido de visitas neste local. Registramos 26 itens alimentares para os animais, sendo 17 de origem vegetal e nove de origem animal. Dos itens vegetais, a maior porcentagem de consumo foi representada por *Elaeis guineensis* e *Anacardium occidentale*, sendo a primeira exótica. Acreditamos que recursos alimentares comumente encontrados no manguezal como caranguejos e turus não fazem parte da dieta da espécie na área, o que foi evidenciado pelo comportamento de aversão ou indiferença, respectivamente, dos animais quando em contato com esses itens. As visitas às estações começaram principalmente durante o período de maré alta, confirmando a falta de interesse nesses itens alimentares que seriam mais facilmente encontrados no período de maré baixa. A locomoção e o forrageio foram as atividades mais frequentemente exibidas pelos animais, semelhante ao encontrado para a espécie e primatas do mesmo gênero em outras áreas. As visitas concomitantes em mais de uma estação de monitoramento fotográfico evidenciaram a dinâmica social de fissão-fusão na espécie estudada. As visitas às estações foram mais frequentes pela manhã, onde usualmente os machos adultos chegaram primeiro, evidenciando o papel dominante dos mesmos na sociedade dos macacos-pregos-galegos. Houve registro de infantes no decorrer de todos os meses do ano 2016, indicando a ausência de uma estação reprodutiva para a espécie, e as fêmeas usualmente os carregavam. Portanto, as fêmeas possuem um papel chave no cuidado da prole. Os animais se apresentaram ativos no período crepuscular, embora de maneira reduzida, mostrando que apesar da visão adaptada para hábito diurno, eles podem exercer atividades nos períodos de pouca luminosidade. Durante as visitas nas estações fotográficas, os comportamentos agonísticos, apesar de poucos, foram diretamente proporcionais à quantidade de alimento provisionado, enquanto as brincadeiras foram inversamente proporcionais. É importante que estudos futuros se concentrem nos efeitos da

perda do hábitat do manguezal e da várzea sobre o comportamento de macacos-prego-galegos, devido à existência de várias populações próximas a esses ambientes.

**Palavra-chave:** Primatas. Manguezal. Várzea. Comportamento. Conservação. Armadilha fotográfica.

## ABSTRACT

Coastal environments prone to flooding such as mangroves and *várzeas* are particularly vulnerable to anthropogenic impacts and have already suffered substantial losses in area and biodiversity. To contribute to the knowledge on the use of coastal areas prone to flooding by primates, we monitored a population of blonde capuchin monkeys (*Sapajus flavius*) in an area of Atlantic forest formed by a mosaic of mangrove, *várzea* and *terra firme*, located at the State of Paraíba, Brazil. The study was carried out using direct observations of the animals and camera traps between January and December 2016. Blonde capuchin monkeys used all three environments in this mosaic, most likely being occasional visitors in the mangrove due to the relatively small number of visits to this area. We recorded 26 food items consumed by the animals, 17 items were from plant origin and nine items were from animal origin. Most of the consumed plants by the monkeys were fragment were *Elaeis guineensis* and *Anacardium occidentale*, the former being an exotic species. Based on the blonde capuchin behaviours when in contact with food resources commonly found in the mangrove such as crabs and shipworm (i.e., fear and indifference, respectively), we believe they are not part of the blonde capuchins' diet. The capuchin visits to the floodable stations started, usually, at the high tide, confirming the lack of interest on those animals that would be easily caught in the low tide. Locomotion and foraging were the most common activities demonstrated by the animals, similar to the patterns of the species and other congeners observed in other sites. Concurrent visits to more than one camera trap station evidenced the fission-fusion social dynamic in the specie. Visits to the camera trap stations were more frequent in the morning, with the usually adult males arriving first, showing that they had a dominant role in their society. The presence of infants was recorded throughout all months of the year 2016, indicating the absence of a reproductive season for the species, and females were usually observed to be carrying infants. Thus, the adult females have a key role in parental care. The animals demonstrated diminished activity during the twilight period, showing that despite their vision is adapted for a diurnal habit, the animals present some activity in hours with low light. During the visits to the camera trap stations, agonistic behaviours, although rare, were found to be directionally proportional to the quantity of food available, while play behaviour was found to be inversely proportional. It is important that future studies focus on the effects of habitat loss of the mangrove/*várzea* on the behaviour of blonde capuchin monkeys, due to the existence of several populations in coastal areas.

**Keyword:** Primates. Mangroves. *Várzea*. Behaviour. Conservation. Camera traps.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Referencial Teórico

- Figura 1:** Área de manguezal que corta o fragmento de Mata Atlântica estudado, localizado no município de Mataraca, no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil (02°81.916'S – 92°82.660'W). A imagem ilustra a vegetação típica desse ecossistema, mostrando a formação de rizóforos e pneumatóforos. Foto: Karolina Medeiros..... 17
- Figura 2:** Localidades brasileiras onde se têm registros de primatas em manguezais: a) Locais referentes à costa norte do Brasil; b) Locais referentes à costa leste do Brasil. Círculos brancos = manguezais com presença de espécies classificadas como “Menos Preocupante”; Círculo amarelo = manguezal com espécie classificada como “Quase Ameaçada”; Círculos laranjas = manguezais com pelo menos uma espécie classificada como “Ameaçada”; Círculos vermelhos = manguezais com pelo menos uma espécie classificada como “Criticamente Ameaçada”. Os números nos círculos correspondem às diferentes localidades com registros das espécies: *Alouatta macconnelli* = 2; *Alouatta ululata* = 37, 42; *Callithrix jacchus* = 43; *Callithrix kuhlii* = 46; *Callithrix* sp. = 45; *Cebus olivaceus* = 1; *Chiropotes satanas* = 28; *Saimiri sciureus* = 1-3, 28; *Sapajus apella* = 2-37; *Sapajus flavius* = 43; *Sapajus libidinosus* = 36, 38-41; *Sapajus xanthosternos* = 44, 45. .... 20
- Figura 3:** Pintura em aquarela de um primata semelhante a descrição feita por Georg Marcgrave em 1648 para o “caitaia” (i.e., macaco-prego-galego). A imagem é encontrada no livro *Libri Principis*, documento com inúmeras ilustrações de animais, que pertenceu ao Conde Maurício de Nassau e está depositado no arcevo do Instituto Ricardo Brennand, Recife, Pernambuco. 24
- Figura 4:** Imagens de peças expostas no Palácio Nacional da Pena, em Sintra, Portugal, ilustrando macacos-prego. Imagens pintadas pelo Rei D. Fernando II, marido da rainha D. Maria II, no século 18. Imagens: Bruna Bezerra. .... 25
- Figura 5:** Macacos-prego-galegos (*Sapajus flavius*) no fragmento de Mata Atlântica investigado, no município de Mataraca, Estado da Paraíba, Brasil. Destaque para alguns caracteres diagnósticos como: a pelagem amarelada, testa esbranquiçada, barbela proeminente no macho adulto. a) Macho Adulto; b) Fêmea adulta; c) Juvenil; d) Subadulto carregando infante. Fotos: Karolina Medeiros. .... 27
- Figura 6:** Distribuição das 29 populações atualmente conhecidas de macaco-prego-galego (*Sapajus flavius*) no Centro de Endemismo Pernambuco. Círculos: fragmentos longe de áreas de manguezal. Triângulos: fragmentos próximos e/ou com conectividade com áreas de

manguezal. Estrela: fragmento com conectividade com área de manguezal investigado neste estudo.....31

## **Behavioral ecology of the blonde capuchin monkeys (*Sapajus flavius*) in an Atlantic Forest mosaic in northeastern Brazil: mangrove, várzea and terra firme**

**Figure 1:** Map illustrating the study site location at Paraíba State, Brazil. (a) The star marks the study area. (b) Locations of the five camera traps station in our study area: *Terra firme*: - monitoring station in non-floodable area; *Várzea* 1 and 2 - monitoring stations in floodable areas of *várzea*; Mangrove 1 and 2 - monitoring station in floodable area of mangrove. Image: Google Earth.....40

**Figure 2:** Sketch of the camera trap stations used in the study. a) Representation of a camera trap station in a floodable area (i.e., *Várzea* 1 and 2, Mangrove 1 and 2), where the food was provided on a platform. b) Representation of the camera trap station in the non-floodable forest (i.e., *Terra firme*), where the feeding station was located on the ground. Drawings: Hevana Lima.....41

**Figure 3:** Age-sex categories established for the blonde capuchin monkeys in our study. a) Adult Male with an older appearance (i.e., darker fur and a more prominent throat flap); b) Adult male; c) Adult female; d) Sub-adult individual; e) Juveniles; f) Infants not being carried; g) Infant being carried by an adult female; h) Infant being carried by an adult male. ....43

**Figure 4:** Arrival times of blonde capuchin monkeys at the five camera trap stations in the study area (N=396 visits). We considered each hour of the day as a complete interval (e.g., 04:00 to 04:59).....48

**Figure 5:** Frequencies of aggressive displays (N=135) and visible victims' submissive reactions (N=133) by different sex and age classes at the camera trap stations in the forest study area. A = adult; AM = adult male; OAM = older adult male; AF = adult female; SA = sub-adult; J = juvenile; I = infant; NI = unidentified. ....50

**Figure 6:** Proportion of social behaviors depending on the quantity of food available at the camera trap stations. Large amount of food ( $\geq 50\%$  of 1 kg of dry corn) = 123 occurrences; Small amount of food ( $< 50\%$  of 1 kg of dry corn) = 108 occurrences; No food = 93 occurrences; AD = aggressive displays; PC = parental care; Pl = playing; BF = begging for food; CAR = caressing; TC = attempt to copulate; G = grooming. \* $p < 0.005$ ; \*\*  $p < 0.01$ .....51

## LISTA DE TABELAS

### Referencial Teórico

**Tabela 1:** Primatas brasileiros registrados utilizando manguezais. Classificações da International Union for Conservation of Nature (IUCN)/ Ministério do Meio Ambiente (MMA): LC = Menos Preocupante; NT = Quase Ameaçada; EN = Ameaçada/Em Perigo; CR = Criticamente Ameaçada/Criticamente em Perigo. NI = Não classificado na lista. N = números de áreas em que ocorreu registros em manguezal. Tipo de relatos: R = registro; E = estudo sistemático com a espécie de primata..... 19

### **Behavioral ecology of the blonde capuchin monkeys (*Sapajus flavius*) in an Atlantic Forest mosaic in northeastern Brazil: mangrove, várzea and terra firme**

**Table 1:** Behavioral categories used for the behavioral observations of the blonde capuchin monkeys in the study area. .... 38

**Table 2:** Straight-line distances between each camera trap station installed in the study area. TF = *Terra firme* station; V1 = *Várzea* 1 station; V2 = *Várzea* 2 station; M1 = Mangrove 1 station; M2 = Mangrove 2 station. .... 41

**Table 3:** Vegetal food items consumed by *Sapajus flavius* in the study forest area in 2016. N = number of occurrences; DO = Direct observation; T = Traces of discarded food. .... 45

**Table 4:** Animal food items consumed by *Sapajus flavius* in the study forest area in 2016. N = number of occurrences; DO = Direct observation; T = Traces of discarded food. .... 45

**Table 5:** Camera trap stations where each species were registered through camera traps installed in the forest study area. TF = *Terra firme* station; V1 = *Várzea* 1 station; V2 = *Várzea* 2 station; M1 = Mangrove 1 station; M2 = Mangrove 2 station. .... 47

**Table 6:** Frequency matrix of the mean overlap time  $\pm$  standard error of visits by blonde capuchin monkeys at the camera trap stations in the study area. TF = *Terra firme* station; V1 = *Várzea* 1 station; V2 = *Várzea* 2 station; M1 = Mangrove 1 station; M2 = Mangrove 2 station. .... 49

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                                                               |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                                                                                                                                               | <b>15</b> |
| 1.1      | MANGUEZAL.....                                                                                                                                                                | 15        |
| 1.2      | PRIMATAS E MANGUEZAIS .....                                                                                                                                                   | 17        |
| 1.3      | MACACOS-PREGO (GÊNEROS <i>Cebus</i> E <i>Sapajus</i> ) .....                                                                                                                  | 21        |
| 1.4      | ESPÉCIE-ALVO DO PRESENTE ESTUDO: <i>Sapajus flavius</i> .....                                                                                                                 | 23        |
| 1.4.1    | Descoberta e nomenclatura .....                                                                                                                                               | 23        |
| 1.4.2    | Morfologia.....                                                                                                                                                               | 26        |
| 1.4.3    | Ecologia e comportamento .....                                                                                                                                                | 27        |
| 1.4.4    | Distribuição.....                                                                                                                                                             | 29        |
| 1.4.5    | Estado de conservação .....                                                                                                                                                   | 31        |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS.....</b>                                                                                                                                                         | <b>33</b> |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL .....                                                                                                                                                          | 33        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                                                                                                                    | 33        |
| <b>3</b> | <b>BEHAVIORAL ECOLOGY OF THE BLONDE CAPUCHIN MONKEYS (<i>Sapajus flavius</i>) IN AN ATLANTIC FOREST MOSAIC IN NORTHEASTERN BRAZIL: MANGROVE, VÁRZEA AND TERRA FIRME .....</b> | <b>34</b> |
| <b>4</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                                                                             | <b>62</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                                                                      | <b>63</b> |

# 1 REFERENCIAL TEÓRICO

## 1.1 MANGUEZAL

O manguezal é um ecossistema típico de regiões costeiras tropicais e subtropicais (Hutchings e Saenger 1987; Kathiresan e Bingham 2001; Hogarth 2013). Ele geralmente está associado a locais onde haja encontro de águas doce e salgada, como margens de baías, enseadas, foz de rios e reentrâncias costeiras (Schaeffer-novelli 2002). Este ecossistema corresponde à transição entre o ambiente terrestre e marinho, e como está sujeito às variações diárias da maré, desenvolve-se em locais de solos alagáveis, moles, com alta salinidade, pobre em oxigênio, mas rico em diversos outros nutrientes (van der Molen 1981; Hutchings e Saenger 1987; Kathiresan e Bingham 2001; Schaeffer-novelli 2002).

A flora dos manguezais exibe uma série de adaptações altamente especializadas para lidar com as condições deste ambiente, tais como raízes respiratórias expostas para o crescimento em solo anaeróbico, estruturas caulinares de sustentação/suporte (rizóforo), folhas com glândulas que excretam o excesso de sal, entre outras (Figura 1; Duke et al. 1998). Dentre as 16 famílias de plantas que possuem representantes em manguezais, duas dominam em número de espécies (i.e., Avicenniaceae e Rhizophoraceae) (Hogarth 2013). A fauna é altamente diversificada, sendo alguns dos grupos que podem ser encontrados no mangue os cnidários (i.e., corais-moles e anêmonas), os crustáceos e moluscos, insetos, ascídias e briozoários, peixes, aves, répteis, anfíbios e mamíferos (Vannucci 2001; Cannicci et al. 2008; Hogarth 2013).

As florestas de mangue são umas das mais diversas dos trópicos (Olson e Dinerstein 2002) e também uma das mais produtivas (Giri et al. 2011). Fornecem bens e serviços importantes e únicos para o ambiente e também para os seres humanos. Elas têm como papel a proteção dos ambientes costeiros e fluviais, contra a erosão e diminuição dos impactos causados pelas tempestades, marés e outros eventos naturais, como tsunamis (Othman 1994; Kathiresan e Rajendran 2005; Thampanya et al. 2006). Atuam como berçário natural, fornecendo habitats e recursos alimentares para um gama de espécies animais (Nagelkerken et al. 2008). O manguezal tem um papel crucial na acumulação de poluentes e sedimentos vindos de escoamento terrestre que poderiam vir a prejudicar o leito marinho e os recifes de corais (Machado et al. 2002; Olson e Dinerstein 2002). Eles também fornecem alimentos, madeira, medicamentos e combustível para as comunidades locais, bem como servem de cenário para o turismo, educação ambiental e pesquisa (Alongi 2002; Barbier et al. 2011).

Essas florestas ainda podem ser consideradas um dos habitats tropicais mais ricos em armazenamento de carbono (Donato et al. 2011), contribuindo com cerca de 30% do sequestro de carbono das áreas tropicais e subtropicais (Alongi e Mukhopadhyay 2015). A degradação desse ambiente resulta na liberação de grande quantidade de gases do efeito estufa na atmosfera (Donato et al. 2011; Alongi e Mukhopadhyay 2015). Um hectare de manguezal destruído resulta em 14 vezes mais emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) do que um hectare de floresta tropical úmida destruída (Alongi e Mukhopadhyay 2015).

Os manguezais representam apenas 0,7% da área de florestas tropicais do mundo (Giri et al. 2011). O Brasil está em terceiro lugar entre os 15 países que detêm as maiores extensões de florestas de manguezais (Giri et al. 2011). Os mangues brasileiros estão distribuídos desde o Oiapoque, no Amapá, até Laguna em Santa Catarina. No ano de 2000 era estimado uma área de 1.401.026,77 ha de manguezais em todo o Brasil, já em 2016 esse valor caiu para 1.148.271,06 ha, aproximadamente 18,5% a menos em um espaço de 16 anos (MapBiomass 2017), fato extremamente preocupante. As principais causas de destruição do manguezal são o desenvolvimento urbano, a aquicultura (especialmente de camarão – Barbier e Cox 2003) e a agricultura, a mineração e as sobre-explorações de madeira, de peixes, crustáceos e moluscos (Alongi 2002). Este ecossistema vem diminuindo em todo o mundo, com uma taxa maior ou igual ao das florestas tropicais e dos recifes de corais (Duke et al. 2007). E a predição é que até 2025 as taxas de exploração continuarão as mesmas, se não houver um gerenciamento urgente de forma sustentável (Alongi 2002).

As mudanças climáticas terão potencialmente mais impactos negativos do que positivos sobre os manguezais (Alongi 2015). Em algumas regiões, o aumento da temperatura e do nível do mar podem levar a uma expansão latitudinal dessa floresta, contudo em um nível global espera-se que as mudanças climáticas por si só contribuam com uma perda de 10 a 15% das áreas de mangue (Alongi 2008). Porém, tais impactos têm importância secundária quando comparados aos impactos antrópicos, como o desmatamento (Alongi 2008). Esses atualmente são a maior ameaça à sobrevivência dos manguezais e, conseqüentemente, vem os tornando cada vez mais vulneráveis até para enfrentar os efeitos adversos das mudanças climáticas (Alongi 2015; Godoy e Lacerda 2015).



**Figura 1:** Área de manguezal que corta o fragmento de Mata Atlântica estudado, localizado no município de Mataraca, no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil (02°81.916'S – 92°82.660'W). A imagem ilustra a vegetação típica desse ecossistema, mostrando a formação de rizóforos e pneumatóforos. Foto: Karolina Medeiros

## 1.2 PRIMATAS E MANGUEZAIS

Poucas espécies animais são exclusivas de manguezais, sendo normalmente a fauna - especialmente a de vertebrados - constituída por animais visitantes (Vannucci 2001). Os mamíferos, como primatas, carnívoros, morcegos, golfinhos e peixes-boi, são exemplos desses grupos (Vannucci 2001; Hogarth 2013). Diversas espécies de primatas já foram registradas em manguezais (Winter 1972; Galat e Galat-Luong 1976; Milton e Mittermeier 1977; Bennett e Reynolds 1993; Son 2003; Gopal e Chauhan 2006; Baumgarten e Williamson 2007; Nowak 2008; Majumder et al. 2012; McKinney 2014; Bessa et al. 2015), contudo este ainda é um ambiente negligenciado em estudos com representantes desta Ordem (Nowak 2012). Essa negligência é devida não só pelas dificuldades de locomoção do pesquisador e visualização dentro deste ambiente, mas também porque, para a maioria dos primatas que utilizam o manguezal, este representa apenas uma parcela de sua área de vida (Nowak 2012).

Os primatas podem usar os manguezais de forma regular, sazonal ou oportunista (Nowak 2012). Uma exceção a estes padrões de visitação   o observado com o macaco-narigudo (*Nasalis larvatus*), o qual   um especialista obrigatório desse tipo de ambiente, possuindo sua distribuição intrinsecamente associada   floresta costeira próxima de cursos d'água, principalmente dos manguezais (Meijaard e Nijman 2000).

Conforme o levantamento realizado por Nowak (2012), 64 primatas (i.e., espécies e subespécies) englobados em 29 gêneros usam manguezais na África e Ásia, valor que corresponde à cerca de 55% de todos os gêneros de primatas do Velho Mundo. Entretanto, esses valores tendem a aumentar conforme mais estudos vêm sendo realizados. Por exemplo, em uma investigação recente, Gardner (2016) relatou 23 espécies de lêmures usando manguezais em Madagascar. Dessas 23 espécies, 19 não estavam documentadas na lista de Nowak (2012). Com isso o número de primatas do Velho Mundo que frequentam manguezais foram atualizados para 83 espécies e 34 gêneros (Gardner 2016). No Brasil, cerca de 12 espécies e seis gêneros de primatas já foram documentados frequentando manguezais (Tabela 1) em 46 localidades diferentes (Figura 2). Metade das espécies documentadas (N=6) são representadas por macacos-prego (i.e., gêneros *Cebus* e *Sapajus*), e cinco destes sofrem com algum grau de ameaça (Tabela 1). Para Santos (2010) são esperados dois tipos de ocupações de florestas de mangue pelos macacos-prego. O primeiro tipo é a ocorrência em manguezal onde haja continuidade com a floresta de terra firme e o segundo tipo é a ocorrência em mangue com potencial isolamento. No primeiro caso, a conexão garante o fluxo dos animais entre dois ambientes distintos, tornando o manguezal um local alternativo para ampliação da área de uso. Já no segundo caso os campos, dunas e a vegetação de restinga passam a restringir as populações tornando-as residentes deste ambiente (Santos 2010).

Os manguezais podem servir de diversas formas para os primatas, tais como para ampliação da área de forrageio, alimentação e ingestão de água, deslocamento entre fragmentos florestais, descanso e como área de pernoite (Son 2004; Anderson et al. 2007; Bernard et al. 2011; Gardner 2016). Porém com a situação de progressiva pressão antrópica e a crescente perda de habitat no entorno dos manguezais, tornam este ecossistema um importante refúgio para as espécies que vivem em áreas de florestas próximas a eles (Galat-Luong e Galat 2005). Ser capaz de se adaptar a este refúgio disponível, após um declínio em seu habitat favorito, pode vir a permitir e garantir a sobrevivência das espécies que se adaptarem, o que é particularmente importante para aquelas espécies ameaçadas de extinção (Nowak 2008). Contudo, só ser capaz de se adaptar não é o suficiente, a manutenção das matrizes florestais próximas aos fragmentos costeiros para a movimentação e continuidade populacional deve ser algo pertinente na pauta dos gestores de vida selvagem (Anderson et al. 2007).

**Tabela 1:** Primatas brasileiros registrados utilizando manguezais. Classificações da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN)/ Ministério do Meio Ambiente (MMA): LC = Menos Preocupante; NT = Quase Ameaçada; EN = Ameaçada/Em Perigo; CR = Criticamente Ameaçada/Criticamente em Perigo. NI = Não classificado na lista. N = números de áreas em que ocorreu registros em manguezal. Tipo de relatos: R = registro; E = estudo sistemático com a espécie de primata.

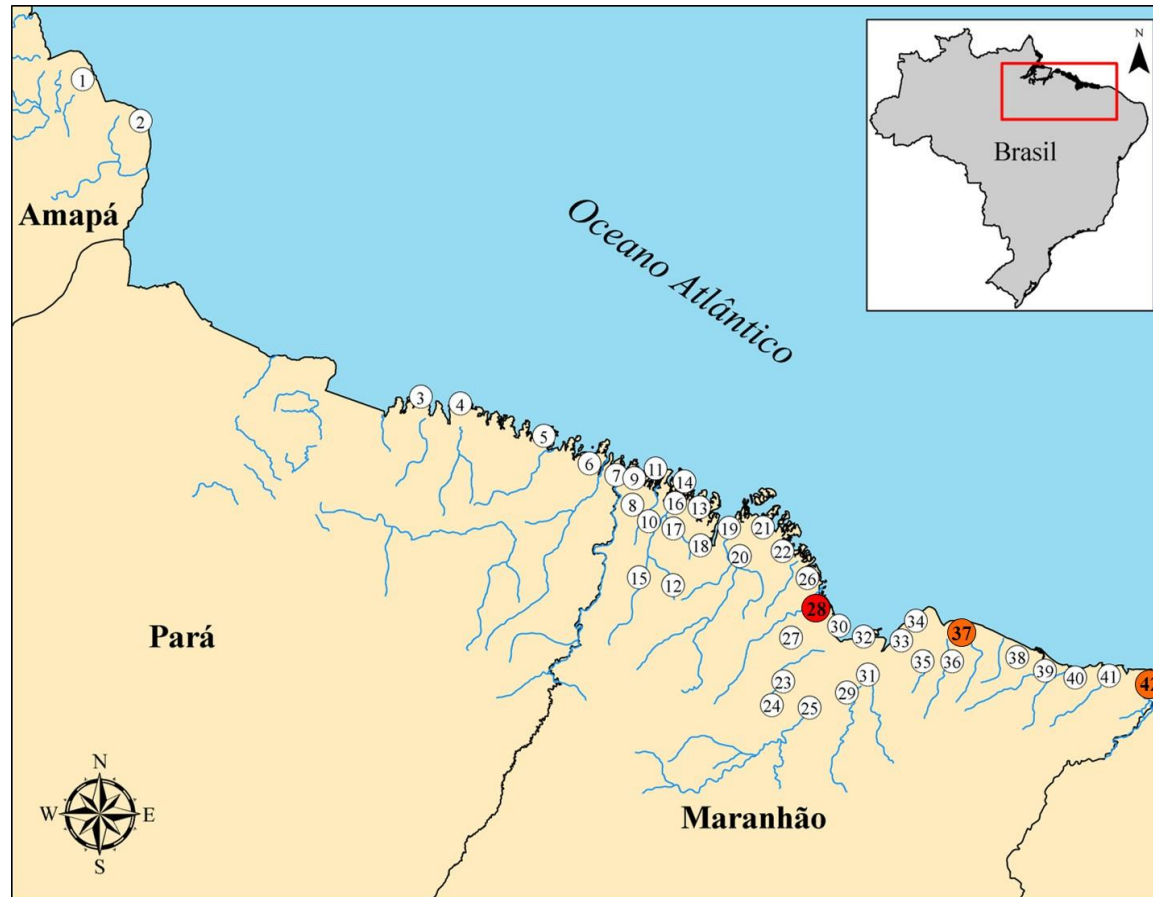
| Família     | Gênero            | Espécie              | IUCN | MMA | N  | Tipo | Referências                                                                                                                                                                  |
|-------------|-------------------|----------------------|------|-----|----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atelidae    |                   |                      |      |     |    |      |                                                                                                                                                                              |
|             | <i>Alouatta</i>   | <i>macconnelli</i>   | LC   | NC  | 1  | R    | Rowe 1996 <sup>1, *</sup> ; Marques et al. submetido <sup>1</sup>                                                                                                            |
|             |                   | <i>ululata</i>       | EN   | EN  | 2  | R    | Fernandes e Aguiar 1993 <sup>2</sup> ; Freire Filho 2016 <sup>1</sup>                                                                                                        |
| Cebidae     |                   |                      |      |     |    |      |                                                                                                                                                                              |
|             | <i>Callithrix</i> | <i>jacchus</i>       | LC   | NC  | 1  | R    | Rylands e Mittermeier 2013 <sup>1, *</sup> ; presente estudo <sup>2</sup>                                                                                                    |
|             |                   | <i>kuhlii</i>        | NT   | NC  | 1  | R    | Rodrigues e Martinez 2014 <sup>1</sup>                                                                                                                                       |
|             |                   | sp.                  | -    | -   | 1  | R    | Flesher 2015 <sup>1</sup>                                                                                                                                                    |
|             | <i>Cebus</i>      | <i>albifrons</i>     | LC   | NC  |    | R    | Rowe 1996 <sup>1, *</sup>                                                                                                                                                    |
|             |                   | <i>olivaceus</i>     | LC   | NC  | 1  | R    | Ribeiro-Júnior et al. 2016 <sup>1</sup>                                                                                                                                      |
|             | <i>Saimiri</i>    | <i>sciureus</i>      | LC   | NC  | 4  | R    | Fernandes e Aguiar, 1993 <sup>2</sup> ; Rowe 1996 <sup>1, *</sup> ; Rylands et al. 2013 <sup>1, *</sup> ; Ribeiro-Júnior et al. 2016 <sup>1</sup> ; Marques et al. submetido |
|             | <i>Sapajus</i>    | <i>apella</i>        | LC   | NC  | 36 | R/E  | Fernandes 1991 <sup>2</sup> ; Fernandes e Aguiar 1993 <sup>2</sup> ; Santos 2010 <sup>2</sup> ; Rylands et al. 2013 <sup>1, *</sup> ; Marques et al. submetido <sup>1</sup>  |
|             |                   | <i>flavius</i>       | CR   | EN  | 1  | R/E  | Rylands et al. 2013 <sup>1, *</sup> ; Bastos et al. 2015 <sup>1</sup> ; Bastos et al. <i>in press</i> <sup>2</sup> ; presente estudo <sup>2</sup>                            |
|             |                   | <i>libidinosus</i>   | LC   | NC  | 5  | R/E  | Pinto 1941 <sup>1</sup> ; Vieira 1955 <sup>1</sup> ; Santos 2010 <sup>2</sup> ; Cutrim 2013 <sup>2</sup>                                                                     |
|             |                   | <i>xanthosternos</i> | CR   | EN  | 2  | R    | Beltrão-Mendes et al. 2011 <sup>1</sup> ; Flesher 2015 <sup>1</sup>                                                                                                          |
| Pitheciidae |                   |                      |      |     |    |      |                                                                                                                                                                              |
|             | <i>Chiropotes</i> | <i>satanas</i>       | CR   | CR  | 1  | R    | Fernandes e Aguiar 1993 <sup>2</sup>                                                                                                                                         |

\*Relato em livro, não especificou a área de ocorrência em manguezal.

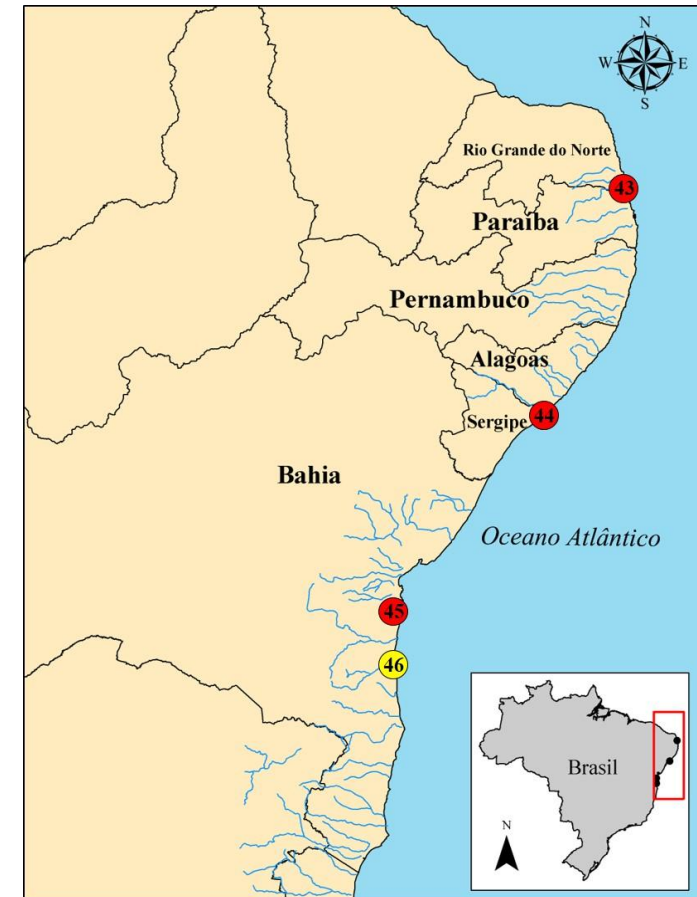
<sup>1</sup> Trabalho que apresentou registro do primata em manguezal.

<sup>2</sup> Trabalho que realizou estudo sistemático com uma espécie em manguezal.

a



b



20

**Figura 2:** Localidades brasileiras onde se têm registros de primatas em manguezais: a) Locais referentes à costa norte do Brasil; b) Locais referentes à costa leste do Brasil. Círculos brancos = manguezais com presença de espécies classificadas como “Menos Preocupante”; Círculos amarelos = manguezais com espécie classificada como “Quase Ameaçada”; Círculos laranjas = manguezais com pelo menos uma espécie classificada como “Ameaçada”; Círculos vermelhos = manguezais com pelo menos uma espécie classificada como “Criticamente Ameaçada”. Os números nos círculos correspondem às diferentes localidades com registros das espécies: *Alouatta macconnelli* = 2; *Alouatta ululata* = 37, 42; *Callithrix jacchus* = 43; *Callithrix kuhlii* = 46; *Callithrix* sp. = 45; *Cebus olivaceus* = 1; *Chiropotes satanas* = 28; *Saimiri sciureus* = 1-3, 28; *Sapajus apella* = 2-37; *Sapajus flavius* = 43; *Sapajus libidinosus* = 36, 38-41; *Sapajus xanthosternus* = 44, 45.

### 1.3 MACACOS-PREGO (GÊNEROS *Cebus* E *Sapajus*)

Macacos-prego são primatas neotropicais com distribuição exclusiva para a América do Sul e Central (Lynch Alfaro et al. 2012a). Eles são pertencentes à Ordem Primates, Infraordem Platyrrhini e Família Cebidae (Rylands et al. 2012; Schneider e Sampaio 2015). Inicialmente esses primatas faziam parte de apenas um gênero (i.e., *Cebus*), os quais eram comumente subdivididos pela sua morfologia em grupo “sem tufos” e grupo “com tufos” (Hershkovitz 1949). A partir de análises genéticas (DNA mitocondrial [12S, citocromo b, D-loop e citocromo c oxidase I] e elemento *Alu*), morfológicas, biogeográficas e ecológicas, descobriu-se que os macacos-prego formavam dois clados monofiléticos bem sustentados, confirmando a antiga subdivisão como dois gêneros distintos, *Cebus* e *Sapajus* (Lynch Alfaro et al. 2012a,b; Martins et al. 2014; Nascimento et al. 2015; Lima et al. 2017).

O gênero *Cebus* corresponde à forma “grácil” (sem tufos), constituído de quatro espécies (e.i., *C. albifrons*, *C. capucinus*, *C. kaapori* e *C. olivaceus*) e 17 subespécies, e o gênero *Sapajus* representa a forma “robusta” (com tufos), e agrupa oito espécies (e.i., *S. apella*, *S. cay*, *S. flavius*, *S. libidinosus*, *S. macrocephalus*, *S. nigritus*, *S. robustus* e *S. xanthosternus*) e nove subespécies (Lynch Alfaro et al. 2012a; Schneider e Sampaio 2015). A história filogeográfica dos clados sugere que ocorreu um isolamento de populações no final do Mioceno (cerca de 6,2 a 5,8 milhões de anos atrás), e a diversificação ocorreu no Plio-Pleistoceno, com a linhagem *Cebus* se originando na Amazônia, e a linhagem *Sapajus* na Mata Atlântica, com posterior invasão amazônica (o que explicaria a ampla simpatria dos dois gêneros nessa região) (Lynch Alfaro et al. 2012a; Nascimento et al. 2015; Lima et al. 2017).

Os representantes de tais gêneros são caracterizados por serem diurnos, arborícolas, apresentarem porte médio, com os braços e pernas de tamanhos semelhantes, cauda semi-preênsil, cérebro grande e moderado dimorfismo sexual (sendo os machos adultos usualmente maiores que as fêmeas adultas) (Freese e Oppenheimer 1981; Fragaszy et al. 2004a; Bicca-Marques et al. 2006). O período gestacional é de 150 a 180 dias, nascendo geralmente um infante por gestação (Freese e Oppenheimer 1981; Fragaszy et al. 2004a). O nascimento de gêmeos é viável, porém é mais frequentemente registrado sob condição de cativeiro, já que observações em vida livre são mais difíceis (Leighty et al. 2004). De modo geral, o tamanho médio dos grupos varia de 6 a 35 indivíduos, porém pode existir grupos com 2 e até com mais de 50 integrantes (Freese e Oppenheimer 1981; Fragaszy et al. 2004a; Bastos et al. 2015). Eles são conhecidos por apresentarem a dinâmica social de fissão-fusão, formando pequenos

subgrupos durante alguns momentos e, posteriormente, voltando a se reunirem em um único grupo (Fragaszy et al. 2004a).

Os macacos-prego possuem alta flexibilidade e adaptabilidade e são considerados oportunistas em termos de dieta e forrageio (Fragaszy et al. 2004a). Podem ser encontrados em todos os tipos de ambientes neotropicais, tais como florestas secas e úmidas, de galeria, pântanos, várzeas e manguezais (Freese e Oppenheimer 1981; Fragaszy et al. 2004a). Esses animais são onívoros e sua dieta necessita ser bem energética para sustentar o comportamento de forrageio ativo deles (Freese e Oppenheimer 1981; Fragaszy et al. 2004a; Bicca-Marques et al. 2006).

As frutas são usualmente o principal recurso em sua alimentação, mas também podem comer folhas, flores, sementes, caules e raízes, invertebrados e vertebrados, bem como mel e cultivos próximos aos fragmentos que habitam (i.e., cana de açúcar, mandioca, milho) (Izawa 1979; Freese e Oppenheimer 1981; Fedigan 1990; Galetti e Pedroni 1994; Fragaszy et al. 2004a; Ludwig et al. 2005; Ludwig et al. 2006; Valença-Montenegro 2011; Bastos 2012; Malta e Mendes Pontes 2013). Eles já foram inclusive registrados predando outras espécies de primatas (e.g., *Plecturocebus moloch* - Sampaio e Ferrari 2005; *Aotus brumacki* - Carretero-Pinzón et al. 2008; *Callithrix jacchus* - Albuquerque et al. 2014), o que inclui também estes mamíferos na sua dieta.

Uma particular característica que também reflete na adaptabilidade dos representantes dos gêneros *Cebus* e *Sapajus* é sua capacidade de manipular e utilizar ferramentas para diferentes finalidades (Visalberghi 1990; Fragaszy et al. 2004a), assim como acontece com os chimpanzés (Inoue-Nakamura e Matsuzawa 1997; Hobaiter et al. 2014), bonobos (Boose et al. 2013), orangotangos (van Schaik e Knott 2001; Russon et al. 2014), gorilas (Breuer et al. 2005) e o próprio homem.

O uso de ferramentas pelos macacos-prego é frequentemente observado em contextos alimentares na utilização de pedras como martelo e bigorna para abrir frutos rígidos como no caso de *S. apella* (Ottoni e Mannu 2001), *S. libidinosus* (Fragaszy et al. 2004b; Canale et al. 2009; Moraes et al. 2014), *S. xanthosternos* (Canale et al. 2009) e *S. flavius* (Martins et al. 2016). Considerando que esses registros foram em áreas de florestas secas, é sugerido que a aquisição deste comportamento está relacionado ao uso mais frequente do solo (terrestrialidade) e/ou à escassez de alimentos (Canale et al. 2009).

Contudo, o uso de ferramentas no contexto de alimentação também já foi relatado em outros ambientes e para outros tipos de recursos, como no caso de *S. apella* que foi registrado utilizando um pedaço de concha de ostra, para abrir outra concha e se alimentar do conteúdo

(Fernandes 1991). *Cebus albifrons trinitatis* já foi registrado usando folhas como copos para pegar água de dentro das cavidades das árvores (Phillips 1998) e *S. flavius* foi registrado utilizando galhos como varetas para pescar cupim (Souto et al. 2011). Uso de galho também já foi observado em contexto de defesa, onde *Cebus capucinus* utilizou para atingi repetidas vezes uma serpente peçonhenta (Boinski 1988). Nesses exemplos os animais estavam realizando as tarefas acima do solo, e a terrestrialidade não poderia ser usada para explicar tais motivações de uso de ferramentas (Souto et al. 2011), demonstrando o quanto essa habilidade é ampla para *Sapajus* e *Cebus*, sendo possivelmente um fator importante no seu sucesso e flexibilidade ecológicos (Fernandes 1991).

## 1.4 ESPÉCIE-ALVO DO PRESENTE ESTUDO: *Sapajus flavius*

### 1.4.1 Descoberta e nomenclatura

Considerada recém redescoberta, a espécie *Sapajus flavius*, popularmente conhecida como macaco-prego-galego, foi relatada pela primeira vez com o nome de “caitaia” no ano de 1648 por Georg Marcgrave (Marcgrave 1648; Oliveira e Langguth 2006), um naturalista alemão que fez parte da comitiva holandesa do Conde Maurício de Nassau, cujo objetivo foi registrar a fauna e a flora brasileira (Oliveira e Langguth 2006). Marcgrave descreveu o macaco-prego-galego no livro *Historiae Naturalis Brasiliae* como um macaco de pelos longos e amarelo claro, cabeça arredondada, testa não saliente, nariz achatado e pequeno, cauda arqueada e com cheiro de mosco (Marcgrave 1648). Além disso e possivelmente feita no mesmo ano, há uma ilustração de um primata com características semelhantes a esta descrição no *Libri Principis* (Figura 3), cuja autoria da imagem pode ser do próprio Marcgrave, de Zacharias Wagener ou mesmo de Albert Eckhout (Oliveira e Langguth 2006).



**Figura 3:** Pintura em aquarela de um primata semelhante a descrição feita por Georg Marcgrave em 1648 para o “caitaia” (i.e., macaco-prego-galego). A imagem é encontrada no livro *Libri Principis*, documento com inúmeras ilustrações de animais, que pertenceu ao Conde Maurício de Nassau e está depositado no arcevo do Instituto Ricardo Brennand, Recife, Pernambuco.

Contudo, a primeira imagem conhecida de sua aparência é mais antiga que o relato de Marcgrave e está registrada no afresco “Tributo a Cesare” feita por Andrea del Sarto na Itália, por volta de 1520 (Masseti e Veracini 2010). A partir desta pintura, estima-se que o macaco-prego-galego foi umas das primeiras espécies de primatas do Novo Mundo a ser enviada à Europa após o descobrimento do Brasil (Masseti e Veracini 2010). Pinturas de macacos-prego são comumente encontradas em museus da Europa (e.g., Figura 4), mostrando a popularidade e o grau de exploração desses animais no passado.



**Figura 4:** Imagens de peças expostas no Palácio Nacional da Pena, em Sintra, Portugal, ilustrando macacos-prego. Imagens pintadas pelo Rei D. Fernando II, marido da rainha D. Maria II, no século 18. Imagens: Bruna Bezerra.

Em 1774, o também naturalista alemão, Johann Schreber, retratou essa mesma espécie em uma pintura e a nomeou de *Simia flavia*. Por Schreber não ter conservado nenhum exemplar em coleção científica e não ter informado a origem exata do animal retratado, sabendo-se apenas que se tratava de um espécime brasileiro, acabou gerando confusão e debates inconclusivos sobre a taxonomia correta desse primata (Oliveira e Langguth 2006). Pela escassez de registros, a espécie passou pouco mais de 200 anos desconhecida no meio científico. Além disso, a semelhança de vários caracteres morfológicos do macaco-prego-galego com o macaco-prego-da-caatinga (*Sapajus libidinosus*) (e.g., Bacalhao et al. 2016), pode indiretamente ter proporcionado o mascaramento de algumas populações.

Até que em 2006, foi publicada a redescoberta da espécie em questão por Oliveira e Langguth, que atualizaram seu nome para *Cebus flavius* (Schreber 1774), sendo este considerado o neótipo de *Simia flavia*, que é o nome mais antigo registrado. Vale ressaltar que no mesmo ano, Mendes Pontes et al. (2006) publicaram o que seria a descoberta de uma nova espécie de macaco-prego, identificando-a como *Cebus queirozi*. Contudo, a descrição e as imagens fornecidas por Mendes Pontes et al. (2006) mostraram-se de acordo com os achados de Oliveira e Langguth (2006), tratando-se, portanto da mesma espécie, descrita por Marcgrave e Schreber séculos antes. Ao contrário de Oliveira e Langguth (2006), que basearam sua descrição em três espécimes depositados em coleções zoológicas e no levantamento histórico sobre a espécie, sobretudo no espécime retratado e nomeado por Schreber, Mendes Pontes et al. (2016) se basearam em dois espécimes vivos, um capturado e devolvido posteriormente à natureza, e outro por uma fotografia em vida livre, sem pesquisar registros históricos. Segundo o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, as espécies nomeadas após 1758 e descritas com base em pinturas e ilustrações feitas até 1931, são consideradas válidas para

ciência, e como também estabelece que os novos nomes de espécies e subespécies publicados a partir do ano 2000 devem ter o espécime tipo depositado em uma coleção zoológica. Sendo assim, o nome considerado válido foi o dado por Schreber e não por Mendes Pontes e Malta, sendo este último nem podendo ser considerado um sinônimo júnior para *C. flavius* por Oliveira e Langguth (2006). Com a recente divisão do gênero *Cebus* proposta por Lynch Alfaro et al. (2012a,b), a espécie então passou a ser chamada como *Sapajus flavius*. Esta foi a nomenclatura adotada no nosso estudo.

#### 1.4.2 Morfologia

Os caracteres diagnósticos dos macacos-prego-galegos são os pelos corporais prevalecentes na cor amarelo-dourado com algumas porções adquirindo tons amarelo avermelhado, na testa e na parte superior da cabeça encontram-se pelos esbranquiçados, curtos e direcionados para trás, o que dá a impressão de um rosto arredondado (Mendes Pontes et al. 2006; Oliveira e Langguth 2006) (Figura 5). Estes animais não apresentam tufos ou cristas e os pelos dos seus membros são mais escuros do que os do tronco, exibindo mãos e pés pretos (Mendes Pontes et al. 2006; Oliveira e Langguth 2006). Uma característica peculiar desta espécie é a presença, apenas em machos adultos, de uma pele pendente no pescoço, chamada comumente de barbela (Mendes Pontes et al. 2006). A funcionalidade da barbela ainda é relativamente incógnita. Ela é tida como um caractere de dimorfismo sexual na espécie, mas também já foi relatado, no estudo de Neco (2015), seu uso como uma estrutura para potencial marcação química. Estudos histológicos da barbela também apontam para presença de glândulas (Valença-Montenegro et al. 2015), o que reforça a ideia do uso de tal estrutura para marcação de cheiro.

Considerando a mediana dos parâmetros biométricos desses primatas, o tamanho corpóreo (i.e., cabeça/corpo) dos machos adultos é 42 cm, e das fêmeas adultas é 35 cm, o comprimento da cauda fica em torno de 40,8 cm e 37 cm, respectivamente (Mota et al. 2016). O peso médio dos machos adultos em vida livre é 2,8 kg e das fêmeas adultas é 2,2 kg (Valença-Montenegro 2011) e em cativeiro fica entorno de 2,6 kg e 1,9 kg, respectivamente (Mota et al. 2016). Correlacionando o tamanho corpóreo e o tamanho dos caninos entre machos e fêmeas de macacos-prego-galegos, Martins et al. (2015), afirmam que estes são uns dos primatas do Novo Mundo com maior dimorfismo sexual.



**Figura 5:** Macacos-prego-galegos (*Sapajus flavius*) no fragmento de Mata Atlântica investigado, no município de Mataraca, Estado da Paraíba, Brasil. Destaque para alguns caracteres diagnósticos como: a pelagem amarelada, testa esbranquiçada, barbela proeminente no macho adulto. a) Macho Adulto; b) Fêmea adulta; c) Juvenil; d) Subadulto carregando infante. Fotos: Karolina Medeiros.

### 1.4.3 Ecologia e comportamento

Os macacos-prego-galegos vivem em grandes grupos, os maiores conhecidos dentre as espécies de macacos-prego (Valença-Montenegro 2011). As áreas de vida registradas para esses animais variaram de 80,84 a 240,22 ha (grupo com 60 e 69 indivíduos, respectivamente – Valença-Montenegro 2011; Rodrigues 2013) e conforme o período seco e chuvoso, mostrando uma diminuição da área de uso no período chuvoso com relação ao seco (Valença-Montenegro 2011; Rodrigues 2013; Costa 2014). Assim como característico para o gênero, os macacos-

prego-galegos também utilizam todos os estratos arbóreos (i.e., solo, intermediário e alto), porém com maior frequência de uso para o estrato médio (Bione 2011; Medeiros 2015).

Os macacos-prego-galegos são primordialmente frugívoros-insetívoros (Valença-Montenegro 2011). Considerando os trabalhos que citam itens alimentares na dieta do macaco-prego-galego (e.g., Valença-Montenegro 2011; Bione 2011; Bastos 2012; Malta e Mendes Pontes 2013; Rodrigues 2013; Medeiros 2015), registram-se 132 itens diferentes, incluindo plantas (nativas e exóticas) e animais (invertebrados e vertebrados). Bione (2011) identificou 10 diferentes comportamentos de captura de invertebrados para os macacos-prego-galegos, que por sua vez variaram de acordo com o tamanho e padrão de fuga da presa. Santos (2013), trabalhando com padrão de forrageio para a espécie, relatou diferenças nas estratégias entre os sexos e faixas-etárias. As fêmeas tendem a investir mais em forrageio manual e visual, especialmente de partes vegetais, enquanto que os machos apresentam mais forrageio extrativo e destrutivo, em busca principalmente de presas animais (Santos 2013). Já os infantes, jovens e adultos optam com mais frequência pelo forrageio visual, manual e extrativo, respectivamente (Santos 2013).

A proporção de machos e fêmeas adultos para essa espécie é de aproximadamente 1:1,5 e a de adultos para jovens é de 1:1,4 (Valença-Montenegro 2011). Geralmente são vistos infantes em todos os meses do ano, podendo isto ser um indicativo de falta de reprodução sazonal na espécie (Valença-Montenegro 2011; Bezerra et al. 2014). Apesar de geralmente nascer um filhote por gestação, existe um registro de provável nascimento de gêmeos para macacos-prego-galegos em vida livre (Bezerra et al. 2014). Acredita-se que os machos adultos tenham um papel de dominância na espécie (Bezerra et al. 2014), porém não ocorre a existência aparente de um único macho alfa nos grupos (Valença-Montenegro 2011; Neco 2015).

Nos orçamentos comportamentais de Bastos (2012) e Rodrigues (2013), os comportamentos mais frequentemente registrados para o macaco-prego-galego foram o forrageio/alimentação seguido do deslocamento, representando juntos entre 78 a 89,2% do orçamento de atividades dos animais. Por outro lado, comportamentos de cunho social (afiliativos e agonísticos) representaram menos de 10% de suas atividades (Bastos 2012; Rodrigues 2013). Normalmente, eventos de comportamentos agonísticos acontecem em contexto alimentar e encontros intergrupos (Santos 2013). Contudo, como refletido nos orçamentos de atividades e no estudo de Neco (2015), os animais tendem a ter taxas reduzidas de agressão dentro do grupo.

Os macacos-prego-galegos apresentam um repertório vocal complexo, composto de 29 tipos de vocalizações, agrupadas em 10 categorias baseadas no contexto comportamental e com

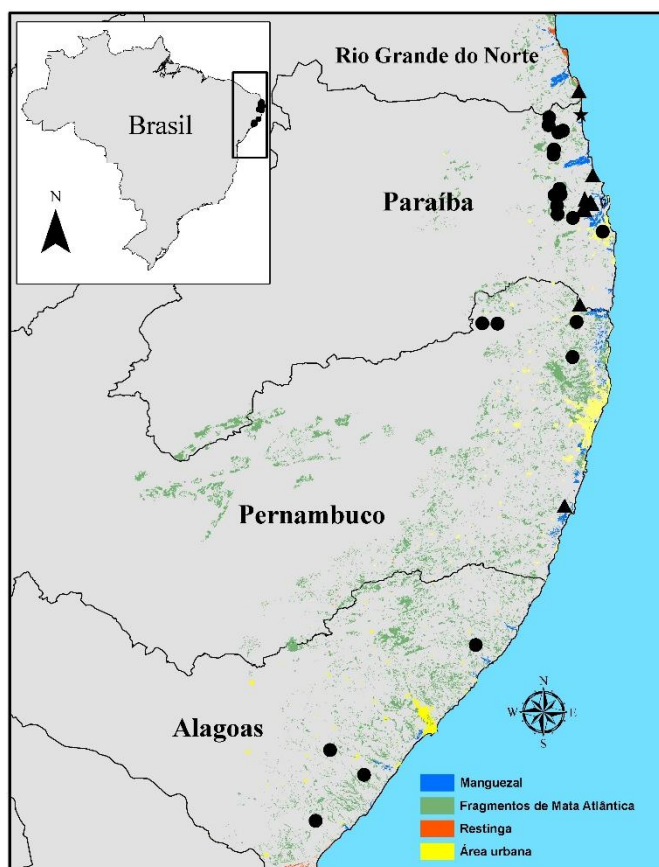
algumas chamadas sendo emitidas por animais de faixas etárias específicas (Bastos et al. 2015). Quatro vocalizações do repertório (i.e., Kuen, Phliu, Tiny e Troll) foram descritas como exclusivas para quando os animais estavam em áreas propensas a inundações (i.e., manguezal e várzea associada a este), porém esses chamados não foram relacionados a nenhum contexto comportamental específico devido à baixa visibilidade dos animais nessas áreas (Bastos et al. 2015; Bastos et al. *in press*). Contudo, acredita-se que o manguezal possa ser usado para forrageio pelo macaco-prego-galego, visto que as vocalizações mais gravadas nesse ambiente correspondem às vocalizações associadas à alimentação (Bastos et al. *in press*).

#### 1.4.4 Distribuição

O macaco-prego-galego ocorre em fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste brasileiro, distribuindo-se em quatro estados: Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas (Oliveira e Langguth 2006; Masseti e Veracini 2010; Fialho et al. 2014). Há também registros da espécie no bioma Caatinga para os estados do Rio Grande do Norte e de Alagoas (Ferreira et al. 2009; Martins et al. 2016). Por habitar uma região que foi uma das primeiras a serem intensamente exploradas após o descobrimento do Brasil, apresenta uma distribuição mais restrita do que foi no passado (Masseti e Veracini 2010). Atualmente são conhecidas 29 localidades de ocorrência dos macacos-prego-galegos no Centro de Endemismo Pernambuco (CEP), com o estado da Paraíba compreendendo o maior número de populações (i.e., 19), Pernambuco e Alagoas concentrando cinco e quatro populações, respectivamente, e o Rio Grande do Norte possuindo apenas uma população documentada (Fialho et al. 2014). Segundo Valença-Montenegro (2011), para manutenção de uma população viável de macaco-prego-galego em termos demográficos e genéticos, necessita-se de uma área mínima entre 340 e 952 ha, respectivamente. Preocupantemente, dos 29 fragmentos atualmente conhecidos, apenas oito apresentam uma área maior que 952 ha e 11 fragmentos estariam abaixo do mínimo necessário (Fialho et al. 2014).

Das 29 localidades conhecidas no CEP (Fialho et al. 2014), oito ficam próximas a regiões de braços de rios com florestas de manguezais. Em apenas uma dessas é confirmada a presença dos macacos-prego-galegos frequentando manguezal (i.e., área de campo do presente estudo pertencente ao município de Mataraca/PB) (Figura 6). Já nas demais localidades, apesar de ainda não existir registros confirmados de uso do manguezal, a proximidade dessas sete outras áreas com manguezais próximos pode conferir às populações correspondentes a possibilidade de também utilizar tais florestas, são elas: RPPN Senador Antônio Farias, Baía Formosa/RN; Barra do rio Miriri, Mamanguape/PB; Fazenda Pau Brasil 1, Santa Rita/PB;

Fazenda Pau Brasil 2, Santa Rita/PB; RPPN Engenho Gargaú, Santa Rita/PB; Córrego do Inferno, Caaporã/PB e Goiana/PE; Usina Salgado, Ipojuca/PE (Figura 6). Todas as localidades estão englobadas em cinco das 20 áreas definidas como “Áreas Importantes para a Conservação de Primatas do Centro de Endemismo Pernambuco” (são elas, Áreas Importantes: Mata Estrela/Terras Indígenas; Japungu/Sarapó; Rebio Guaribas/Barra do Miriri; Córrego do Inferno/Bujari; e Salgado) (CPB/ICMBio 2014). Essas áreas importantes apontam a existência de metapopulações e/ou aglomerações de duas ou mais populações que possam formar uma população maior, através, por exemplo, da implementação de corredores florestais, para garantir o estabelecimento e manutenção de populações viáveis (CPB/ICMBio 2014). Considerando o potencial do manguezal na ampliação de área de uso e como refúgio, principalmente para espécies ameaçadas que vivam próximas a esses ambientes (Galat-Luong e Galat 2005; Nowak 2008; 2012), essas florestas de mangue foram consideradas áreas possíveis de serem colonizadas e/ou servirem como corredores ecológicos para os fragmentos próximos (CPB/ICMBio 2014). Estratégias como essas serão extremamente importantes para a conservação da espécie a longo prazo.



**Figura 6:** Distribuição das 29 populações atualmente conhecidas de macaco-prego-galego (*Sapajus flavius*) no Centro de Endemismo Pernambuco. Círculos: fragmentos longe de áreas de manguezal. Triângulos: fragmentos próximos e/ou com conectividade com áreas de manguezal. Estrela: fragmento com conectividade com área de manguezal investigado neste estudo.

#### 1.4.5 Estado de conservação

Os macacos-prego-galegos são considerados “Criticamente Ameaçados” na “Red List” da IUCN (Oliveira et al. 2015) e “Em Perigo” de acordo com a “Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção” (BRASIL/MMA 2014). De 2010 a 2012, a espécie fez parte da lista dos 25 primatas considerados mais ameaçados do mundo, saindo das listas dos anos posteriores não por ter melhorado de situação, mas para dar destaque a outras espécies que entraram em igual ou pior estado de perigo (Mittermeier et al. 2012a; 2012b). As principais pressões antrópicas sofridas pelo macaco-prego-galego são a perda de habitat e a fragmentação que, por sua vez, causa isolamento das populações devido principalmente ao desenvolvimento costeiro e plantação de cana-de-açúcar. Além disso, também são alvo de caça e apanha para alimentação e domesticação (ICMBio 2011; Mittermeier et al. 2012a).

Em estudo recente elaborado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi verificado que em um ano (i.e., de 2015 a 2016) o

desmatamento da Mata Atlântica aumentou 57,7% em relação ao ano anterior (i.e., de 2014 a 2015), representando uma perda de 29.075 ha (SOSMA e INPE 2017). Juntamente com outras quatro espécies (*Alouatta belzebul*, *Callicebus barbarabrownae*, *Callicebus coimbrai* e *Sapajus xanthosternos*), os macacos-prego-galegos configuram as cinco espécies-alvo do Plano de Ação Nacional para Conservação de Primatas do Nordeste (PAN-PriNE) (ICMBio 2011), o qual teve seu primeiro ciclo finalizado em abril de 2017, e tem o início do planejamento do seu segundo ciclo ainda para o mesmo ano. Os Planos de Ação Nacional são políticas públicas que visam identificar e direcionar ações prioritárias a favor de combater as ameaças e proteger espécies e ambientes que estejam sob risco (ICMBio 2017). O primeiro ciclo do PANPriNE foi planejado com 41 ações distribuídas em sete objetivos específicos, e tinha como objetivo geral garantir populações viáveis para cada espécie-alvo, como também aumentar a área e conectividade dos habitats e suprimir os conflitos socioambientais nas áreas de ocorrência delas (ICMBio 2011).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar como o macaco-prego-galego (*Sapajus flavius*) utiliza o manguezal, tanto por observações diretas do comportamento dos animais, como por técnicas passivas (i.e., armadilhamento fotográfico)

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Averiguar como o macaco-prego-galego usa um habitat com um mosaico de área de terra firme, várzea e manguezal.
- ii. Identificar a dieta desses animais nesse ambiente.
- iii. Investigar aspectos comportamentais e ecológicos dos macacos-prego-galegos através de métodos de observações diretas em campo e análises de vídeos obtidos por monitoramento remoto do grupo estudado.
- iv. Estudar o comportamento social da espécie sobre provisionamento de alimento através do monitoramento passivo do grupo estudado.

### 3 BEHAVIORAL ECOLOGY OF THE BLONDE CAPUCHIN MONKEYS (*Sapajus flavius*) IN AN ATLANTIC FOREST MOSAIC IN NORTHEASTERN BRAZIL: MANGROVE, VÁRZEA AND TERRA FIRME

**Nota:** Esta parte da dissertação será submetida para o periódico *International Journal of Primatology* e, portanto, adere a algumas das normas da revista. Para facilitar a leitura do manuscrito pela banca examinadora desta dissertação, no entanto, nem todas as regras de formatação da revista foram adotadas. Por exemplo, o resumo foi suprimido para evitar repetições com o próprio resumo da presente dissertação de mestrado, a numeração das linhas, o espaçamento entre linhas exigido. O estudo faz parte do nosso projeto de pesquisa e conservação do macaco-prego-galego em colaboração entre pesquisadores do Laboratório de Etologia da UFPE e pesquisadores de outras instituições, os quais serão listados como autores do artigo na futura submissão.

## INTRODUCTION

The accelerated development of human activities has greatly contributed with the degradation and loss of coastal habitats in general (Giri et al. 2011). The loss of mangrove habitats falls between 1 and 2% per year in some areas (Alongi 2002). In Brazil, for example, there has been a loss of 18.5% over 16 years (i.e., between 2000 and 2016) of mangrove areas (MapBiomas 2017). Mangroves are key ecosystems and their preservation is necessary as they strongly influence organisms and other ecosystems that are outwith mangrove areas (Dinerstein et al. 1995). Mangroves have been considered as sentinel ecosystems for the detection of climate change and anthropogenic impacts because they serve as a protection barrier against such impacts (Alongi 2015; Godoy and Lacerda 2015; Schaeffer-Novelli et al. 2016).

Mangroves can be described as extremely diverse and productive forests when considering all the species that occur in these ecosystems (Hutchings and Saenger 1987; Field et al. 1998; Olson and Dinerstein 2002; Giri et al. 2011; Shapiro et al. 2015; Jones et al. 2016). The diverse fauna found in mangrove ecosystems includes permanent residents, temporary residents, occasional visitors and opportunistic visitors (Leitão 1995; Vannucci 2001; Schaeffer-Novelli 2002; Schaeffer-Novelli et al. 2016).

Several species of primates have been documented to use mangroves, for example *Alouatta palliata coibensis* and *Cebus capucinus imitator* (Milton and Mittermeier 1997), *Alouatta pigra* (Luecke-Bridgeman 2012), *Callithrix kuhlii* (Rodrigues and Martinez 2014), *Colobus angolensis palliatus* (Anderson et al. 2007), *Macaca fascicularis* (Son 2004), *Nasalis larvatus* (Bernard et al. 2011), *Pan troglodytes verus* (Bessa et al. 2015), *Sapajus apella* (Fernandes 1991; Santos 2010), *Sapajus libidinosus* (Santos 2010; Cutrim 2013) and lemurs (Gardner 2016). These studies provide information about the distribution, diet, water ingestion, activity budget, sleeping sites, feeding and behavioral adaptations, use of tools and the conservation of these species. Some of these studies purely document the presence of these species in mangrove ecosystems. Although the number of studies on primates in mangroves is increasing, they are still scarce. This may be due to the daily variation in sea level and the characteristic vegetation of these areas, which limits the access of these areas to researchers (Cutrim 2013). Consequently, data collection for these animals becomes more difficult and is not always logistically viable. On the other hand, the fact that mangroves are difficult to access, prone to flooding and uninhabitable for humans, makes mangroves a potential refuge for threatened species that use this environment (Nowak 2008; 2012).

The presence of capuchins (*Cebus* and *Sapajus*) in mangrove areas has already been registered (e.g., Fernandes 1991; Fernandes and Aguiar 1993; Milton and Mittermeier 1997; Santos 2010; McKinney 2011; Cutrim 2013; Bastos et al. *in press*). The ability of these monkeys to behaviorally adapt and explore a variety of food sources has played a key role in their survival and use of mangroves (Fernandes 1991; Santos 2010). The use of tools by *Sapajus apella* to feed on oysters, for example, has been registered (Fernandes 1991), demonstrating the adaptive capacity of these animals. Capuchin monkeys have active and opportunistic foragers, including the forest floor, where they search for plant items, invertebrates and small vertebrates (Freese and Oppenheimer 1981; Frigaszy et al. 2004). Capuchin monkeys dedicate the majority of their day time to locomotion and foraging activities (e.g., Matthews 2009; Oliveira et al. 2014; Izar et al. 2012).

The present study aimed to add to previous knowledge on the relationship between Neotropical primates and mangrove and *várzea* forests (areas prone to flooding) as well as *terra firme* (area non-floodable forest), using blonde capuchin monkeys, *Sapajus flavius*, as a model species. Here we elucidate the use of habitat, diet and the behavior of these animals, using direct observations of the animals and remote monitoring through camera trapping in an Atlantic forest fragment at Northeastern Brazil.

This species is Critically Endangered, due to the continuous habitat loss, isolation of populations, hunting pressure and domestication (ICMBio 2011; Fialho et al. 2014; Oliveira et al. 2015). Blonde capuchin monkeys are endemic to the Atlantic Forest in Northeastern Brazil, extending their distribution to the north of São Francisco river (Oliveira and Langguth 2006), with currently 29 known areas of occurrence (Fialho et al. 2014). Eight of these areas are particularly close to the coast and estuarine areas (i.e., forest fragments: RPPN Senador Antônio Farias, Baía Formosa/RN; Cristal/Millennium, Mataraca/PB, Barra do rio Miriri, Mamanguape/PB; Fazenda Pau Brasil 1 e 2, Santa Rita/PB; RPPN Engenho Gargaú, Santa Rita/PB; Córrego do Inferno, Caaporã/PB e Goiana/PE; Usina Salgado, Ipojuca/ PE), which could suggest the possibility of an interaction between blonde capuchin monkeys and floodable coastal areas, such as mangroves and *várzea* forests. Furthermore, recordings of vocalisations of blonde capuchins monkeys in mangrove forest suggest they use this habitat type to engage in foraging related activities (Bastos et al. *in press*).

## MATERIAL AND METHODS

### Study Area

The study was carried out in an area of 936 ha of Atlantic Forest located at Mataraca, in the State of Paraíba, Brazil (06° 29.902' S; 34° 58.704' W). The Guaju river lies in the north of this area, acting as a natural division between the States of Paraíba and Rio Grande do Norte. The edge of the river is composed of mangrove and *várzea* forests, with an estimated area of approximately 20 ha (estimation made via Google Earth map software). The company that owns the area is a mining company. Thus, the fragment is not free of anthropogenic pressures. The company works with the exploration of kyanite, ilmenite, rutile and zirconite. While direct monitoring and care is required in the area for mining impacts to be mitigated, some sites (i.e., *várzea* and mangrove areas) end up being visited *ad libitum* by tourists and fishermen from neighboring communities. Also in the area of the Guaju River, in the extension of point 06°29.190' S - 34°58.538' W, we can find a connection with shrimp culture tanks. The climate of this region is classified as tropical with a dry winter (Francisco et al. 2015). Data from the *Cristal Mineração do Brasil Ltda* meteorological station, showed that the mean annual temperature of the study area in 2016 was 28.1°C and the total annual precipitation was 1,232.3 mm.

### Studied animals

We investigated a population of at least 151 blonde capuchins, a multi-male-multi-female group. This count of the animals was achieved on the 6<sup>th</sup> of December 2016 when the animals were crossing from one side of the Guaju river to the other, in the tree canopy of the *várzea* forest, across the closest point between each side of the river. During this count, eight distinct infants were observed being carried by adults. The Guaju river is relatively sinuous and more animals could have crossed down the river when we could not accurately see.

### Observations

The study was carried out from January to December 2016, with monthly expeditions lasting up to 10 days (range: 5-10 days), resulting in 753h of fieldwork. The animals were observed using instantaneous scan (1-scan at 5 minutes intervals) and *ad libitum* sampling methods (Altmann 1974). Even though the animals occasionally allowed the observer to get 3 m close (when the latter was not performing rapid body movements), we did not consider the

animals to be habituated. During the observations, we used five behavioral categories described in Table 1. The mangrove and *várzea* areas in the study site were navigated with the support of a canoe (3 m x 80 cm) on the stretch of the river Guaju (~5 km). The stretch of river used in the study was not travelled in entirety each day due to the fluctuation of tide levels. The mean monthly distance travelled by canoe was  $12 \text{ km} \pm \text{SE } 0.9$ , taking on average  $11 \text{ h} \pm \text{SE } 35 \text{ min}$  to complete the course of the river. The remaining expedition time was used to walk on *terra firme*, mangrove and *várzea* searching for the animals. Traces of the presence of the animals in the area such as fresh/dry feces, tracks, discarded food with blonde capuchins teeth marks and vocalizations were also registered. Food items consumed by the animals were registered through direct observations of all occurrences as well as through traces of leftover food (Altmann 1974).

**Table 1:** Behavioral categories used for the behavioral observations of the blonde capuchin monkeys in the study area.

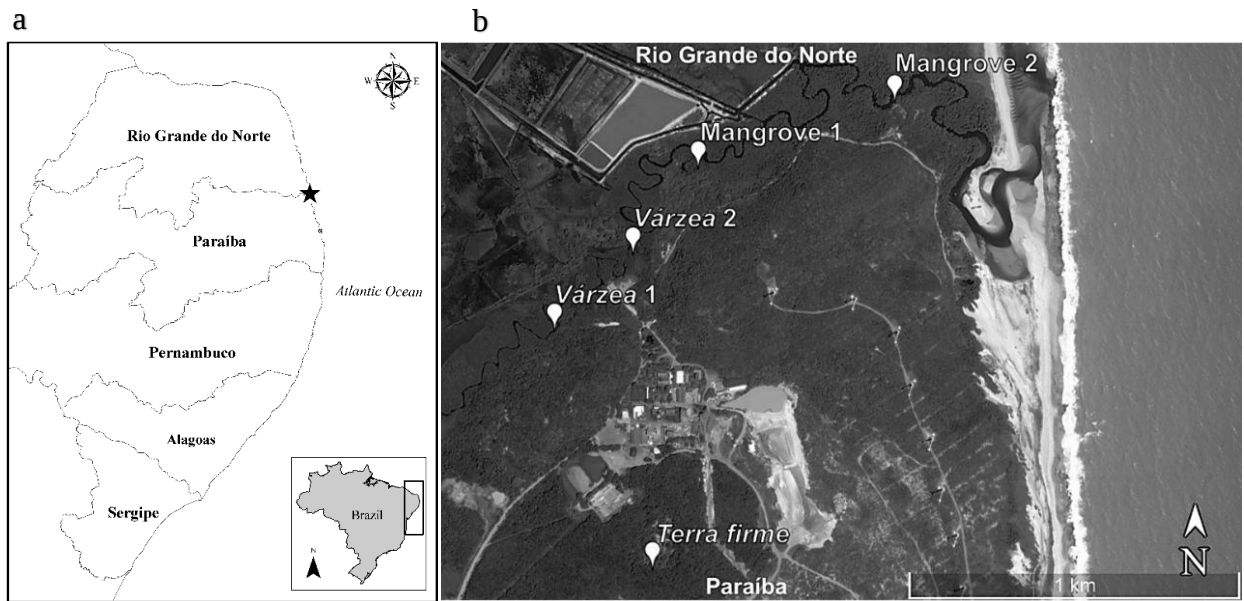
| <b>Behavioral Category</b> | <b>Description</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Locomotion                 | When the animal was moving through the trees or on the ground in a quadruped, biped or jumping manner, including climbing and descending, with differing speeds of movement.                                                                                                                                                                            |
| Foraging                   | When the animal was searching and/or manipulating food items, either ingesting or not ingesting the food items.                                                                                                                                                                                                                                         |
| Stationary                 | When the animal was stationary for a period of time without any perceivable interaction with another animal, plant or object. The animal may have been standing, sitting or lying down. Behaviors considered in this category were: resting alone, sleeping, sitting or lying down looking around, self-grooming, scratching, urinating and defecating. |
| Affiliative                | Social behavior between individuals of a group such as social grooming, playing, parental care, begging and caressing (i.e., behavior in which the animals appeared to be embracing one another and/or when an individual approached another face to face).                                                                                             |
| Agonistic                  | Exhibition of aggression such as threatening postural behaviors, for example jumping on and/or shaking branches, teeth baring, piloerection, arching their back, mobbing, physical confrontation and emission of agonistic vocalizations as described by Bastos et al. (2015).                                                                          |

### **Availability of fruits in the mangrove and *várzea* forests**

To verify the availability of fruits in the floodable areas, 50 fruit traps (1m<sup>2</sup>, 1 mm<sup>2</sup> mesh, as described in Stevenson and Vargas 2008) were installed and suspended in the mangrove and *várzea*. The fruit traps were placed at a distance of 100 m from one another. The fruit traps were tied up in place using cords on plant branches, positioned  $\geq 1$  m above the highest tide level point on the day of installation. Inspection of the fruit traps was carried out monthly by canoe between March and December 2016. It was necessary to replace some fruit traps that were stolen during the data collection (mean 7.1 traps  $\pm$  SE 1 per month).

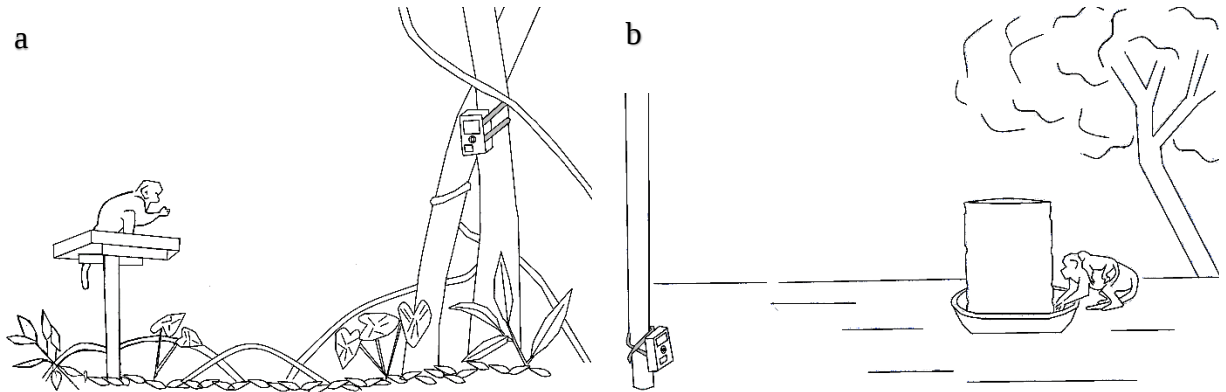
### **Camera traps monitoring**

The passive monitoring of the blonde capuchin monkeys in the study area was carried out using five camera traps (Bushnell Trophy Can Brown 119436) installed in five locations between January and December 2016, accounting for 70 complete camera trapping days. For the implementation of the monitoring stations, previous sites of visualization of the individuals of the group were taken into account. Two camera traps were installed in the mangrove, two in the *várzea* area and one in an area of *terra firme* (i.e., non-floodable forest located at a distance of 300 m in a straight line from the Guaju river) (Figure 1). The installation days of the camera traps were not included in the total count of trapping days. The camera traps were programmed to obtain VGA videos (in the .avi format; standard 4:3) and the resolution was 640x480p, with each video lasting 60s with an interval of 10s between each video.



**Figure 1:** Map illustrating the study site location at Paraíba State, Brazil. (a) The star marks the study area. (b) Locations of the five camera traps station in our study area: *Terra firme*: - monitoring station in non-floodable area; *Várzea 1* and *2* - monitoring stations in floodable areas of *várzea*; *Mangrove 1* and *2* - monitoring station in floodable area of mangrove. Image: Google Earth.

All the camera trap stations were provisioned with 1 kg of dry corn and/or fruits available in the study area (i.e., mango, cashew, sapoti and jackfruit). In the areas prone to flooding, platforms measuring 80 cm x 50 cm wide were installed 1.5 m from the ground (Figure 2). The camera trap installed in the area of *terra firme* was positioned on the ground, following the methodology adapted from Bezerra et al. (2014) (Figure 2). The camera traps were attached to trees with chains and padlocks to maintain stability, to prevent the cameras from being stolen and to avoid the manipulation of the cameras by the animals. The camera traps were positioned at a distance of 1.5 m to 3 m from the food provisions. The straight-line distance between the monitoring stations ranged from 325 m to 1575 m (Table 2). The camera trap stations were inspected every 24h or 48h during the expedition, to reposition the food items as well as to change the batteries and/or the memory card.



**Figure 2:** Sketch of the camera trap stations used in the study. a) Representation of a camera trap station in a floodable area (i.e., *Várzea* 1 and 2, Mangrove 1 and 2), where the food was provided on a platform. b) Representation of the camera trap station in the non-floodable forest (i.e., *Terra firme*), where the feeding station was located on the ground. Drawings: Hevana Lima.

**Table 2:** Straight-line distances between each camera trap station installed in the study area. TF = *Terra firme* station; V1 = *Várzea* 1 station; V2 = *Várzea* 2 station; M1 = Mangrove 1 station; M2 = Mangrove 2 station.

| Stations | TF     | V1     | V2    | M1    | M2 |
|----------|--------|--------|-------|-------|----|
| TF       | —      |        |       |       |    |
| V1       | 768 m  | —      |       |       |    |
| V2       | 943 m  | 327 m  | —     |       |    |
| M1       | 1204 m | 649 m  | 325 m | —     |    |
| M2       | 1575 m | 1231 m | 913 m | 625 m | —  |

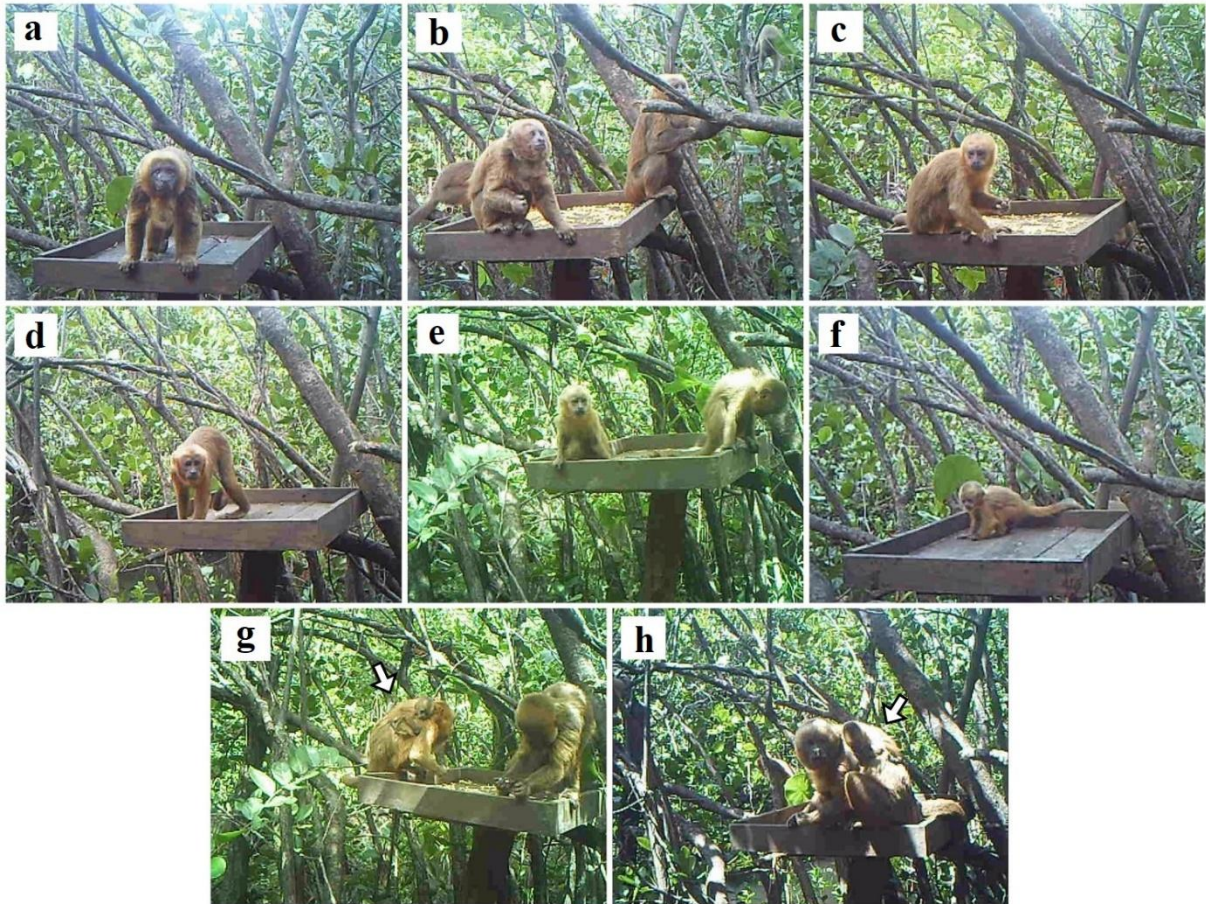
The animal visits to the camera trap stations were considered independent when there was an interval  $\geq 1$  h between visits (Blake et al. 2010; Tan et al. 2013; Bezerra et al. 2014). Due to the large quantity of videos recorded per visit (i.e., up to 124 videos), we randomly selected 10 videos per visit, with three videos chosen from the first third of the duration of the visit, four videos chosen from the second third of the visit and three videos selected from the last third of the visit. The date, time, duration of visit, number of individuals present, sex and age group of the animals were noted from the videos. The duration of the visit was calculated from the time difference between the first and last video of the visit.

For the analysis of the average number of individuals per visit, the videos were analysed at three different time stamps (i.e., 20s, 40s and 60s). The videos were paused at these time stamps and the number of individuals present in the video were counted and categorised by sex and age group as follows: non-identified individuals (when it was not possible to identify the sex and age of an animal); adult (when it was not possible to identify the sex of an animal); male adult; female adult; sub-adult; juvenile and infant (this last classification included both infants being carried and infants not being carried) (Figure 3). The highest number of individuals counted in the three sections of each video was taken as the maximum number of individuals of the video, and the mean of the values was later taken to estimate the mean number of individuals per visit. The time stamp “0s” of the first video from the visits was used to identify the first individual to arrive at the camera trap stations. All agonistic and affiliative behavioral occurrences during the 60s videos were recorded.

In total there were 393 visits by blonde capuchin monkeys to all five camera trap stations, of these 170 were analysed (N=1450 videos) to collect data on the number of individuals as well as on the social behavior of the group under food provisioning (~14.1 visits per month). The amount of dry corn available to the blonde capuchin monkeys at the camera trap stations (observed through the videos – e.g., Electronic Supplementary Material<sup>1</sup> (ESM) - video S1) were classified as “Large amount of food” ( $\geq 50\%$  of 1 kg of dry corn), “Small amount of food” ( $< 50\%$  of 1 kg of dry corn), “No food” and “unidentifiable amount” (i.e., when the illumination affected the estimation of the amount of corn on the platforms).

The tide level during the study period was obtained through tide tables from the *Marinha do Brasil* website (<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>), using forecasts for the area of Porto de Cabedelo, Paraíba, and also through direct observations made by Medeiros. Sunrise, sunset and twilight times were obtained through the site Time and Date for the area of Mataraca, Paraíba (<https://www.timeanddate.com/>).

<sup>1</sup> In case of interest of the Electronic Supplementary Materials contained in this dissertation, may be made available in email [karolinamedeiros@live.com](mailto:karolinamedeiros@live.com).



**Figure 3:** Age-sex categories established for the blonde capuchin monkeys in our study. a) Adult Male with an older appearance (i.e., darker fur and a more prominent throat flap); b) Adult male; c) Adult female; d) Sub-adult individual; e) Juveniles; f) Infants not being carried; g) Infant being carried by an adult female; h) Infant being carried by an adult male.

We also wanted to investigate how familiar were the blonde capuchin monkeys to potential animal food items typically found in mangroves. On the 13<sup>th</sup> of September 2016, eight crabs (*Aratus* sp. [N=6] and *Ucides* sp. [N=2]) were placed on the *Várzea* 2 camera trap station platform. On the 15<sup>th</sup> of September 2016, on the Mangrove 1 and *Várzea* 2 stations, we put decomposing tree trunks infested with shipworm (*Teredo* sp.). These two food resources were chosen since there have been reports of primates from the same genus (i.e., *Sapajus apella* and *Sapajus libidinosus*) consuming these items in mangroves (Fernandes and Aguiar 1993; Santos 2010; Cutrim 2013).

All data collected was put into spreadsheets and analysed using Excel software (Microsoft Corporation). Descriptive statistics are presented in the text as percentages and/or mean  $\pm$  standard error values. Chi-square tests with Yates's correction were used when appropriate to compare frequencies and test whether they differed from an even distribution: 1) frequencies of direct observations of animals in the mangrove, *várzea* and *terra firme* and

frequency of visits to different camera trap stations; 2) frequencies of the different behavioural categories in the behavioural activity budget of the animals; 3) arrival times of the animals at the camera trap stations; 4) frequencies of sex-age classes of the animals that arrived at the camera trap stations first; 5) frequencies of sex-age classes of the animals that carried the infants and 6) frequencies of social behaviours performed by animals under different amounts of provisioned food at the camera trap stations. Significance was determined when  $p \leq 0.05$ .

## RESULTS

### Habitat Use

In the study area were recorded 292 sightings of blonde capuchin monkeys, of which 172 sightings were direct encounters with the animals and 120 through trace data (i.e., feces, discarded food items with teeth marks and vocalizations). Of the direct encounters, 54% (N=93) occurred in the *terra firme*, 43% (N=74) occurred in the *várzea* and 3% (N=5) occurred in the mangrove, demonstrating a greater use of *terra firme* and *várzea* by the blonde capuchin monkeys (Chi-square test;  $\chi^2 = 74.80$ ,  $df = 2$ ,  $P < 0.005$ ). When considering sightings using trace data, 71.7% (N=86) of the records were found to be from the *terra firme*, 25.8% (N=31) from the *várzea* and 2.5% (N=3) from the mangrove, following the pattern observed through direct observations (Chi-square test;  $\chi^2 = 89.15$ ,  $df = 2$ ,  $P < 0.005$ ). We did not consider the traces of feces found on the camera trap stations.

### Diet

Twenty-six items were registered as part of blonde capuchin monkey diet during the study period, through direct observations and through discarded food items with teeth marks (Table 3, Table 4). Five items were found to be consumed exclusively in the *várzea*, 17 items were found to be consumed exclusively in the *terra firme* and four items were found in both areas. The most consumed fruits were African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and cashew (*Anacardium occidentale* L.).

**Table 3:** Vegetal food items consumed by *Sapajus flavius* in the study forest area in 2016. N = number of occurrences; DO = Direct observation; T = Traces of discarded food.

| Family           | Scientific Name                                   | N  | Habitat                               | Type of observation |
|------------------|---------------------------------------------------|----|---------------------------------------|---------------------|
| Anacardiaceae    | <i>Anacardium occidentale</i> L.                  | 50 | <i>Terra firme</i> /<br><i>Várzea</i> | DO/T                |
|                  | <i>Mangifera indica</i> L.                        | 8  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
|                  | <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.                  | 2  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Araceae          | <i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott     | 4  | <i>Várzea</i>                         | DO/T                |
| Arecaceae        | <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.                    | 63 | <i>Terra firme</i> /<br><i>Várzea</i> | DO/T                |
| Chrysobalanaceae | <i>Chrysobalanus icaco</i> L.                     | 12 | <i>Várzea</i>                         | DO/T                |
| Clusiaceae       | <i>Symphonia globulifera</i> L.f.                 | 4  | <i>Várzea</i>                         | DO                  |
| Combretaceae     | <i>Buchenavia tetrphylla</i> (Aubl.) R. A. Howard | 2  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Cyperaceae       | Gram                                              | 2  | <i>Várzea</i>                         | T                   |
| Fabaceae         | <i>Inga</i> sp.                                   | 1  | <i>Terra firme</i>                    | T                   |
|                  | <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.                  | 10 | <i>Terra firme</i> /<br><i>Várzea</i> | DO/T                |
| Myrtaceae        |                                                   | 1  | <i>Várzea</i>                         | DO                  |
|                  | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels                | 10 | <i>Terra firme</i>                    | DO/T                |
| Passifloraceae   | <i>Passiflora cincinnata</i> Mast.                | 6  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Peraceae         | <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.    | 1  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Rubiaceae        | <i>Guettarda platypoda</i> DC.                    | 1  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Sapotaceae       | <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen             | 5  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Urticaceae       | Nettle                                            | 1  | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |

**Table 4:** Animal food items consumed by *Sapajus flavius* in the study forest area in 2016. N = number of occurrences; DO = Direct observation; T = Traces of discarded food.

| Order               | Items                      | N | Habitat                               | Type of observation |
|---------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|---------------------|
| Hymenoptera         | Ant                        | 7 | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
|                     | Wasp larvae                | 1 | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Orthoptera          | Grasshopper                | 2 | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
|                     | Cricket                    | 1 | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
| Unspecified insects |                            | 4 | <i>Terra firme</i> /<br><i>Várzea</i> | DO                  |
| Squamata            | <i>Iguana iguana</i>       | 1 | <i>Terra firme</i>                    | DO                  |
|                     | <i>Kentropyx</i> sp.       | 1 | <i>Terra firme</i>                    | T                   |
|                     | <i>Tupinambis merianae</i> | 1 | <i>Terra firme</i>                    | T                   |

When we offered crabs to the blonde capuchin monkey at the camera trap stations, the animals reacted with behaviors associated with fear and displays of aggression, such as shaking branches, showing their teeth in the direction of the crabs, raising their tails and also collecting the remains of corn with caution and speed (ESM<sup>1</sup> - video S2). When we offered the shipworm inside the tree trunks the majority of animals demonstrated indifference, they did not investigate the trunks in order to obtain the food items (ESM<sup>1</sup> - video S3).

During the eight months of using the fruit traps to evaluate the availability of fruits in the foodable areas, we only trapped fruits at *várzea*. We found, on average, nine traps with the presence of at least one fruit per month. The trapped fruits were *Chrysobalanus icaco* (N=78 fruits), *Inga tripa* (N=1), *Montrichardia linifera* (N=1), *Annona glabra* (N=3), *Symphonia globulifera* (N=3), and *Calophyllum brasiliense* (N=3). From those, *C. icaco*, *M. linifera* and *S. globulifera* were part of the diet of the blonde capuchin monkeys studied.

### **Behavioural budget**

Of the 24.66h of direct observations, 20.33h were spent in the *terra firme* with 950 quantitative behavioral data recorded and 4.33h were spent in the *várzea* with 213 behavioral records. There was a significant difference in the frequency of behavioral categories by the animals, where locomotion represented 38.1% (N=443 records) of the total activity budget, followed by foraging (31.9%, N=371), stationary (20%, N=233), affiliative behavior (7.8%, N=91) and agonistic behavior (2.2%, N=25) (Chi-square test:  $\chi^2=544.15$ ,  $df=4$ ,  $P<0.005$ ).

### **Camera trap data**

Approximately 70% of the 13,474 videos recorded captured images of blonde capuchin monkeys. Of the videos that did not capture images of blonde capuchin monkeys, 13% (N=1,811) showed the presence of other species including: agouti (*Dasyprocta iacki*), collared anteater (*Tamandua tetradactyla*), crab-eating raccoon (*Procyon cancrivorus*), punare (*Thrichomys apereoides*), opossum (*Didelphis* sp.), white-tufted-ear marmoset (*Callithrix jacchus*), small unidentified mammals (i.e., marsupials or rodents) and unidentified bat, grey-necked wood-rail (*Aramides cajanea*), guan (*Penelope* sp.), dove (*Leptotila* sp.), two unidentified birds and gecko (*Tropidurus* sp.) (Table 5). In 4% (N=478) of the videos, no animals were observed (i.e., the camera traps were potentially triggered by the occasional movement of twigs), 7% (N=954) of the footage was videos with adjustments where the researcher/guide appeared in the video (i.e., to reposition the corn and for the maintenance of the camera traps), 5% (N=754) were videos where there had been some problem with the

equipment, 0.01% (N=2) of the videos registered the presence of an unknown human and an attempted robbery of the camera trap.

**Table 5:** Camera trap stations where each species were registered through camera traps installed in the forest study area. TF = *Terra firme* station; V1 = *Várzea* 1 station; V2 = *Várzea* 2 station; M1 = Mangrove 1 station; M2 = Mangrove 2 station.

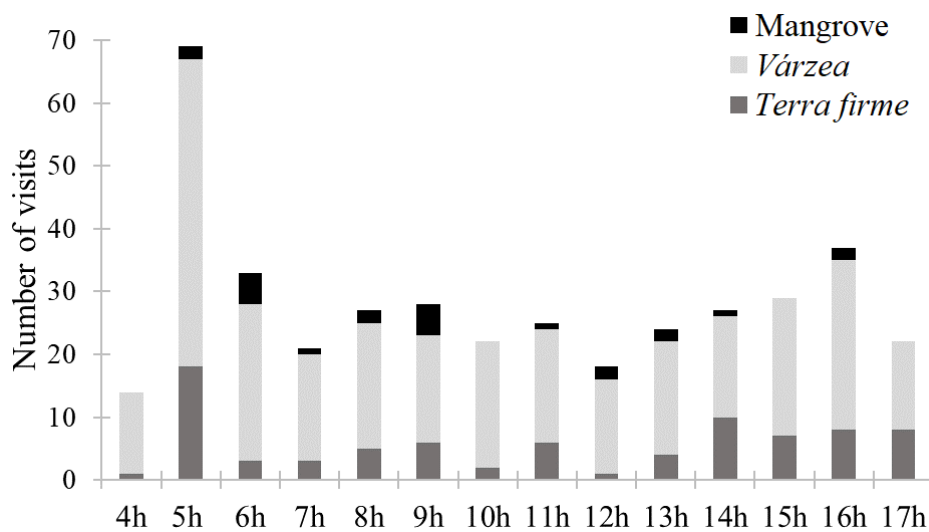
| Species                      | Number of videos | TF   | V1    | V2    | M1    | M2    |
|------------------------------|------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Sapajus flavius</i>       | 9475             | 26%  | 23.6% | 45.5% | 4.5%  | 0.5%  |
| <i>Dasyprocta iacki</i>      | 650              | 100% |       |       |       |       |
| Marsupials/rodents           | 626              |      |       | 4.8%  | 58.6% | 36.6% |
| <i>Penelope</i> sp.          | 344              | 100% |       |       |       |       |
| <i>Aramides cajanea</i>      | 187              |      | 0.5%  | 0.5%  | 91.4% | 7.5%  |
| <i>Didelphis</i> sp.         | 64               | 4.7% |       | 20.3% | 71.9% | 3.1%  |
| <i>Leptotila</i> sp.         | 50               | 100% |       |       |       |       |
| <i>Thrichomys apereoides</i> | 21               | 100% |       |       |       |       |
| <i>Callithrix jacchus</i>    | 11               |      |       |       | 9.1%  | 90.9% |
| <i>Procyon cancrivorus</i>   | 4                | 50%  |       |       | 25%   | 25%   |
| <i>Tropidurus</i> sp         | 4                | 100% |       |       |       |       |
| Bird (unidentified)          | 5                |      |       |       | 40%   | 60%   |
| Bat (unidentified)           | 3                |      |       |       | 66.7% | 33.3% |
| <i>Tamandua tetradactyla</i> | 1                | 100% |       |       |       |       |

The videos that captured images of blonde capuchin monkeys were distributed over 396 visits to the camera trap stations. The number of visits differed significantly between the five stations (Chi-square test;  $\chi^2 = 228.3$ ,  $df = 4$ ,  $P < 0.005$ ), with 20.7% (N=82) of visits to the *Terra firme* station, 73.5% (N=291) of visits to the *várzea* stations (i.e., *Várzea* 1- 36.9%, N=146 and *Várzea* 2- 36.6%, N=145), and 5.8% (N=23) of the visits to the mangrove stations (i.e., Mangrove 1- 4.8%, N=19; Mangrove 2 - 1%, N=4). The mean duration of visits was 55min39s  $\pm$  2min31s. At the *Terra firme* station the mean duration of visits was 56mins25s  $\pm$  6mins22s, at *Várzea* 1 the mean duration was 50min13s  $\pm$  3min36s, *Várzea* 2 the mean duration was 1h30min16s  $\pm$  4min24s, at Mangrove 1 the mean duration was 45min32s  $\pm$  3min36s, at Mangrove 2 the mean duration was 18min  $\pm$  8min07s.

The blonde capuchin monkeys visited the camera trap stations between 04:51 am and 17:56 pm, however these visits were not evenly distributed throughout the day (Chi-square test;  $\chi^2 = 78.869$ ,  $df = 13$ ,  $P < 0.005$ ). There was a predominance of visits between 05:00 and 05:59 in the morning (Figure 4).

The camera traps also registered blonde capuchin monkey activity during twilight periods. Of the 63 days where there were registered visits to the camera trap stations during the morning, 31.75% (N=20) started on average 8.35min (range: 1-18min) before sunrise. Whereas, of the 59 days where the last record of activity was during the afternoon period of the day, 59.3% (N=35) of visits lasted on average 14.40min (range: 2-40min) after sunset.

In the areas prone to flooding, the visits (N=314) started more frequently during periods of high tide (56.4%, N=177 visits) compared to low tide (43.6%, N=137) (Chi-square test:  $\chi^2 = 5.09$ ,  $df = 1$ ,  $P < 0.025$ ).



**Figure 4:** Arrival times of blonde capuchin monkeys at the five camera trap stations in the study area (N=396 visits). We considered each hour of the day as a complete interval (e.g., 04:00 to 04:59).

In 249 of the 396 visits it was possible to observe the first individual to arrive at the camera trap station. Adult males arrived at the stations first in 62% (N=154) of the visits, adults and sub-adults of unidentified sex were the first to arrive in 11% (N=27) of the visits, juveniles in 9% (N=23) of the visits, adult females in 5% (N=13) of the visits and 2% (N=5) was represented by individuals unidentifiable either by sex or age group. There was a significant difference in the sex and age classes that arrived at the stations first (Chi-square test;  $\chi^2 = 471.4$ ,  $df = 6$ ,  $P < 0.005$ ).

Group size observed through the videos varied between one and 24 individuals, with a mean of  $3.2 \pm 0.2$  individuals per visit (N=170). The groups were composed of multi-males and multi-females. There was a mean  $2.15 \pm 0.9$  individuals unidentified by age or sex in the videos;  $1.05 \pm 0.08$  adult individuals;  $1.88 \pm 0.08$  male adults;  $1.45 \pm 0.09$  female adults;  $2.96 \pm 0.20$

sub-adults;  $2.91 \pm 0.19$  juveniles;  $0.67 \pm 0.08$  infants not carried and  $0.51 \pm 0.04$  infants carried per visit (N=170).

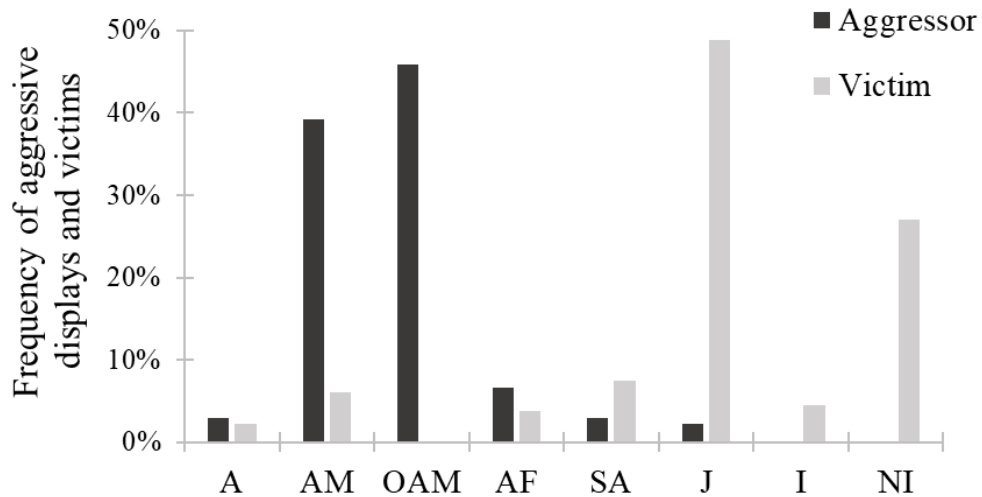
We recorded 105 visits occurring at more than one station at the same time, suggesting a division in the large study group of 151 blonde capuchin monkeys into sub-groups, functioning as a fission-fusion social system. Of these visits, 93 were found to occur at two stations at the same time (Table 6), 10 occurred at three stations at the same time, with eight being at the *Terra firme/Várzea 1/Várzea 2* stations with a mean of  $7\text{min} \pm 2\text{min}40\text{s}$  of overlap; and two at the *Várzea 1/Várzea 2/Mangrove 1* stations with a mean of  $12\text{min} \pm 11\text{min}$  of overlap. Two visits occurred at four stations (*Terra firme/Várzea 1/Várzea 2/Mangrove 1*) at the same time with each visit lasting an average of 5min.

**Table 6:** Frequency matrix of the mean overlap time  $\pm$  standard error of visits by blonde capuchin monkeys at the camera trap stations in the study area. TF = *Terra firme* station; V1 = *Várzea 1* station; V2 = *Várzea 2* station; M1 = *Mangrove 1* station; M2 = *Mangrove 2* station.

| Stations | TF                          | V1                          | V2                         | M1 | M2 |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----|----|
| TF       | —                           |                             |                            |    |    |
| V1       | 18<br>(22min57 $\pm$ 4min6) | —                           |                            |    |    |
| V2       | 34<br>(16min9 $\pm$ 2min34) | 30<br>(23min8 $\pm$ 4min51) | —                          |    |    |
| M1       | 1<br>(8min)                 | 3<br>(4min40 $\pm$ 20s)     | 4<br>(8min30 $\pm$ 2min20) | —  |    |
| M2       | 0                           | 2<br>(4min $\pm$ 1min)      | 1<br>(6min)                | 0  | —  |

Of the 1450 videos analysed, 16% (N=233 videos) showed one or more social, affiliative or agonistic behaviors (N=324 records of behavior). Of the remaining videos, only foraging and feeding activities were recorded. There was a significant variation (Chi-square test;  $\chi^2 = 494.9$ ,  $df = 6$ ,  $P < 0.005$ ) in the frequency of aggressive displays (42%, N=135) and affiliative behaviors (58%, of which parental care accounted for 42%, N=136; playing behavior accounted for 11%, N=36; 2% accounted for begging for food, N=7; caressing behavior accounted for 2%, N=7; attempts to copulate accounted for 0.7%, N=2 and social grooming accounted for 0.3%, N=1).

Adult males were responsible for 85% of agonistic behaviors (Figure 5). Aggressive behavior was directed mostly at juveniles (48%). Male adults with older appearances (i.e., more prominent beard, darker fur – Figure 3a) did not suffer from aggressive behaviors.

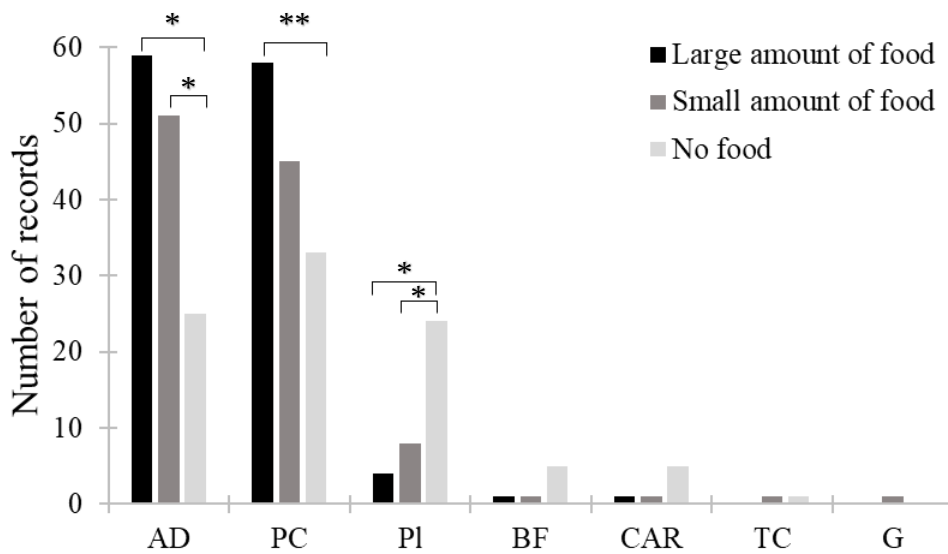


**Figure 5:** Frequencies of aggressive displays (N=135) and visible victims' submissive reactions (N=133) by different sex and age classes at the camera trap stations in the forest study area. A = adult; AM = adult male; OAM = older adult male; AF = adult female; SA = sub-adult; J = juvenile; I = infant; NI = unidentified.

Infants being carried and not being carried were registered during all months of camera trap recordings, with a significant difference in the sex and age classes of animals that carried the infants (Chi-square test;  $\chi^2 = 229.9$ ,  $df = 5$ ,  $P < 0.005$ ,  $N = 136$  occurrences). Adult females carried infants in 63.7% ( $N = 86$ ) of the recorded occurrences, sub-adults accounted for 16.2% ( $N = 22$ ), adults with unidentified sex accounted for 13.2% ( $N = 18$ ), adult males accounted for 3.7% ( $N = 5$ ), juveniles accounted for 0.7% ( $N = 1$ ) and unidentified individuals accounted for 2.9% ( $N = 4$ ).

Playing ( $N = 36$ ) were recorded in infants not being carried (63%) and juveniles (37%). Begging for food was demonstrated by infants not being carried to sub-adults ( $N = 3$ ), adult males ( $N = 2$ ), adult females ( $N = 1$ ) and juveniles ( $N = 1$ ). Caressing (Table 1) ( $N = 7$ ) was directed towards infants and/or juveniles and performed by adult males and adult females. The two attempts to copulate were recorded between two juveniles and between one juvenile and one sub-adult. Grooming only occurred once and was performed by an adult female on an adult male.

When social behavior occurrences (N=324) were separated based on the quantity of food available at the camera trap stations, we found a significant variation in the occurrence of aggressive displays (N=135) when there was large amount of food (68%), small amount of food (65%), or no food (37%) (Chi-square test;  $\chi^2 = 14.05$ ,  $df = 2$ ,  $P < 0.005$ ). Playing also varied significantly depending on the quantity of food available at the stations (Chi-square test;  $\chi^2 = 18.67$ ,  $df = 2$ ,  $P < 0.005$ ), with an increase in this behavior when the stations had no food (Figure 6).



**Figure 6:** Proportion of social behaviors depending on the quantity of food available at the camera trap stations. Large amount of food ( $\geq 50\%$  of 1 kg of dry corn) = 123 occurrences; Small amount of food ( $< 50\%$  of 1 kg of dry corn) = 108 occurrences; No food = 93 occurrences; AD = aggressive displays; PC = parental care; PI = playing; BF = begging for food; CAR = caressing; TC = attempt to copulate; G = grooming. \* $p < 0.005$ ; \*\* $p < 0.01$ .

## DISCUSSION

The results of this study indicate the use of a mosaic of *terra firme*, *várzea* and mangrove by the studied blonde capuchin monkeys. Although the *várzea* included in this study were smaller compared to the *terra firme*, visits to *várzea* was found to be relatively frequent, indicating the potential importance of this environment to blonde capuchin monkeys. The small frequency of visits in the mangrove suggests that blonde capuchin monkeys are opportunistic visitors to these environments. It would be expected that capuchin monkeys demonstrate a visiting pattern in the mangroves in connection with *terra firme* instead of a permanent resident pattern (Santos 2010).

The mangroves facilitate the movement of animals between two distinct environments, acting as an alternative environment for active and exploratory foraging species such as blonde capuchin monkeys, especially during periods when *terra firme* resources fluctuate (Anderson et al. 2007; Santos 2010). *S. libidinosus* considered as permanent residents of mangroves ingest crabs and gastropods, mainly when vegetal resources are scarce in the mangroves (Cutrim 2013). Since fruits are the most common items found in capuchin monkey diets (Freese and Oppenheimer 1981; Fragaszy et al. 2004), the relative smaller number of blonde capuchin monkeys observed in the mangrove may be related to the low availability of fruits in this area observed in this study. Furthermore, the presence of fishermen and tourists (Medeiros pers. obs.) in the mangrove may be limiting the potential use of this environment by the studied blonde capuchin monkeys.

The lack of familiarity of blonde capuchin monkeys with specific mangrove animal food resources (i.e., crabs and shipworm) that have previously been documented as being consumed by other primates (e.g., Galat and Galat-Luong 1976; Son 2003; Port-Carvalho et al. 2004; Santos 2010; Cutrim 2013; Soley et al. 2017) reinforce the idea that blonde capuchin monkeys are occasional opportunistic visitors to the mangroves. Also, the blonde capuchins' visits to floodable areas seem to be influenced by tide level, with the animals usually beginning their visits during high tide. The reduced amount of visits starting in the low tide could be due to the fact that the animals don't consume crabs or other animals in the mangrove that would be easier to catch in the low tide periods. Exactly the opposite happens to burmese long-tailed macaques (*Macaca fascicularis aurea*) in the mangrove, where they start their visits in the low tide due to the larger availability of potential food resources (Gumert and Malaivijitnond, 2012). However, there are other animals in the mangrove, such as small crabs and mollusks, which live in the trees of this environment and could be caught during high tide. Further dietary studies focusing on fecal analyzes would be needed to investigate whether these animals are consumed by the blonde capuchin monkeys or not.

The behavioral time budget of the studied animals indicated that locomotion and foraging were the predominant activities during daylight hours. Large groups of primates tend to spend more time moving and increasing their home range as a method of trying to avoid competition for food within the group (Isbell 1991; Snaith and Chapman 2007). This may be the case for blonde capuchin monkeys, since there have been documented cases of groups with 30 (Valença-Montenegro 2011), 34 (Malta and Mendes Pontes 2013), 52 (Bezerra et al. 2014; Bastos et al. 2015), 60 (Valença-Montenegro 2011), 69 (Rodrigues 2013), 90 (Valença-Montenegro 2011) and 151 individuals of the species (present study). The increase in

locomotion may also signify stress on diet (Oliveira et al. 2014). Overall, the energy cost caused by the increase in locomotion requires that the animals consume more food than the minimum necessary for their survival (Janson 1988; Isbell 1991).

The camera traps proved to be efficient in the documentation of blonde capuchin monkeys as well as other species in the study areas prone and not-prone to floods, as previously observed in other studies with primates (e.g., Kierulff et al. 2004; Olson et al. 2012; Bezerra et al. 2014). Furthermore, despite differences in the forest mosaic, several similarities were found between a population of blonde capuchin monkeys investigated in the state of Pernambuco (Bezerra et al. 2014) and the study population in the state of Paraíba (170 km away from each other – Bastos et al. 2015). For example, both populations presented: i) similar time and duration of visits to the camera trap stations (i.e., diurnal visits with the greatest frequency during the early hours of the day); ii) adult males were first to arrive at the stations; iii) similar group size and iv) the presence of infants during the course of the year with the females usually carrying them. These results suggest a signature behavioral pattern and ecology of blonde capuchin monkeys and their congeners, where a diurnal habit is usually observed (Freese and Oppenheimer 1981; Fragaszy et al. 2004), peaks in activity during the early morning associated with foraging (Robinson 1984), the high hierarchical position held by males (Janson 1985), the absence of a specific reproductive period (Valença-Montenegro 2011, Bezerra et al. 2014) and the role of parental care predominantly held by females (Bezerra et al. 2014). Blonde capuchin monkeys were found to make use of the twilight period. Although considered diurnal, primates may demonstrate activities outwith the light hours of the day, potentially to replenish necessary energy (Tan et al. 2013). In this way, they may extend their activity periods as a response to temperature variation, food availability and risk of predation (Hill 2006) and light variation.

The study group of animals was relatively large (i.e., 151 individuals), therefore the concurrent visits to the camera trap stations (with distances of up to 1,231 m between the stations), suggest that this large group divides during its daily activities. This fission-fusion pattern, where members of a large group divide momentarily into smaller sub-groups with flexible sizes and compositions (Kappeler and van Schaik 2002), reduces competition for food resources randomly distributed throughout the environment (Couzin and Laidre 2009), as is the case with fruits which are key components of capuchin monkey diets (Freese and Oppenheimer 1981, Fragaszy et al. 2004).

This fission-fusion social system is frequently observed in species of primates that present large groups with multi-male and multi-female conformations (Symington 1990; Kappeler and van Schaik 2002). One of the main benefits of this strategy is greater flexibility

in response to environmental changes and the mitigation of food competition within the group (Symington 1990; Snaith and Chapman 2007; Asensio et al. 2008; Holmes et al. 2016). Fission-fusion systems also play a role in the mediation of aggression and conflicts in a group (Aureli and Schaffner 2007; Asensio et al. 2008), which was observed in this study since the rate of aggression recorded for the blonde capuchin monkeys was relatively low when considering the behavioral budget.

The frequencies of aggressive and playful displays performed by the study animals, although low, was directly and inversely proportional to the availability of food resources at the camera trap stations, respectively. In general, the type and frequency of aggressive behavior is modelled by environmental and social conditions to which monkeys are exposed (Southwick 1967). The intra-group competition is usually determined by the distribution of food items whereas inter-group competition is determined by the abundance of these food items (Isbell 1991). However, the demonstration of competition and aggression through greater availability of food resources as well as a higher affiliation rate due to the reduced availability of food resources would be expected for capuchin monkeys, because individuals have priority in access to food (Southwick 1967; Schnepel 2015).

Between the blonde capuchin monkeys, the males demonstrated dominance, as seen through their access to food resources first at the camera trap stations and the greater level of agonistic behavior observed. Indeed, dominance and aggression of some individuals are strongly related to their success in obtaining food (Southwick 1967; Janson 1985), allowing them to ingest 20% more energy compared to submissive individuals (Janson 1985). It is possible that the high hierarchical position and priority of access to food resources of the males may also be related to the protection of females and juveniles of the group (van Schaik and van Noordwijk 1989).

In conclusion, the studied blonde capuchin monkeys used the mosaic of mangrove, *várzea* and *terra firme*, however, the habitats most frequently used by the animals were *várzea* and *terra firme*. The low availability of fruits and the presence of fishermen and tourists in the mangrove could have influenced the frequency of visits made by the blonde capuchin monkeys to this environment. The behavioral activity pattern of the blonde capuchin monkeys appeared to be conserved between distinct populations and the fission-fusion social dynamic adopted by the species may play an essential role in the mediation of agonistic interactions within the group. The adult males demonstrated dominance, which may be essential for the protection of the group, whereas the females predominantly demonstrated care for the infants. Playing behaviors were mainly observed between juveniles and associated with the lack of food items, whereas

agonistic behaviors were mainly observed between adults male and associated with greater availability of food items. Although this area suffers from the destructive impact of mining, the historical fiscalization, preservation and reforestation of the area (e.g., Araújo et al. 2010) appear so far to have contributed to the survival of the blonde capuchin monkeys. However, the imminent end of mining activity in the study area and consequent lack of supervision of the *terra firme* area, may lead the mangrove and *várzea* to become key habitats for these Critically Threatened primates since these habitats are uninhabitable to humans. It is worth emphasising the importance of future studies focussing on the effects of habitat loss, on mangrove/*várzea* and the behavior of blonde capuchin monkeys, due to the existence of several populations in coastal areas. The continuation of long-term monitoring of the target species and population is essential to guarantee its survival.

## REFERENCES

- Alongi, D. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(03), 331-349.
- Alongi, D. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports*, 1(1), 30-39.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3), 227-266.
- Anderson, J., Rowcliffe, J., & Cowlshaw, G. (2007). Does the matrix matter? A forest primate in a complex agricultural landscape. *Biological Conservation*, 135(2), 212-222.
- Araújo, H., Mariano, E., Toledo, G., Filho, A., & Hernández, M. (2010). Avifauna de floresta de restinga em um complexo de mineração no litoral norte da Paraíba, Brasil. *Revista Nordestina de Zoologia*, 4(2), 46-56.
- Asensio, N., Korstjens, A., Schaffner, C., & Aureli, F. (2008). Intragroup aggression, fission–fusion dynamics and feeding competition in spider monkeys. *Behaviour*, 145(7), 983-1001.
- Aureli, F., & Schaffner, C. (2007). Aggression and conflict management at fusion in spider monkeys. *Biology Letters*, 3(2), 147-149.
- Bastos, M., Medeiros, K., Souto, A., Jones, G., & Bezerra, B. (*in press*). Use of mangrove habitats by *Sapajus flavius* assessed by vocalisation surveys. In A. Barnett, K. Nowak, I. Matsuda (Eds.), *Primates of flooded habitats*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Bastos, M., Souto, A., Jones, G., Eason, P., Bione, C., Schiel, N., et al. (2015). Vocal repertoire of wild blonde capuchins (*Sapajus flavius*) and contextual use of calls. *American Journal of Primatology*, 77(6), 605-617.
- Bernard, H., Matsuda, I., Hanya, G., & Ahmad, A. (2011). Characteristics of night sleeping trees of proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in Sabah, Malaysia. *International Journal of Primatology*, 32(1), 259-267.
- Bessa, J., Sousa, C., & Hockings, K. (2015). Feeding ecology of chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) inhabiting a forest-mangrove-savanna-agricultural matrix at Caiquene-Cadique, Cantanhez National Park, Guinea Bissau. *American Journal of Primatology*, 77(6), 651-665.
- Bezerra, B. M., Bastos, M., Souto, A., Keasey, M., Eason, P., Schiel, N., et al. (2014). Camera trap observations of nonhabituated Critically Endangered wild blonde capuchins, *Sapajus flavius* (formerly *Cebus flavius*). *International Journal of Primatology*, 35(5), 895-907.

Blake, J., Guerra, J., Mosquera, D., Torres, R., Loiselle, B., & Romo, D. (2010). Use of mineral licks by white-bellied spider monkeys (*Ateles belzebuth*) and red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in eastern Ecuador. *International Journal of Primatology*, 31(3), 471-483.

Couzin, I., & Laidre, M. (2009). Fission–fusion populations. *Current Biology*, 19(15), R633-R635.

Cutrim, F. (2013). *Padrão comportamental e uso de ferramentas em macacos-prego (Sapajus libidinosus) residentes em manguezal*. Ph.D. thesis. Piracicaba: Universidade de São Paulo.

Dinerstein, E., Olson, D., Graham, D., Webster, A., & Primm, S. (1995). *Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The World Bank in association with The World Wildlife Fund, Washington, USA.

Fernandes, M. (1991). Tool use and predation of oysters (*Crassostrea rhizophorae*) by the tufted capuchin, *Cebus apella apella*, in brackish water mangrove swamp. *Primates*, 32(4), 529-531.

Fernandes, M., & Aguiar, N. (1993). Evidências sobre a adaptação de primatas neotropicais às áreas de mangue com ênfase no macaco-prego *Cebus apella apella*. In M. Yamamoto, & M. Sousa (Eds.), *A Primatologia no Brasil IV* (pp. 67-80). Natal: Editora Universitária.

Fialho, M., Valença-Montenegro, M., Silva, T., Ferreira, J., & Laroque, P. (2014). Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no centro de Endemismo Pernambuco. *Neotropical Primates*, 21(2), 214-218.

Field, C., Osborn, J., Hoffman, L., Polsenberg, J., Ackerly, D., Berry, J., et al. (1998). Mangrove biodiversity and ecosystem function. *Global Ecology & Biogeography Letters*, 7, 3-14.

Fragaszy, D., Visalberghi, E., & Fedigan, L. (2004). *The complete capuchin: the biology of the genus Cebus*. Cambridge Cambridge University Press.

Francisco, P., Medeiros, R., Santos, D., & Matos, R. (2015). Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 8(4), 1006-1016.

Freese, C., & Oppenheimer, J. (1981). The capuchin monkeys, genus *Cebus*. In A. F. Coimbra-Filho, & R. A. Mittermeier (Eds.), *Ecology and behavior of Neotropical Primates* (pp. 331-390). Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.

Galat, G., & Galat-Luong, A. (1976). La colonisation de la mangrove par *Cercopithecus aethiops sabaues* au Senegal. *Extrait de la Terre et la Vie, Revue d'Écologie Appliquée*, 3–30.

Gardner, C. (2016). Use of mangroves by lemurs. *International Journal of Primatology*, 37(3), 317–332.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., et al. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20, 154-159.

Godoy, M., & Lacerda, L. (2015). Mangroves response to climate change: a review of recent findings on mangrove extension and distribution. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2), 651-667.

Gumert, M. D., & Malaivijitnond, S. (2012). Marine prey processed with stone tools by burmese long- tailed macaques (*Macaca fascicularis aurea*) in intertidal habitats. *American Journal of Physical Anthropology*, 149(3), 447-457.

Hill, A. (2006). Why be diurnal? Or, why not be cathemeral?. *Folia Primatologica*, 77, 72-86.

Holmes, S., Gordon, A., Louis, E., & Johnson, S. (2016). Fission-fusion dynamics in black-and-white ruffed lemurs may facilitate both feeding strategies and communal care of infants in a spatially and temporally variable environment. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70(11), 1949-1960.

Hutchings, P., Saenger, P. (1987). *Ecology of mangroves*. Queensland: University of Queensland Press.

ICMBio. (2011). Sumário executivo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste. *ICMBio-MMA*.

Isbell, L. (1991). Contest and scramble competition: patterns of female aggression and ranging behavior among primates. *Behavioral ecology*, 2(2), 143-155.

Izar, P., Verderane, M., Peternelli- dos- Santos, L., Mendonça- Furtado, O., Presotto, A., Tokuda, M., Visalberghi, E., et al. (2012). Flexible and conservative features of social systems in tufted capuchin monkeys: comparing the socioecology of *Sapajus libidinosus* and *Sapajus nigritus*. *American Journal of Primatology*, 74(4), 315-331.

Janson, C. (1985). Aggressive competition and individual food consumption in wild brown capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 18(2), 125-138.

Janson, C. (1988). Food competition in brown capuchin monkeys (*Cebus apella*): quantitative effects of group size and tree productivity. *Behaviour*, 105, 53-76.

Jones, T., Glass, L., Gandhi, S., Ravaoarinorotsihoarana, L., Carro, A., Benson, L., et al. (2016). Madagascar's mangroves: quantifying nation-wide and ecosystem specific dynamics, and detailed contemporary mapping of distinct ecosystems. *Remote Sensing*, 8(2), 1-31.

Kappeler, P., & van Schaik, C. (2002). Evolution of primate social systems. *International Journal of Primatology*, 23(4), 707-740.

Kierulff, M., Santos, G., Canale, G., Guidorizzi, C., & Cassano, C. (2004). The use of camera-traps in a survey of the buff-headed capuchin monkey, *Cebus xanthosternos*. *Neotropical Primates*, 12(2), 56-59.

Leitão, S. (1995). A fauna do manguezal. In Y. Schaeffer-Novelli (Ed), *Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar* (pp. 23–8). São Paulo: Caribbean Ecological Research.

Luecke-Bridgeman, L. (2012). Diet of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in mangrove and the phytochemistry of mangrove plants. *American Journal of Physical Anthropology*, 147, 71-104.

Malta, A., & Mendes Pontes A. (2013). The simplified novel diet of the highly threatened blond capuchin in the vanishing Pernambuco endemism center. In L. K. Marsh, & C. Chapman (Eds.), *Primates in Fragments* (pp. 245-257). New York: Springer.

MapBiomias. (2017). Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil. [www.mapbiomas.org](http://www.mapbiomas.org). Accessed on May 05, 2017.

Matthews, L. (2009). Activity patterns, home range size, and intergroup encounters in *Cebus albifrons* support existing models of capuchin socioecology. *International Journal of Primatology*, 30(5), 709-728.

McKinney, T. (2011). The effects of provisioning and crop- raiding on the diet and foraging activities of human- commensal white- faced capuchins (*Cebus capucinus*). *American Journal of Primatology*, 73(5), 439-448.

Milton, K., & Mittermeier, R. (1977). A brief survey of the primates of Coiba Island, Panama. *Primates*, 18(4), 931-936

Nowak, K. (2008). Frequent water drinking by Zanzibar red colobus (*Procolobus kirkii*) in a mangrove forest refuge. *American Journal of Primatology*, 70, 1081-1092.

Nowak, K. (2012). Mangrove and peat swamp forests: refuge habitats for primates and felids. *Folia Primatologica*, 83, 361-376.

Oliveira, M. M., & Langguth, A. (2006). Rediscovery of Marcgrave's capuchin monkey and designation of a neotype for *Simia flavia* Schreber, 1774 (Primates, Cebidae). *Boletim do Museu Nacional*, 523, 1-16.

Oliveira, M. M., Boubli, J. -P., & Kierulff, M. C. M. (2015). *Sapajus flavius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T136253A70612549. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015.RLTS.T136253A70612549.en>. Accessed on April 11, 2017.

Oliveira, S., Lynch Alfaro, J., & Veiga, L. (2014). Activity budget, diet, and habitat use in the Critically Endangered Ka'apor capuchin monkey (*Cebus kaapori*) in Pará State, Brazil: A preliminary comparison to other capuchin monkeys. *American Journal of Primatology*, 76(10), 919-931.

Olson, D., & Dinerstein, E. (2002). The global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89, 199-224.

Olson, E., Marsh, R., Bovard, B., Randrianarimanana, H., Ravaloharimanitra, M., Ratsimbazafy, J., et al. (2012). Arboreal camera trapping for the Critically Endangered greater bamboo lemur *Prolemur simus*. *Oryx* 46(4), 593-597.

Port-Carvalho, M., Ferrari, S., & Magalhães, C. (2004). Predation of crabs by tufted capuchins (*Cebus apella*) in eastern Amazonia. *Folia Primatologica*, 75(3), 154-156.

Robinson, J. (1984). Diurnal variation in foraging and diet in the wedge-capped capuchin *Cebus olivaceus*. *Folia Primatologica*, 43(4), 216-228.

Rodrigues, K. (2013). *Padrão de atividades, comportamento alimentar, exploração de habitat e área de vida de um grupo de Sapajus flavius (Schreber, 1774) (Primates, Cebidae) em um fragmento de Floresta Atlântica, Paraíba, Brasil*. MS.c. dissertation. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba.

Rodrigues, N., & Martinez, R. (2014). Wildlife in our backyard: interactions between Wied's marmoset *Callithrix kuhlii* (Primates: Callithrichidae) and residents of Ilhéus, Bahia, Brazil. *Wildlife Biology*, 20(2), 91-96.

Santos, R. (2010). *Uso de ferramentas por macacos-prego em manguezais*. Ph.D. thesis. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Schaeffer-Novelli, Y. (2002). Situação atual do grupo de ecossistemas: "Manguezal, Marisma e Apicum" incluindo os principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e uso sustentável. *ProBio, MMA*, 1-119.

Schaeffer-Novelli, Y., Soriano-Sierra, E., Vale, C., Bernini, E., Rovai, A., Pinheiro, M., et al. (2016) Climate changes in mangrove forests and salt marshes. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64, 37-52.

Schnepel, B. (2015). *Provisioning and its effects on the social interactions of tibetan macaques (Macaca thibetana) at Mt. Huangshan, China*. MS.c. thesis. Ellensburg: Central Washington University.

Shapiro, A., Trettin, C., Küchly, H., Alavinapanah, S., & Bandeira, S. (2015). The mangroves of the Zambezi Delta: Increase in extent observed via satellite from 1994 to 2013. *Remote Sensing*, 7(12), 16504-16518.

Snaith, T., & Chapman, C. (2007). Primate group size and interpreting socioecological models: do folivores really play by different rules? *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 16(3), 94-106.

Soley, F., Chacón, I., & Soley-Guardia, M. (2017). Extraction of hermit crabs from their shells by white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Primates*, 58, 25-29.

Son, V. (2003). Diet of *Macaca fascicularis* in a mangrove forest, Vietnam. *Laboratory Primate Newsletter*, 42(4), 1-5.

Son, V. (2004). Time budgets of *Macaca fascicularis* in a mangrove forest, Vietnam. *Laboratory Primate Newsletter*, 43, 1-4.

Southwick, C. (1967). An experimental study of intragroup agonistic behavior in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Behaviour*, 28, 182-209.

Stevenson, P., & Vargas, I. (2008). Sample size and appropriate design of fruit and seed traps in tropical forests. *Journal of Tropical Ecology*, 24, 95-105.

Symington, M. (1990). Fission-fusion social organization in *Ateles* and *Pan*. *International Journal of Primatology*, 11, 47-61.

Tan, C., Yang, Y., & Niu, K. (2013). Into the night: camera traps reveal nocturnal activity in a presumptive diurnal primate, *Rhinopithecus brelichi*. *Primates*, 54, 1-6.

Valença-Montenegro, M. (2011). *Ecologia de Cebus flavius (Schreber, 1774) em remanescentes de Mata Atlântica no estado da Paraíba*. Ph.D. thesis. Piracicaba: Universidade de São Paulo.

van Schaik, C., & van Noordwijk, M. (1989). The special role of male *Cebus* monkeys in predation avoidance and its effect on group composition. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 24(5), 265-276.

Vannucci, M. (2001). What is so special about mangroves? *Brazilian Journal of Biology*, 61(4), 599-603.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os macacos-prego-galegos usaram o mosaico de manguezal, várzea e terra firme da área de estudo. Contudo, os ambientes mais utilizados pelos macacos-prego-galegos foram a várzea e a terra firme.
- A frequência de visitas dos macacos-prego-galegos a área de manguezal pode ter sido influenciada pela baixa disponibilidade de frutos e a presença de pescadores e turistas nesse ambiente.
- O padrão de atividade dos animais estudados parece ser conservado entre populações diferentes e a dinâmica social de fusão-fissão adotada pela espécie parece desempenhar um papel importante na mediação de interações agonísticas no grupo.
- Machos adultos mostraram maior dominância, o que pode ser essencial para a proteção do grupo, enquanto as fêmeas mostraram maior cuidados com os infantes.
- Comportamentos de brincadeira foram observados principalmente entre juvenis e estavam associados à diminuição da disponibilidade de alimento, enquanto os comportamentos agonísticos foram observados predominantemente entre machos adultos e estavam associados à maior disponibilidade de alimentos.

## REFERÊNCIAS

- Albuquerque, N. M., Silvestre, S. M., Cardoso, T. S., Ruiz-Esparza, J. M., Rocha, P. A., Beltrão-Mendes, R., et al. (2014). Capture of a common marmoset (*Callithrix jacchus*) by a capuchin monkey (*Sapajus* sp.) in the Ibura National Forest, Sergipe (Brazil). *Neotropical Primates*, 21(2), 218-220.
- Alongi, D. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(03), 331-349.
- Alongi, D. (2008). Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(1), 1-13.
- Alongi, D. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports*, 1(1), 30-39.
- Alongi, D., & Mukhopadhyay, S. K. (2015). Contribution of mangroves to coastal carbon cycling in low latitude seas. *Agricultural and Forest Meteorology*, 213, 266-272.
- Anderson, J., Rowcliffe, J., & Cowlishaw, G. (2007). Does the matrix matter? A forest primate in a complex agricultural landscape. *Biological Conservation*, 135(2), 212-222.
- Bacalhao, M. B., Firmino, M. O., Siqueira, R. A., Ramalho, A. C., Cavalcante, T. A., Nery, T. F., et al. (2016). Descrição morfológica de duas espécies de *Sapajus* encontradas na Paraíba: *S. libidinosus* e o recém-redescoberto e já criticamente ameaçado *S. flavius*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(4), 317-321.
- Barbier, E. B., & Cox, M. (2003). Does economic development lead to mangrove loss? A cross- country analysis. *Contemporary Economic Policy*, 21(4), 418-432.
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169-193.
- Bastos, M. (2012). *Aspectos da dieta do Sapajus flavius em ambiente natural: composição e sazonalidade*. Monografia de especialização. Olinda: Fundação de Ensino Superior de Olinda.
- Bastos, M., Medeiros, K., Souto, A., Jones, G., & Bezerra, B. (in press). Use of mangrove habitats by *Sapajus flavius* assessed by vocalisation surveys. In A. Barnett, K. Nowak, I. Matsuda (Eds.), *Primates of flooded habitats*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Bastos, M., Souto, A., Jones, G., Eason, P., Bione, C., Schiel, N., et al. (2015). Vocal repertoire of wild blonde capuchins (*Sapajus flavius*) and contextual use of calls. *American Journal of Primatology*, 77(6), 605-617.

Baumgarten, A., & Williamson, G. B. (2007). The distributions of howling monkeys (*Alouatta pigra* and *A. palliata*) in southeastern Mexico and Central America. *Primates*, 48(4), 310-315.

Beltrão-Mendes, R., Cunha, A. A., & Ferrari, S. F. (2011). New localities and perspectives on the sympatry between two endangered primates (*Callicebus coimbrai* and *Cebus xanthosternos*) in northeastern Brazil. *Mammalia*, 75, 103-105.

Bennett, E. L., & Reynolds, C. J. (1993). The value of a mangrove area in Sarawak. *Biodiversity and Conservation*, 2(4), 359-375.

Bernard, H., Matsuda, I., Hanya, G., & Ahmad, A. (2011). Characteristics of night sleeping trees of proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in Sabah, Malaysia. *International Journal of Primatology*, 32, 259-267.

Bessa, J., Sousa, C., & Hockings, K. (2015). Feeding ecology of chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) inhabiting a forest-mangrove-savanna-agricultural matrix at Caiquene-Cadique, Cantanhez National Park, Guinea Bissau. *American Journal of Primatology*, 77(6), 651-665.

Bezerra, B. M., Bastos, M., Souto, A., Keasey, M., Eason, P., Schiel, N., et al. (2014). Camera trap observations of nonhabituated Critically Endangered wild blonde capuchins, *Sapajus flavius* (formerly *Cebus flavius*). *International Journal of Primatology*, 35(5), 895-907.

Bicca-Marques, J., Silva, V., & Gomes, D. (2006). Ordem Primates. In N. Reis, A. Peracchi, W. Pedro, & I. Lima (Eds.), *Mamíferos do Brasil* (pp. 101-148). Londrina: Universidade Estadual de Londrina.

Bione, C. B. C. (2011). *Comportamento de forrageio e utilização de ferramentas pelo Cebus flavius (Primates: Cebidae) na natureza*. Dissertação de mestrado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.

Boinski, S. (1988). Use of a club by a wild white- faced capuchin (*Cebus capucinus*) to attack a venomous snake (*Bothrops asper*). *American Journal of Primatology*, 14(2), 177-179.

Boose, K. J., White, F. J., & Meinelt, A. (2013). Sex differences in tool use acquisition in bonobos (*Pan paniscus*). *American journal of primatology*, 75(9), 917-926.

BRASIL/MMA. (2014). Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção. *Diário Oficial da União – Seção 1*, 245, 121-126.

Breuer, T., Ndoundou-Hockemba, M., & Fishlock, V. (2005). First observation of tool use in wild gorillas. *PLoS Biology*, 3(11), 2041-2043.

Canale, G. R., Guidorizzi, C. E., Kierulff, M. C. M., & Gatto, C. A. F. R. (2009). First record of tool use by wild populations of the yellow- breasted capuchin monkey (*Cebus xanthosternos*) and new records for the bearded capuchin (*Cebus libidinosus*). *American Journal of Primatology*, 71(5), 366-372.

Cannicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith, T. J., Offenberg, J., & Dahdouh-Guebas, F. (2008). Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: a review. *Aquatic Botany*, 89(2), 186-200.

Carretero-Pinzón, X., Defler, T. R., & Ferrari, S. F. (2008). Observation of black-capped capuchins (*Cebus apella*) feeding on an owl monkey (*Aotus brumbacki*) in the Colombian llanos. *Neotropical Primates*, 15(2), 62-63.

Costa, A. K. S. (2014). *Área de uso e composição sexo-etária de uma grupo de Sapajus flavius (Schreber, 1774) (macaco-prego-galego) na Estação Experimental de Camaratuba, Paraíba*. Monografia de graduação. João Pessoa: Universidade Estadual da Paraíba.

CPB/ICMBio. (2014). Áreas importantes para a conservação de primatas no Centro de Endemismo Pernambuco. ICMBio-MMA, 47 p.

Cutrim, F. (2013). *Padrão comportamental e uso de ferramentas em macacos-prego (Sapajus libidinosus) residentes em manguezal*. Tese de doutorado. Piracicaba: Universidade de São Paulo.

Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293-297.

Duke, N. C., Meynecke, J. O., Dittmann, S., Ellison, A. M., Anger, K., Berger, U., et al. (2007). A world without mangroves?. *Science*, 317(5834), 41-42.

Duke, N., Ball, M., & Ellison, J. (1998). Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology & Biogeography Letters*, 7, 27-47.

Fedigan, L. M. (1990). Vertebrate predation in *Cebus capucinus*: meat eating in a neotropical monkey. *Folia Primatologica*, 54(3-4), 196-205.

Fernandes, M. (1991). Tool use and predation of oysters (*Crassostrea rhizophorae*) by the tufted capuchin, *Cebus apella apella*, in brackish water mangrove swamp. *Primates*, 32(4), 529-531.

Fernandes, M., & Aguiar, N. (1993). Evidências sobre a adaptação de primatas neotropicais às áreas de mangue com ênfase no macaco-prego *Cebus apella apella*. In M. Yamamoto, & M. Sousa (Eds), *A Primatologia no Brasil IV* (pp. 67-80). Natal: Editora Universitária.

Ferreira, R. G., Jerusalinsky, L., Silva, T. C. F., Souza Fialho, M., Araújo Roque, A., Fernandes, A., & Arruda, F. (2009). On the occurrence of *Cebus flavius* (Schreber 1774) in the Caatinga, and the use of semi-arid environments by *Cebus* species in the Brazilian state of Rio Grande do Norte. *Primates*, 50(4), 357-362.

Fialho, M., Valença-Montenegro, M., Silva, T., Ferreira, J., & Laroque, P. (2014). Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no centro de Endemismo Pernambuco. *Neotropical Primates*, 21(2), 214-218.

Flesher, K. M. (2015). The distribution, habitat use, and conservation status of three Atlantic Forest monkeys (*Sapajus xanthosternos*, *Callicebus melanochir*, *Callithrix* sp.) in an agroforestry/forest mosaic in Southern Bahia, Brazil. *International Journal of Primatology*, 36(6), 1172-1197.

Fragaszy, D., Visalberghi, E., & Fedigan, L. (2004a). *The complete capuchin: the biology of the genus Cebus*. Cambridge Cambridge University Press.

Fragaszy, D., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E. B., & Oliveira, M. G. (2004b). Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. *American Journal of Primatology*, 64(4), 359-366.

Freese, C., & Oppenheimer, J. (1981). The capuchin monkeys, genus *Cebus*. In A. F. Coimbra-Filho, & R. A. Mittermeier (Eds.), *Ecology and behavior of neotropical primates* (pp. 331-390). Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.

Freire Filho, R. (2016). *Contribuição para uma estratégia de conservação de Alouatta ululata, nordeste do Brasil*. Dissertação de mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa, Lisboa.

Galat, G., & Galat-Luong, A. (1976). La colonisation de la mangrove par *Cercopithecus aethiops sabaeus* au Senegal. *Extrait de la Terre et la Vie, Revue d'Écologie Appliquée*, 3–30.

Galat-Luong, A., & Galat, G. (2005). Conservation and survival adaptations of Temminck's red colobus (*Procolobus badius temmincki*), in Senegal. *International Journal of Primatology*, 26(3), 585-603.

Galetti, M., & Pedroni, F. (1994). Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 10, 27-39.

Gardner, C. (2016). Use of mangroves by lemurs. *International Journal of Primatology*, 37(3), 317–332.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., et al. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20, 154-159.

Godoy, M., & Lacerda, L. (2015). Mangroves response to climate change: a review of recent findings on mangrove extension and distribution. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2), 651-667.

Gopal, B., & Chauhan, M. (2006). Biodiversity and its conservation in the Sundarban Mangrove Ecosystem. *Aquatic Sciences-Research Across Boundaries*, 68(3), 338-354.

Hershkovitz, P. (1949). Mammals of northern Colombia. Preliminary report No. 4: monkeys (Primates), with taxonomic revisions of some forms. *Proceedings of the United States National Museum*, 98, 323-427.

Hobaiter, C., Poisot, T., Zuberbühler, K., Hoppitt, W., & Gruber, T. (2014). Social network analysis shows direct evidence for social transmission of tool use in wild chimpanzees. *PLoS Biology*, 12(9), 1-12.

Hogarth, P. J. (2013). Mangrove ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)*, 10-22.

Hutchings, P., & Saenger, P. (1987). *Ecology of mangroves*. Queensland: University of Queensland Press.

ICMBio. (2011). Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste. ICMBio-MMA, 8 p.

ICMBio. (2017) Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Ministério do Meio Ambiente. [www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional](http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional). Acesso em 17 de agosto de 2017.

Inoue-Nakamura, N., & Matsuzawa, T. (1997). Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 111(2), 159-173.

Izawa, K. (1979). Foods and feeding behavior of wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates*, 20(1), 57-76.

Kathiresan, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40, 81-251.

Kathiresan, K., & Rajendran, N. (2005). Coastal mangrove forests mitigated tsunami. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65(3), 601-606.

Leighty, K. A., Byrne, G., Fragaszy, D. M., Visalberghi, E., Welker, C., & Lussier, I. (2004). Twinning in tufted capuchins (*Cebus apella*): rate, survivorship, and weight gain. *Folia Primatologica*, 75, 14-18.

Lima, M. G., Buckner, J. C., Silva-Júnior, J. S., Aleixo, A., Martins, A. B., Boubli, J. P., et al. (2017). Capuchin monkey biogeography: understanding *Sapajus* Pleistocene range expansion and the current sympatry between *Cebus* and *Sapajus*. *Journal of Biogeography*, 44(4), 810-820.

Ludwig, G., Aguiar, L. M., & Rocha, V. J. (2005). Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigratus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do estado do Paraná. *Neotropical Primates*, 13(3), 12-18.

Ludwig, G., Aguiar, L. M., & Rocha, V. J. (2006). Comportamento de obtenção de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), mandioca, por *Cebus nigratus* (Goldfuss) (Primates, Cebidae) como uma adaptação alimentar em períodos de escassez. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(3), 888-890.

Lynch Alfaro, J. W., Boubli, J. P., Olson, L. E., Di Fiore, A., Wilson, B., Gutiérrez-Espeleta, G. A., et al. (2012a). Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread

Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography*, 39(2), 272-288.

Lynch Alfaro, J. W., Silva-Júnior, J. S., & Rylands, A. B. (2012b). How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus*. *American Journal of Primatology*, 74(4), 273-286.

Machado, W., Moscatelli, M., Rezende, L. G., & Lacerda, L. D. (2002). Mercury, zinc, and copper accumulation in mangrove sediments surrounding a large landfill in southeast Brazil. *Environmental Pollution*, 120(2), 455-461.

Majumder, J., Lodh, R., & Agarwala, B. K. (2012). Fish feeding adaptation by Rhesus Macaque *Macaca mulatta* (Cercopithecidae) in the Sundarban mangrove swamps, India. *Journal of Threatened Taxa*, 4(4), 2539-2540.

Malta, A., & Mendes Pontes A. (2013). The simplified novel diet of the highly threatened blond capuchin in the vanishing Pernambuco endemism center. In L. K. Marsh, & C. Chapman (Eds.), *Primates in Fragments* (pp. 245-257). New York: Springer.

MapBiomias. (2017). Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil. [www.mapbiomas.org](http://www.mapbiomas.org). Acesso em 05 de maio de 2017

Marcgrave, G. (1648). *Historiae de quabrupedibus et serpentibus*, Libri VI. In G. Pisonis, G. Marcgrave (Eds.), *Historiae rerum naturalium brasiliae*. Leiden: Ioanes de Laet, Elzevier, p.221-244.

Marques, E. L. N., Buss, G., Fialho, M. S., Azevedo, R. B., Jerusalinsky, L., & Vidal, M. D. (Submetido) Primatas da Reserva Biológica do Lago Piratuba, Amapá, Brasil: conservação, conflitos e ameaças.

Martins, A. B., Valença-Montenegro, M. M., Fialho, M. S., Laroque, P. O., & Di Fiori, A. (2016). Range expansion and observations of tool use by blond capuchins, *Sapajus flavius*, in the caatinga biome of Brazil. In: Meeting of the International Primatological Society and the American Society of Primatologists, Chicago. *Anais*, p. 400.

Martins, A. B., Valença-Montenegro, M. M., Laroque, P. O., & Di Fiore, A. (2015). Sexual dimorphism and male-male competition in blond capuchin monkey in Atlantic Forest of Brazil. In: 84th Annual Meeting of the American Association of Physical Anthropologists, St. Louis. *Anais*, p. 216.

Martins, A. M., Amorim, N., Carneiro, J. C., Mello Affonso, P. R. A., Sampaio, I., & Schneider, H. (2014). *Alu* elements and the phylogeny of capuchin (*Cebus* and *Sapajus*) monkeys. *American Journal of Primatology*, 77(4), 368-375.

Masseti, M., & Veracini, C. (2010). The first record of Marcgrave's capuchin in Europe: South American monkeys in Italy during the early sixteenth century. *Archives of Natural History*, 37, 91-101.

McKinney, T. (2014). Species-specific responses to tourist interactions by white-faced capuchins (*Cebus imitator*) and mantled howlers (*Alouatta palliata*) in a Costa Rican wildlife refuge. *International Journal of Primatology*, 35(2), 573-589.

Medeiros, K. (2015). *Interação entre Callithrix jacchus e Sapajus flavius em um fragmento de Mata Atlântica da região Nordeste do Brasil*. Monografia de graduação. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.

Meijaard, E., & Nijman, V. (2000). Distribution and conservation of the proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation*, 92, 15-24.

Mendes Pontes, A. R., Malta, A., & Asfora, H. (2006). A new species of capuchin monkey, genus *Cebus* Erxleben (Cebidae, Primates): found at the very brink of extinction in the Pernambuco Endemism Centre. *Zootaxa*, 1200, 1-12.

Milton, K., & Mittermeier, R. (1977). A brief survey of the primates of Coiba Island, Panama. *Primates*, 18(4), 931-936.

Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Schwitzer, C., Taylor, L. A., Chiozza, F., & Williamson, L. A. (2012a). Primates in Peril: The World's 25 most endangered primates 2010–2012. IUCN/SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), and Conservation International (CI), Arlington, VA. 40 p.

Mittermeier, R. A., Schwitzer, C., Rylands, A. B., Taylor, L. A., Chiozza, F., Williamson, L. A., et al. (2012b). Primates in peril: The World's 25 most endangered primates 2012-2014. IUCN/SSC Primate Specialist Group (PSG), International Primatological Society (IPS), Conservation International (CI), and Bristol Conservation and Science Foundation, Bristol, UK. 40 p.

Moraes, B. L. C., Souto, A., & Schiel, N. (2014). Adaptability in stone tool use by wild capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). *American Journal of Primatology*, 76(10), 967-977.

Mota, S. M., Ferreira, A. F., Azevedo, J., Nery, T. L., Zermiani, F., & Queiroga, F. L. (2016). Biometric values, C- reactive protein, and proteinogram of healthy blonde capuchin (*Sapajus flavius*) kept in northeast of Brazil. *Journal of Medical Primatology*, 45(6), 318-323.

Nagelkerken, I., Blaber, S., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., et al. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic Botany*, 89(2), 155-185.

Nascimento, F. F., Lazar, A., Seuánez, H. N., & Bonvicino, C. R. (2015). Reanalysis of the biogeographical hypothesis of range expansion between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography*, 42(7), 1349-1357.

Neco, E. C. (2015). *Interações sociais em um grupo de macaco-prego-galego Sapajus flavius (Schreber, 1774) sob competição induzida por alimento, em área de Floresta Atlântica na Paraíba*. Dissertação de mestrado. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba.

Nowak, K. (2008) Frequent water drinking by Zanzibar red colobus (*Procolobus kirkii*) in a mangrove forest refuge. *American Journal of Primatology*, 70, 1081-1092.

Nowak, K. (2012). Mangrove and peat swamp forests: refuge habitats for primates and felids. *Folia Primatologica*, 83, 361-376.

Oliveira, M. M., Boubli, J. -P., & Kierulff, M. C. M. (2015). *Sapajus flavius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T136253A70612549. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015.RLTS.T136253A70612549.en>. Accessed on April 11, 2017.

Oliveira, M., & Langguth, A. (2006). Rediscovery of Marcgrave's capuchin monkey and designation of a neotype for *Simia flavia* Schreber, 1774 (Primates, Cebidae). *Boletim do Museu Nacional*, 523, 1-16.

Olson, D., & Dinerstein, E. (2002). The global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89, 199-224.

Othman, M. A. (1994). Value of mangroves in coastal protection. *Hydrobiologia*, 285(1-3), 277-282.

Otoni, E. B., & Mannu, M. (2001). Semifree-ranging tufted capuchins (*Cebus apella*) spontaneously use tools to crack open nuts. *International Journal of Primatology*, 22(3), 347-358.

Phillips, K. A. (1998). Tool use in wild capuchin monkeys (*Cebus albifrons trinitatis*). *American Journal of Primatology*, 46(3), 259-261.

Pinto, O. (1941). Da validez de *Cebus robustus* Kuhl e de suas relações com as formas mais afins. *Papéis Avulsos*, 1, 111-120.

Ribeiro-Júnior, M. A., Ferrari, S. F., Lima, J. R. F., da Silva, C. R., & Lima, J. D. (2016). Predation of a squirrel monkey (*Saimiri sciureus*) by an Amazon tree boa (*Corallus hortulanus*): even small boids may be a potential threat to small-bodied platyrrhines. *Primates*, 57(3), 317-322.

Rodrigues, K. C. (2013). Padrão de atividades, comportamento alimentar, exploração de habitat e área de vida de um grupo de *Sapajus flavius* (Schreber, 1774) (Primates, Cebidae) em um fragmento de Floresta Atlântica, Paraíba, Brasil. Mestrado – Dissertação. Rio Tinto: Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto.

Rodrigues, N. N., & Martinez, R. A. (2014). Wildlife in our backyard: interactions between Wied's marmoset *Callithrix kuhlii* (Primates: Callithrichidae) and residents of Ilhéus, Bahia, Brazil. *Wildlife Biology*, 20(2), 91-96.

Rowe, N. (2016). The pictorial guide to the living primates. Pogonias Press.

Russon, A. E., Compost, A., Kuncoro, P., & Ferisa, A. (2014). Orangutan fish eating, primate aquatic fauna eating, and their implications for the origins of ancestral hominin fish eating. *Journal of Human Evolution*, 77, 50-63.

Rylands, A. B., & Mittermeier, R. A. (2013). Family Callitrichidae (Marmosets and tamarins). In R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the mammals of the world* (Vol. 3, pp. 262-346). Barcelona: Lynx Edicions, 3.

Rylands, A. B., Mittermeier, R. A., & Silva, J. S. (2012). Neotropical primates: taxonomy and recently described species and subspecies. *International Zoo Yearbook*, 46(1), 11-24.

Rylands, A. B., Mittermeier, R. A., Bezerra, B. M., Paim, F. & Queiroz, H.L. (2013). Family Cebidae (Squirrel monkeys and capuchins). In R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the mammals of the world* (Vol. 3, pp. 348-413). Barcelona: Lynx Edicions.

Sampaio, D. T., & Ferrari, S. F. (2005). Predation of an infant titi monkey (*Callicebus moloch*) by a tufted capuchin (*Cebus apella*). *Folia Primatologica*, 76(2), 113-115.

Santos, A. C. A. (2013). *Padrão de forrageamento de Cebus flavius (Schreber, 1774) (Primates: Cebidae), em um fragmento de Mata Atlântica na Paraíba*. Dissertação de mestrado. São Cristóvão: Universidade Federal do Sergipe.

Santos, R. (2010). *Uso de ferramentas por macacos-prego em manguezais*. Tese de doutorado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Schaeffer-Novelli, Y. (2002). Situação atual do grupo de ecossistemas: "Manguezal, Marisma e Apicum" incluindo os principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e uso sustentável. *ProBio, MMA*, 1-119.

Schneider, H., & Sampaio, I. (2015). The systematics and evolution of New World Primates – a review. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82, 348-357.

Son, V. (2003). Diet of *Macaca fascicularis* in a mangrove forest, Vietnam. *Laboratory Primate Newsletter*, 42(4), 1-5.

Son, V. (2004). Time budgets of *Macaca fascicularis* in a mangrove forest, Vietnam. *Laboratory Primate Newsletter*, 43, 1-4.

SOSMA, & INPE. (2017). Relatório Técnico: Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2015-2016. Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1-69.

Souto, A., Bione, C. B., Bastos, M., Bezerra, B. M., Fragaszy, D., & Schiel, N. (2011). Critically Endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task. *Biology Letters*, 7(4), 532-535.

Thampanya, U., Vermaat, J. E., Sinsakul, S., & Panapitukkul, N. (2006). Coastal erosion and mangrove progradation of Southern Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68, 75-85.

Valença-Montenegro, M. M. (2011). *Ecologia de Cebus flavius (Schreber, 1774) em remanescentes de Mata Atlântica no estado da Paraíba*. Tese de doutorado. Piracicaba: Universidade de São Paulo.

Valença-Montenegro, M. M., Martins, A. B., Barros, M. E. G., & Evêncio Neto, J. (2015). Análises histológicas preliminares da barbel em *Sapajus flavius*. In XVI Congresso Brasileiro de Primatologia, Manaus. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Primatologia.

van der Molen, Y. F. (1981). *Ecologia*. 2ª ed. São Paulo: EPU.

van Schaik, C. P., & Knott, C. D. (2001). Geographic variation in tool use on *Neesia* fruits in orangutans. *American Journal of Physical Anthropology*, 114(4), 331-342.

Vannucci, M. (2001). What is so special about mangroves?. *Brazilian Journal of Biology*, 61(4), 599-603.

Vieira, C. C. (1955). Lista remissiva dos mamíferos do Brasil. *Arquivos de Zoologia*, 8, 341-460.

Visalberghi, E. (1990). Tool use in *Cebus*. *Folia Primatologica*, 54, 146-154.

Winter, P. (1972). Observations on the vocal behaviour of free- ranging squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*). *Ethology*, 31(1), 1-7.