

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO E UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS  
PELO *Cebus flavius* (PRIMATES: CEBIDAE) NA NATUREZA

CAMILA BARRETO CAMPELLO BIONE

RECIFE,  
2011

CAMILA BARRETO CAMPELLO BIONE

COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO E UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS  
PELO *Cebus flavius* (PRIMATES: CEBIDAE) NA NATUREZA

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós Graduação em Biologia  
Animal, da Universidade Federal de  
Pernambuco, para obtenção do título de  
Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Dr. Antonio da Silva Souto

Co-orientadora: Dra. Nicola Schiel

Recife,

2011

**Bione, Camila Barreto Campello**

**Comportamento de forrageio e utilização de ferramentas pelo *Cebus flavius* (PRIMATES: CEBIDAE) na natureza/ Camila Barreto Campello Bione. – Recife: O Autor, 2011.**

**66 folhas : il., fig, tab.**

**Orientador: Antonio da Silva Souto.**

Co-orientadora: Nicola Schiel

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.  
Centro de Ciências Biológicas. Biologia Animal, 2011.

**Inclui bibliografia.**

1. Animais- comportamento 2. Cebídeo 3. Invertebrado I. Título.

**599.85**

**CDD (22.ed.)**

**UFPE/CCB-2011-97**

CAMILA BARRETO CAMPELLO BIONE

COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO E UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS  
PELO *Cebus flavius* (PRIMATES: CEBIDAE) NA NATUREZA

Defendida em: 17/02/2011

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Dr. Daniel Marques de Almeida Pessoa  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Departamento de Fisiologia.

---

Dr. Diego Astúa de Moraes  
Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Zoologia.

---

Dr. Paulo Sérgio Martins de Carvalho  
Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Zoologia.

---

Dr. Severino Mendes de Azevedo Júnior (Suplente interno)  
Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Zoologia.

---

Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura (Suplente externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Departamento de Biologia.

Dedico esta dissertação à Guaraná, Caramelo, Cocada, Pipoca, Negresco e, especialmente, Toddy, seis animais muito queridos. Dedico, ainda, à minha família, amigos e a Gui, que sempre me acompanham e fortalecem.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à energia que move o mundo, os encontros, as pessoas e os aprendizados. Esta energia que, não importa o nome que a chamem, é maior e se encontra no interior de cada ser, nos lugares ou está ‘além do que se vê’!

Agradeço aos meus orientadores, Dr. Antonio Souto e Dra. Nicola Schiel, pelo apoio, conhecimento e orientação. Ainda, agradeço à Tonho e Niki, pela amizade, carinho e por terem me proporcionado muitos dias divertidos.

Aos meus pais, que são a base de tudo, agradeço pelo amor mais sincero e pelo apoio sempre firme. Aos meus irmãos de sangue e/ou coração, Digão, Theus, Driquinha e Aninha, agradeço pelo simples fato de saber que posso contar com eles sempre. À Nete, minha mãe de criação e coração, meu muito obrigada pela amizade, carinho e cuidados. Agradeço também a todos os ‘Barreto Campello’ e ‘Bione’ que sempre me apoiaram. Agradeço ainda a Del, uma pessoa já muito querida.

Agradeço à Gui, por sempre estar do meu lado, com todo o seu carinho e amor. Por fazer os meus dias mais felizes e acreditar sempre em nós dois. Você é o meu apoio, meu ponto de referência, meu amor. Sempre disse...: “Meu bem, você trás o mundo aos meus pés...!”. Agradeço também aos meus sogros e Biel, pelo apoio e carinho, e por representarem mais uma família para mim.

Agradeço à Dói, grande amiga, metade. Por ter me ajudado nas coletas de campo, ter morado junto, pela doitixa, pelo amor e pelo apoio tão grande, que não tem nem definição. Ela me fez perceber que ‘entender o verdadeiro sentido das coisas, é querer saber demais!’

À Nanda, uma amiga de tempos, que está sempre comigo. Com ela, aprendi o sentido mais amplo da palavra ‘verdadeiro’. Agradeço, ainda, aos amigos da graduação, que se tornaram amigos da vida inteira! À Guerra, por ter feito desenhos perfeitos que ajudaram em muito a dissertação. Agradeço também Fefi por ter ajudado também com os desenhos!

Agradeço aos dois anos intensos que esta turma de mestrado me proporcionou, cada um à sua maneira e ‘tudo numa coisa só’. Ao ‘meu pequeno’ grande amigo, Samuca, agradeço de coração pra coração, de essência pra essência, por ele ser o que é e ser tudo isso pra mim. À Dai, flor, agradeço a sintonia, a amizade, as inúmeras noites que não me deixou madrugar ou sentir sozinha, a sinceridade e ao respeito. À Fer, minha fonte de calma-louca, agradeço pela amizade sincera, pelos sorrisos de coração,

por ser tão linda assim como ela é. À Cecy, agradeço o carinho, a leveza e a amizade que me deixa maior. Ao querido Dan, agradeço a felicidade contagiante, o sorriso sempre disponível e a alegria que me passa. Tenho certeza que sem vocês, eu não teria chegado até aqui. Aos demais amigos do mestrado, agradeço pela amizade e apoio e por me fazerem poder dizer a frase “eu sinto que sei que sou um tanto bem maior...!”.

Agradeço à todos os meus amigos, que me dão força para iluminar.

Agradeço à Dra. Bruna Bezerra, Bibi, por sempre ajudar quem quer que seja da forma mais sincera. Ela é uma daquelas pessoas que deixam a ciência mais bonita.

Agradeço enormemente à FACEPE, pelo apoio e financiamento através da bolsa de mestrado. Agradeço também ao CNPq, pelo financiamento do projeto aprovado no edital universal.

Um agradecimento à ASPLAN, por ter permitido minha constante permanência no fragmento de mata que fica em sua propriedade e ter disponibilizado casa e alegres conversas com a companheira de alojamento, Lívia.

Agradeço, ainda, às várias pessoas que deixaram esse trabalho mais difícil. Vocês representaram pedras no meu caminho, mas serviram para me fortalecer e me fizeram ver que, apesar de existirem obstáculos, a fé que você deposita em você e no amor com que você realiza seu trabalho é maior que tudo.

Agradeço, desde já, aos membros da banca, professores Daniel Pessoa, Diego Astúa, Paulo Carvalho, Geraldo Jorge e Severino Júnior, por participarem desta etapa tão importante na minha vida.

Finalmente, um agradecimento especial aos queridos macacos, que me permitiram concluir este trabalho e me propiciaram uma jornada de muito aprendizado e felicidade na mata.

“Seria mais fácil fazer como todo mundo faz.  
... Mas nós vibramos em outra frequência,  
sabemos que não é bem assim. Se fosse fácil  
achar o caminho das pedras, tantas pedras no  
caminho não seria ruim.”  
(Outras Frequências – Engenheiros do  
Hawaii)

## LISTA DE FIGURAS

### 1. Introdução

**Figura 1.** Macaco prego galego (*Cebus flavius*) 5

### 2. Artigo 1

**Figura 1.** Utilização dos estratos verticais de mata pelo *Cebus flavius*. 36

**Figura 2.** Porcentagem de captura de cada tipo de presa com as mãos e com a boca. 37

### 3. Artigo 2

**Figura 1. (a)** A blonde capuchin (*Cebus flavius*) in the study site. **(b)** Distribution of termite fishing activity across the observational period (days and months are in italic; AM refers to “adult male” and the number to its identity). Background image: *Nasutitermes* sp. **(c)** Tapping increased the rate of collection; rotation did not. The term “none” means that the tapping and rotating techniques were not employed. Illustrated are medians and interquartile ranges. 57

**Figura 2.** The sequence of behaviours displayed by the blonde capuchins when fishing for termites. **(a)** Tapping the nest. **(b)** Tearing off a branchlet. **(c)** Rotating and inserting the stick into the nest. **(d)** Inspecting the stick. **(e)** Eating the termites. **(f)** Tapping the nest with the left hand. 57

## LISTA DE TABELAS

### 2. Artigo 1.

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela I.</b> Classificação das presas consumidas pelo <i>Cebus flavius</i> .                                                                                               | 45 |
| <b>Tabela II.</b> Descrição dos comportamentos associados ao forrageio em <i>Cebus flavius</i> .                                                                               | 46 |
| <b>Tabela III.</b> Diferença de ocorrência dos comportamentos associados ao forrageio entre os três estratos verticais do fragmento de mata (Testes de Kruskal-Wallis e Dunn). | 47 |

## SUMÁRIO

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| <b>Resumo</b>                      | 1  |
| <b>Abstract</b>                    | 2  |
| <b>1. Introdução</b>               | 3  |
| 1.1. O Gênero Cebus                | 3  |
| 1.2. <i>Cebus flavius</i>          | 3  |
| 1.3. Comportamento alimentar       | 5  |
| 1.4. Forrageio                     | 6  |
| 1.5. O uso de ferramentas          | 9  |
| 1.6. Referências bibliográficas    | 20 |
| <b>2. Objetivos</b>                | 28 |
| 2.1. Objetivo geral                | 28 |
| 2.2. Objetivos específicos         | 28 |
| <b>3. Artigo 1</b>                 | 29 |
| Resumo                             | 30 |
| Introdução                         | 30 |
| Metodologia                        | 33 |
| Resultados                         | 35 |
| Discussão                          | 38 |
| Referências                        | 40 |
| Normas para submissão no periódico | 48 |
| <b>4. Artigo 2</b>                 | 54 |
| Abstract                           | 56 |
| Introduction                       | 56 |
| Methods                            | 56 |
| Results                            | 57 |
| Discussion                         | 58 |
| References                         | 58 |
| Carta de submissão                 | 60 |
| Normas para submissão no periódico | 61 |

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo investigar a composição de invertebrados na dieta do macaco prego galego (*Cebus flavius*) na natureza, verificar a utilização vertical da mata pelos indivíduos, diferenciar os comportamentos de captura utilizados pelos animais e relacionar estes comportamentos a diferentes tipos de presa. Ainda, foi investigado se ocorrem preferências individuais na utilização destes comportamentos. Foi observado, também, se o *C. flavius* utiliza ferramentas durante o forrageio. O estudo foi conduzido com um grupo composto por seis animais em um fragmento de Mata Atlântica de 94 ha, localizado na Mata da ASPLAN (Paraíba, Brasil). Os invertebrados capturados foram classificados em quatro categorias, de acordo com seu tamanho e sua capacidade de fuga (pular e/ou voar). O fragmento de mata foi dividido em três estratos verticais: solo, média altura e copa. Foram visualizados 18 comportamentos associados ao forrageio, sendo 10 destes referentes a comportamentos de captura de presas. A aquisição de presas maiores e com capacidade de fuga mais elaborada (ex. borboletas) foi realizada através de estratégias específicas mais apropriadas, como impulsos fortes dos membros superiores, e a captura de presas menores e que não apresentam capacidade de pular e/ou voar (ex. formigas) foi feita através de comportamentos menos complexos, tal como a simples manipulação do substrato. Os animais utilizaram os três estratos verticais da mata em proporções diferentes, sendo o de média altura o mais usado. Os animais adultos apresentaram, ainda, preferências individuais sobre qual comportamento de captura usar em três das quatro categorias de presa. Três indivíduos do grupo foram observados modificando e utilizando gravetos para pescar cupins em cupinzeiros. Os animais usaram duas técnicas para aumentar o seu sucesso de captura dos cupins: bater no ninho e rotacionar o graveto. Os resultados sugerem que as estratégias usadas pelo macaco prego galego para capturar presas é dependente do tamanho e habilidade de fuga da presa e das preferências individuais dos animais. A utilização de ferramentas pelo *C. flavius* enfatiza, ainda, como características do macaco prego, tais como habilidade motora e de aprendizado individual e social, entre outras, podem contribuir para o incremento do comportamento de forrageio.

**Palavras chave:** *Cebus flavius*, comportamento de forrageio, tipo de presa, preferências individuais, utilização do estrato, uso de ferramentas

## ABSTRACT

This study aimed to investigate the composition of invertebrates in the diet of the blonde capuchin (*Cebus Flavius*) in nature, to verify the vertical use of the forest by individuals, to differentiate the capture behaviors used by animals and relate these behaviors to different types of prey. It was also investigated whether there are individual preferences in the use of these behaviors, and if *C. flavius* uses tools for foraging. The study was conducted with a group of six animals in a 94-ha Atlantic Forest fragment, located in ASPLAN forest (Paraíba, Brazil). Invertebrates captured were classified into four categories according to their size and their escape ability (jumping and/or flying). The forest fragment was divided into three vertical layers: soil, mid height and canopy. 18 behaviors associated with foraging were observed, with 10 of these being related to prey capture behaviors. The acquisition of larger prey and the more elaborate escape ability (eg butterflies) was performed using more appropriate specific strategies, as strong impulses of upper limbs. Capture of smaller prey that did not have the ability to jump and/or fly (eg ants) was made through less complex behaviors, such as simple manipulation of the substrate. The animals used the three vertical extracts of the forest in different proportions, being the mid height layer the most used. Adult animals also showed individual preferences about which capture behavior to use in three of the four categories of prey. Three individuals in the group were observed changing and using sticks to fish for termites in termite mounds. The animals used two techniques to increase their capture success over the termites: hit the nest and rotate the stick. The results suggest that strategies used by the blonde capuchin to capture preys are dependent on their size and escape ability and the individual preferences of animals. The use of tools by *C. flavius* still emphasizes how capuchin monkey's characteristics, such as motor skills and individual and social learning, among others, can contribute to the development of foraging behavior.

**Keywords:** *Cebus flavius*, foraging behavior, prey type, individual preferences, use of the stratum, use of tools

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 O Gênero *Cebus* (Erxleben, 1777)**

Pertencentes à ordem Primates, família Cebidae e subfamília Cebinae (Rylands et al., 2000), os primatas do gênero *Cebus* são conhecidos por sua alta capacidade adaptativa a diferentes tipos de ambientes, o que lhes permite uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo em grande parte na região neotropical (Zhang, 1995; Vilanova et al., 2005). Animais do gênero *Cebus* são, ainda, conhecidos por apresentarem mapas mentais de suas áreas de vida (Presotto & Izar, 2010). Popularmente conhecidos como ‘macacos prego’, estes primatas são animais diurnos, arbóreos, possuem uma cauda semi-preênsil e um corpo robusto (Freese & Oppenheimer, 1981; Aurrichio, 1995) que pesa cerca de 2,5 a 4 kg (Robinson & Janson, 1987).

Os macacos prego são animais sociais que convivem em grupos compostos de dois a 50 indivíduos, com uma média de tamanho de grupo oscilando de seis a 30 animais (Freese & Oppenheimer, 1981). A quantidade de fêmeas nos grupos é geralmente maior ou igual à de machos (Eisenberg et al., 1972) e, a proporção de jovens e adultos é aproximadamente a mesma (Freese & Oppenheimer, 1981). Os machos adultos são ligeiramente maiores do que as fêmeas e muitas vezes alguns padrões, como a forma da cabeça e proporções corpóreas, diferenciam os sexos (Freese & Oppenheimer, 1981). De uma maneira geral, os grupos de macacos prego possuem um macho alfa, que representa o animal socialmente dominante e geralmente está envolvido na defesa do grupo contra predadores (Janson, 1990; Izar, 1994).

A gestação de fêmeas do gênero *Cebus* dura entre cinco a seis meses, geralmente nascendo um único filhote por vez (Bicca-Marques et al., 2006). Este é carregado pelos pais e outros membros do grupo, até o desmame aos oito meses. As fêmeas atingem a maturidade sexual aos três ou quatro anos de idade e os machos aos sete anos (Fragaszy et al., 2004a).

### **1.2 *Cebus flavius***

Em uma descrição dos animais e plantas do nordeste da Mata Atlântica brasileira, em 1648, o naturalista George Marcgrave mencionou um primata, o qual chamou de ‘caitaia’ que, de acordo com a ilustração publicada no *Libri Principis*, viria a

ser uma espécie do gênero *Cebus* (Oliveira & Langguth, 2006). Em 1774, o naturalista germânico Johann Schreber ilustrou um macaco em uma prancha, nomeando-o de *Simia flavia*. Embora Schreber não tenha descrito a respeito do animal em adição ao nome e mesmo a pintura sendo estilizada, a imagem deixa poucas dúvidas da semelhança com o primata descrito anteriormente por Marcgrave (Oliveira & Langguth, 2006; Masseti & Veracini, 2010). Embora *Simia flavia* Schreber, 1774, seja o nome mais antigo disponível para a espécie (Oliveira & Langguth, 2006), a ausência de exemplares desta espécie em coleções impossibilitou sua adequada identificação. Após extenso estudo que envolveu a localização de populações, descrição morfológica e do crânio, e comparação com outras espécies do gênero *Cebus*, Oliveira e Langguth (2006) redescobrem a espécie e atualizam seu nome para *Cebus flavius*. É importante ressaltar que Pontes et al. (2006) publicaram a descoberta do que acreditavam ser uma nova espécie do gênero *Cebus*, denominando-a de *Cebus queirozi*, porém a descrição e as fotografias fornecidas pelos autores demonstram que esta espécie está de acordo com a descrita por Marcgrave (1648) e Schreber (1774), se tratando portanto da mesma espécie.

O macaco prego galego (*Cebus flavius*) (Figura 1) se distribui na Mata Atlântica (muitas vezes em fragmentos de mata circundados por monocultivos de cana-de-açúcar) dos estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas e Rio Grande do Norte (Oliveira & Langguth, 2006; Masseti & Veracini, 2010), tendo sido possivelmente reportado também na Caatinga, no Rio Grande do Norte, por Ferreira et al. (2009). Entre as suas principais características morfológicas estão: pêlos com coloração brilhante dourada, pelagem da testa amarelo-esbranquiçada e cabeça com formato frontal arredondado sem de tufos (Oliveira & Langguth, 2006; Masseti & Veracini, 2010).

A atual situação de degradação e fragmentação do habitat no qual os animais estão inseridos, associada à escassez de estudos sobre a ecologia, comportamento e conservação da espécie, tornam o *Cebus flavius* susceptível à extinção. De acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN, o macaco prego galego encontra-se criticamente em risco de extinção (IUCN, 2010) e, durante o 23º Congresso Internacional de Primatologia, em 2010, foi incluído na lista dos 25 primatas mais ameaçados do mundo, elaborada pelo Grupo Especialista em Primatas, da IUCN (ICMBio, 2011).



**Figura 1.** Macaco prego galego (*Cebus flavius*)

### 1.3 Comportamento alimentar

Os primatas, em geral, consomem vários itens encontrados em seu ambiente de vida que contribuem para aumentar o suprimento energético e nutricional de sua dieta (Cazzadore, 2007), dando ênfase que a grande flexibilidade alimentar é uma característica ecológica dos primatas (Cowlshaw & Dunbar, 2000). Os indivíduos do gênero *Cebus* são considerados onívoros (Freese & Oppenheimer, 1981), apresentando uma dieta fundamentada principalmente em frutos, de onde retiram grande parte de sua energia diária necessária, e em insetos, principal fonte de proteínas (Terborgh, 1983; Robinson & Jason, 1987; Janson & Boinski, 1992). A dieta do gênero é bastante diversificada e também se baseia em sementes, flores, pequenos vertebrados, néctar, ovos, entre outros (Fedigan, 1990; King, 1991), podendo variar de acordo com o ambiente que o grupo habita (Fragaszy et al., 1990).

Brown e Zunino, em 1990, demonstraram a grande flexibilidade alimentar do gênero *Cebus* comparando o consumo de alimentos por animais de duas localidades diferentes: Na Argentina, o grupo de *Cebus apella* estudado apresentou 72,3% de sua dieta composta de base foliar de bromélias, enquanto que outro grupo de *C. apella*, residente no Parque Nacional do Iguazú, consumiu principalmente frutos de palmeiras. Segundo os autores, tais diferenças alimentares evidenciam a adaptabilidade do gênero a ambientes que apresentam diferente disponibilidade de recursos.

Chapman e Fedigan (1990) por sua vez, encontraram diferenças na composição alimentar de três grupos vizinhos de *Cebus capucinus*, sem que houvesse diferença de

disponibilidade de alimentos nas áreas dos grupos. Os autores sugeriram que as diferenças na dieta não são baseadas somente na medida de abundância de alimento, podendo estar relacionadas às tradições locais no consumo dos itens ou ao aproveitamento do alimento.

Segundo Melin e colaboradores (2010), animais que vivem livremente na natureza enfrentam muitas decisões ao selecionar sua dieta de acordo a cumprir suas exigências nutricionais. Tais decisões acerca da dieta podem influenciar o modo como o animal vai explorar o ambiente, com o intuito de garantir a presa e/ou alimentação adequada. Para ser localizado, consumido ou ambos, muitos dos alimentos presentes da dieta dos macacos prego exigem sofisticadas técnicas de manipulação, cuja aquisição pode envolver mecanismos de transferência de informações sociais (King, 1991).

#### **1.4 Forrageio**

O comportamento de busca é um movimento ativo pelo qual um animal encontra ou tenta encontrar recursos, sendo dependente da capacidade exploratória do animal, incluindo sua percepção e capacidade locomotora (Bell, 1991). O tamanho corporal também afeta diretamente o forrageio, visto que influencia na demanda metabólica por energia e proteína, na força absoluta e agilidade do animal (Demes & Gunther, 1989 apud Janson & Boinski, 1992). As dimensões dos predadores dificultam, ainda, uma aproximação silenciosa de presas que possuem capacidade de fuga (Janson & Boinski, 1992), selecionando de certa forma os tipos de presa de acordo com a robustez e habilidade do predador.

A aquisição de alimento e a capacidade de escapar de predadores são componentes importantes nas estratégias de sobrevivência da maioria dos animais (Cowlishaw, 1997) e são fatores correlacionados, já que, ao forragear, os animais correm o risco de também serem predados. Portanto, um forrageador tem de dividir a sua atenção entre a tarefa de encontrar uma presa, em sua grande maioria das vezes críptica, e a possível exposição a um predador (Ydenberg, 1998). No entanto, os animais podem usar de estratégias que diminuam o risco de predação enquanto forrageiam. Treves (2002) encontrou que macacos colobos vermelhos (*Procolobius badius*) selvagens apresentam mais comportamentos de vigilância quando forrageiam próximo ao solo do que perto da copa de árvores, uma vez que um dos seus principais predadores (o Chimpanzé) é terrestre. Schaik e Noordwijk (1989) encontraram que para

o gênero *Cebus* o risco de predação diminui de acordo com a altura de realização do forrageio em relação ao solo. Neste sentido, o uso estratégico do habitat é uma forma de diminuir o risco de predação (Cowlshaw, 1997).

Durante o forrageio os animais contam ainda com o comportamento da presa em questão e seus mecanismos de defesa, sendo estes pontos importantes para elucidar o comportamento do predador (Curio, 1976) e se obter uma maior eficiência de forrageio. De acordo com Izawa (1979), o comportamento de forrageio do macaco prego varia de acordo com o tipo de alimento que este procura, de modo que os indivíduos parecem conhecer bem os hábitos dos animais que consomem. O sucesso do animal em consumir presas depende do método que ele utiliza para procurar e capturar estas presas, da avaliação espacial dos recursos e da capacidade que os animais têm em se adaptar a mudanças que ocorram no ambiente (Bell, 1991).

A habilidade em responder a mudanças de curto prazo é que irá definir o sucesso do indivíduo. Esta habilidade dá-se, principalmente, pela aprendizagem. De acordo com Reznikova (2007) a aprendizagem desenvolve no animal a capacidade de se adaptar ao meio e suas mudanças, enquanto que a inteligência do mesmo auxilia o animal a usar as suas experiências aprendidas em situações novas. De grande relevância é a aprendizagem que ocorre através da aquisição de informações em experiências durante a fase jovem do animal (McLean, 1997). Neste sentido, o longo período de juventude em primatas é considerado particularmente importante para a sua maturação adequada, pois inclui uma fase durante a qual a aquisição de informações é aumentada (Joffe, 1997; Pereira, 1993; Shettleworth, 1994; Tomasello, 2000). Box & Fragaszy (1986) mencionam que cada indivíduo desenvolve suas próprias habilidades ao observar os outros integrantes de seu grupo “... e o comportamento dos outros indivíduos durante este período influenciará no desenvolvimento destas habilidades no jovem”. Da mesma forma King (1994) comenta a influência de interações sociais que trazem aos animais jovens importantes informações sobre o alimento e estratégias de forrageio. Schiel & Huber (2006) constataram em *Callithrix jacchus*, na natureza, como a observação de um adulto, por parte de um infante, influencia nas decisões tomadas por este. Bell (1991) conclui que indivíduos já adultos talvez difiram em suas estratégias e sucesso de forrageio, devido a experiências na fase juvenil e influências maternas.

Membros do gênero *Cebus* são reconhecidos como hábeis forrageadores extrativistas (Parker & Gibson, 1977; Struhsaker & Leland, 1977; Izawa, 1979; Janson & Boinski, 1992; Boinski et al., 2000; O'Malley & Fedigan, 2005), por possuírem

destreza manual (Visalberghi, 1987; Ottoni & Mannu, 2001) e elevada habilidade manipulativa (Boinski et al., 2000, Ottoni & Mannu, 2001, Cleveland et al., 2004). Estes primatas podem passar a maior parte do seu tempo ativo em atividades de forrageio ou deslocamento entre fontes alimentares (Izawa, 1980; Ottoni & Mannu, 2001). É conhecida, ainda, uma marcante diferença entre os sexos e entre as classes de idade durante o forrageio dos macacos prego (Fragaszy & Boinski, 1995; Rose 1994; O'Malley & Fedigan, 2005).

Os macacos prego vivem em grupos sociais que apresentam uma estrutura espacial de distribuição dos animais, havendo a formação de subgrupos que variam de acordo com as características e as posições sociais dos indivíduos, sendo estes grupos responsáveis por funções específicas, como defesa e/ou aquisição de alimento (Fragaszy et al., 2004a). Tal distribuição espacial dos animais em um grupo também pode ser observada durante o forrageio: os machos e fêmeas dominantes e os infantes permanecem no centro do grupo; os juvenis têm livre posicionamento; os machos e as fêmeas adultos subordinados se mantêm na periferia do grupo, evitando ir ao centro; e por fim, os machos e as fêmeas subadultos se posicionam na frente do grupo (Janson, 1990; Hall & Fedigan, 1997).

Durante o forrageio, outro fator que pode ser gerado pela existência de grupos sociais, é a agressão. As agressões podem interferir relevantemente na taxa de sucesso de forrageio dos animais (Janson, 1985), visto que esta interferência afeta o tempo gasto para adquirir alimento e também a quantidade de alimento que o animal coleta. Em macacos prego ocorre uma elevada ocorrência de agressões durante atividades de forrageio (Janson, 1985), fazendo com que os animais, dependendo do tipo de alimento envolvido no forrageio, optem por manter-se afastados enquanto forrageiam, reduzindo a taxa de agressão e aumentando o sucesso de forrageio (Janson 1990; Phillips, 1995). Panger et al. (2002), no entanto, ressaltam a tolerância dos macacos prego a que infantes do grupo permaneçam bem próximos enquanto aqueles forrageiam, o que confere a estes infantes a oportunidade de aprender socialmente comportamentos específicos do forrageio.

Os macacos prego apresentam um amplo repertório de comportamentos associados ao forrageio, podendo retirar casca de árvores para procurar pequenos invertebrados que ali vivem, quebrar e abrir galhos secos, rolar pedras, peneirar a serrapilheira do chão de matas (Gibson, 1986; Chapman & Fedigan, 1990; Fedigan, 1990), inspecionar folhas caídas, procurar na parte de baixo de folhas verdes, escavar

superfícies que possam abrigar insetos (Oppenheimer, 1968; Freese, 1977 apud Freese & Oppenheimer, 1981), entre outros comportamentos. Além de procurarem por presas de várias maneiras, os macacos prego utilizam todo o estrato vertical do habitat em que vivem, desde o chão até o alto da copa (Freese & Oppenheimer, 1981). Estes fatores, associado ao fato dos animais serem onívoros e hábeis manipuladores, torna ainda mais interessante o comportamento alimentar e de forrageio de animais do gênero *Cebus*. Estes primatas podem, ainda, incrementar o forrageio, aumentando a sua eficiência e obtendo recursos inacessíveis a outros animais e com alto valor energético, com a utilização de ferramentas (Yamakoshi, 1998).

### **1.5 Uso de ferramentas**

Segundo Auricchio (1995) os integrantes do gênero *Cebus* são animais “... muito curiosos, mexendo, removendo e quebrando coisas...”. Tais características levaram este gênero a destacar-se pela peculiaridade do uso de ferramentas (Fernandes, 1991; Langguth & Alonso, 1997; Boinski et al., 2000; Ottoni & Mannu, 2001; Fragaszy et al., 2004b) característica, até então, atribuída apenas ao homem, chimpanzés (Inoue-Nakamura & Matsuzawa, 1997) bonobos e orangotangos (Visalberghi et al., 1995).

Estudos sobre a utilização de ferramentas durante o forrageio por primatas do gênero *Cebus* vêm sendo conduzidos tanto em cativeiro (Visalberghi & Trinca, 1989; Westergaard et al., 1995; Visalberghi et al., 1995; Westergaard et al., 1997; Cleveland et al., 2004; Bortolini & Bicca-Marques, 2007; Schrauf et al., 2008) quanto na natureza (Izawa & Mizuno, 1977; Struhsaker e Leland, 1977; Fernandes, 1991; Phillips, 1998; Moura & Lee, 2004; Fragaszy et al., 2004b; Waga et al., 2006; Visalberghi et al., 2007; Mannu & Ottoni, 2009; Visalberghi et al., 2009; Ferreira et al., 2010; Fragaszy et al., 2010a; Fragaszy et al., 2010b; Moura & Lee; 2010). Estes estudos têm demonstrado o uso de ferramentas em contextos de extração e consumo dos mais variados tipos de alimentos.

Parker e Gibson (1977), durante um estudo teórico acerca da utilização de ferramentas e manipulação de objetos, propuseram uma taxonomia para distinguir as várias formas de manipulação de objetos pelos animais: preensão simples, manipulação simples de objetos, manipulação objeto-substrato, manipulação complexa de objetos e manipulação de objeto social. O uso de ferramentas seria, segundo os autores, uma forma de manipulação complexa de objetos, que envolve a manipulação de um objeto

em relação a outro (que no caso podem representar fontes alimentares), envolvendo alterações posteriores no estado de um ou de ambos os objetos. Outra definição de uso de ferramentas foi feita por Beck (1980), que seria o uso de objetos livres no meio ambiente como uma extensão funcional do próprio corpo do animal, sem, no entanto, considerar as parte do corpo como ferramentas.

Em 1977 Izawa e Mizuno já descreveram métodos de extração de alimento pelo *Cebus apella* em frutos de palmeira (*Astrocaryum chambira*) que possuem uma superfície externa dura. Desta forma, estes autores deram suporte para Frigaszy e colaboradores (1990) e Mannu (2002) afirmarem que os macacos prego possuem uma habilidade manipulativa que os permitem forragear vários tipos de itens alimentares e obter alimentos que outros animais não conseguem acessar. Segundo Izawa e Mizuno (1977), o macaco utilizaria duas metodologias para retirar o suco e a carne do fruto, dependendo do estágio de maturação do mesmo, podendo, em estágios menos avançados de maturação do fruto, abrir furos na casca com os caninos para beber o suco ou bater levemente este contra a superfície de algum tronco para facilitar a abertura. Os animais podem ainda, em estágios mais avançados de maturação do fruto, batê-lo fortemente contra os troncos de árvores, rachando a casca do mesmo e abrindo-o, permitindo que a carne seja consumida.

As sementes da palmeira *A. chambira* também foram consumidas por um grupo de *C. apella* na Colômbia, como reporta Struhsaker e Leland (1977). O modo como os animais quebraram a casca dura da semente foi semelhante ao descrito por Izawa e Mizuno (1977), com os animais batendo fortemente a semente contra o tronco de uma árvore, ou ainda, segurando uma semente em cada mão e batendo fortemente uma contra a outra, esmagando as duas sementes. Os autores afirmam que nenhuma das outras seis ou sete espécies de primatas residentes no mesmo local se alimenta da semente desta palmeira, reforçando que a habilidade em explorar tal recurso, que parece inacessível a outras espécies na mesma área, confere a este grupo de macacos prego uma vantagem competitiva sobre estas outras espécies de primatas do local.

Fernandes (1991) reportou o uso de ferramentas para a extração de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) por *Cebus apella*. Um animal foi visto abrindo ostras fixadas na vegetação do mangue batendo nelas rápida e repetidamente com o auxílio de um objeto, definido pelo autor como sendo parte da própria colônia de ostras. Este achado dá ênfase à capacidade adaptativa dos primatas do gênero *Cebus* a diferentes habitats e sua habilidade em explorar recursos alimentares alternativos em ambientes tais como os

manguezais, que apresentam relativamente escassos os alimentos típicos da alimentação de primatas, por exemplo, frutos. O autor ressalta, ainda, que tal habilidade é um fator importante no sucesso ecológico da espécie.

Em um estudo de cativeiro, Visalberghi e colaboradores (1995) realizaram um experimento com macacos prego (*Cebus apella*), chimpanzés (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*) e orangotangos (*Pongo pygmaeus*), baseado na apresentação de um conjunto de problemas relacionados com diferentes graus de dificuldade e que exigia comportamentos específicos para a solução. O experimento envolveu um tubo horizontal transparente com isca de alimento no seu centro e varetas foram disponibilizadas aos animais para que estes pudessem empurrar o alimento para fora do tubo. Posteriormente, o mesmo tubo foi apresentado aos primatas com duas ferramentas diferentes em uma situação mais complexa (um disco e uma vareta em fora de H). Estes objetos teriam então que ser modificados para que pudessem ser usados no tubo. Foram realizados dois blocos de sessões com os mesmos testes e os macacos prego não melhoraram o desempenho no segundo bloco de tentativas (os erros cometidos no início do experimento permaneceram durante a segunda fase do mesmo), levando os autores a supor que estes primatas aprenderam que colocar o objeto no tubo implica na obtenção de alimento, mas não compreenderam que a vareta deveria ter determinadas características a fim de desalojar os alimentos. Os outros primatas cometeram significativamente menos erros no segundo bloco de sessões do que no primeiro, dando base para autores suporem que estes grandes primatas possuam a capacidade de adquirir mais facilmente as associações relevantes necessárias para a solução do teste ou, ainda, interpretem que tais primatas adquiriram uma compreensão mais completa do teste do que os macacos prego. Esta ênfase na diferença entre compreensão entre as espécies de primatas é hoje discutida por autores que sugerem que os macacos-prego são capazes de compreender a relação de causa e efeito envolvida no uso de ferramentas (e.g. Bortolini & Bicca-Marques, 2007).

Westergaard e colaboradores (1995) realizaram um experimento com *C. apella* em cativeiro, para verificar o uso e capacidade de modificação de bastões como pilão pelos animais para ter acesso à seiva da cana-de-açúcar utilizada no estudo. Os primatas espremeram a cana com os pilões, quebrando suas fibras e se alimentando de sua seiva. Alguns indivíduos do estudo, ainda, modificaram os bastões de modo que os tornavam ferramentas mais eficientes para moer e triturar a cana. Os autores realizaram também outro experimento no qual disponibilizam mais de um tipo de alimento e variados

objetos que poderiam ser utilizados como ferramentas pelos macacos. Os animais utilizaram pedras e bastões como pilão, papel toalha para absorver a seiva da cana e bastões foram também usados para misturar diferentes tipos de alimentos. Os resultados, segundo os autores, confirmam que os macacos prego estabelecem uma combinação de habilidades quando expostos a situações novas (como proposto por Westergaard & Suomi, 1994) e possuem ainda a habilidade cognitiva de modificar ferramentas, assim como os chimpanzés.

Em mais um estudo experimental, Westergaard e colaboradores (1997) demonstraram a coleta de formigas com ferramentas por macacos prego (*C. apella*) em cativeiro. Os animais utilizaram gravetos para conseguir alcançar formigas que foram colocadas no fundo de um cilindro fino. Os macacos prego, em algumas ocasiões, modificaram os gravetos de modo a torná-los mais adequados para ser inseridos no cilindro. Durante o experimento, o cilindro foi vedado com filme de acetato e pedras foram dispostas no recinto dos animais. Os indivíduos, então, utilizaram as pedras para perfurar o acetato e os gravetos para recolher as formigas do cilindro. O estudo demonstrou a paciência como virtude dos animais, visto que estes esperavam os insetos subirem no graveto e sua habilidade cognitiva, já que os macacos cuidadosamente empurravam o graveto para trás e para frente, em uma ação que parece estimular as formigas a subir nestes.

Para extrair larvas de coleópteros que habitam a semente e se alimentam do endosperma do fruto da palmeira *Syagrus romanzoffianum*, um grupo de *Cebus apella* residente no Parque Municipal Arthur Thomas (PR) utiliza pedras de diferentes tamanhos (uma usada como ‘martelo’ e outra como ‘bigorna’) para quebrar a superfície dura da semente e alcançar as larvas (Rocha et al., 1998). Após se alimentarem da polpa madura do fruto, os animais carregavam as sementes, na boca ou nas mãos, até um local no solo que possuísse rochas para usar como ferramentas. Os autores relatam que os animais adultos do grupo tinham maior êxito em quebrar as sementes, visto que possuem um corpo mais robusto e mais força para pegar pedras maiores, além de maior experiência. Os resultados do estudo evidenciam que o uso de ferramentas por macacos prego traz benefícios aos animais, pois permite o acesso a uma fonte de alimento que normalmente não seria utilizada.

Phillips (1998) reportou para o *Cebus albifrons trinitatis*, em Trinidad, o uso de folhas como copos para retirar água de cavidades de árvores. Os animais do estudo modificaram as folhas, alterando sua forma, antes de usá-las. Tais observações

ênfatizam que macacos prego, assim como chimpanzés (*Pan troglodytes*), podem fabricar ferramentas e utilizá-las em contextos relacionados ao forrageio.

Em 2001, Ottoni e Mannu demonstraram o uso de ferramentas por um grupo *Cebus apella* em semi-liberdade. Os animais utilizaram duas pedras, uma menor (segurada na mão e utilizada como ‘martelo’) e outra maior (disposta sobre o substrato, usada como ‘bigorna’) para quebrar e abrir cocos da palmeira *Syagrus romanzoffiana*. Todas as classes de idade (infantes, juvenis, sub-adultos e adultos) utilizaram a ferramenta, embora os juvenis tenham participado de mais da metade dos episódios. Quanto ao sexo, fêmeas sub-adultas foram mais ativas em usar a ferramenta, mas em se tratando de animais adultos, os machos quebraram mais cocos do que as fêmeas. Os autores reportam também a aprendizagem envolvida no uso de ferramentas pelos primatas, visto que 17% dos episódios de quebra de cocos foram assistidos por outros indivíduos. Em alguns destes episódios, os infantes ou juvenis observadores, logo após a saída do animal que realizou a quebra, analisaram as pedras e comeram sobras de alimentos no local. Ottoni e Mannu (2001) ressaltam ainda que durante esta aprendizagem, os indivíduos sub-adultos e adultos participaram mais como modelos do que observadores e os juvenis e, principalmente, os infantes foram mais observadores da tarefa do que modelos, demonstrando como parece ocorrer a transferência de informações entre estes primatas.

Cleveland e colaboradores (2004) testaram, em cativeiro, se os macacos-prego carregariam ferramentas para sites de alimentação ou ao contrário, levariam o alimento para as ferramentas. Em 2001, Jalles-Filho e colaboradores já haviam constatado, em semi-liberdade, que um grupo de macacos prego carregou os cocos para os sítios de quebra e nunca o contrário. Estes autores contextualizaram que o transporte de uma ferramenta para um local de alimentação envolveria não só a percepção para reconhecer o instrumento adequado para a extração do alimento, mas também planejamento, o que não aconteceu com os macacos do estudo. Eles afirmam, ainda, que a pressão social de competição exercida pelos outros indivíduos do grupo seria uma ameaça caso o animal deixasse o alimento no local para ir buscar as ferramentas adequadas para o uso. Cleveland e colaboradores (2004) utilizaram como aparato experimental uma caixa plástica com um orifício em seu topo e alimento em seu interior. Varetas foram colocadas a diferentes distâncias da caixa para que os animais as conduzissem ao aparato e tivessem acesso ao alimento. Em um segundo teste, os autores disponibilizaram a mesma caixa com alimento e um segundo aparato para a quebra de

sementes. Foram colocadas, fora do campo de visão dos animais, varetas e pedras para que os animais transportassem ao local de uso. Os primatas carregaram as varetas para o aparato com sucesso, porém as pedras raramente foram transportadas. Os autores ressaltam que pedras podem gerar um maior custo de energia para serem transportadas do que as varetas e enfatizam o risco de se perder o alimento enquanto se transporta a ferramenta, sendo provavelmente mais vantajoso o inverso.

Macacos prego (*Cebus libidinosus*), em vida livre, foram visualizados utilizando pedras para quebrar cocos de palmeiras no Piauí (Fragaszy et al., 2004b). Os autores examinaram os sítios de quebra da área e encontraram diversos vestígios de utilização da ferramenta, como bigornas com marcas das sementes, restos de casca do coco, pedras, entre outras. Eles também fizeram o registro de animais realizando a quebra do coco no local. Alguns sítios de quebra se situavam em cima de morros com ocorrência natural de pedras de arenito (que são frágeis, não sendo adequadas como martelos), e os animais utilizaram pedras do tipo seixo para realizar a quebra dos cocos, o que pode significar que os macacos transportaram estas pedras adequadas para o local de quebra. Este foi o primeiro registro de uso de martelo e bigorna na quebra do coco para populações selvagens de macacos prego.

Outro registro de utilização de pedras para quebrar cocos de palmeiras foi feito por Moura e Lee, em 2004. A área de uso do grupo de *Cebus libidinosus* em questão é compreendida por uma Caatinga, localizada no Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí, que durante a estação seca não oferece abundância de recursos alimentares. A habilidade de utilizar ferramentas para obter alimentos de difícil acesso, em condições como esta, passa a ser um grande benefício para os animais. Os autores reportaram o uso de ferramentas em três contextos: escavação, quebra e sondagem. Os macacos usaram pedras para escavar, quebrar sementes, abrir galhos ocos e quebrar tubérculos em tamanhos menores. Utilizaram, ainda, galhos ou ramos (algumas vezes modificados pelos animais) para investigar buracos e fendas de rochas. Moura e Lee (2004) sugeriram que a utilização das ferramentas pelos macacos facilitou o forrageamento por recursos de difícil acesso, em uma área com pouca oferta de alimento.

A aprendizagem social envolvida no uso de ferramentas foi estudada por Ottoni et al. (2005), em um estudo com *Cebus apella* em semi-liberdade. Os autores conferiram como ocorre a observação dos indivíduos que realizam a quebra de cocos utilizando pedras por outros indivíduos do grupo. Foram investigados se fatores como proximidade social, hierarquia, idade, eficiência e proficiência do animal que usa a

ferramenta (o ‘modelo’) influenciavam na escolha de um modelo pelos observadores. De todos os fatores investigados, apenas a proficiência do animal-modelo apresentou-se como relevante na escolha pelo observador, sugerindo que os macacos prego são capazes de discriminar seus companheiros de grupo de acordo com suas habilidades no uso da ferramenta, sendo mais propensos a assistir indivíduos mais competentes na quebra de cocos.

Waga et al. (2006) documentam o uso de pedras para quebrar frutos secos por grupos de *Cebus libidinosus* no Cerrado brasileiro. Os autores registraram eventos coletivos de quebra de frutos de Jatobá (*Hymenaea courbaril*) e Macaúba (*Acrocomia aculeata*), e sugeriram que o uso de ferramentas por macacos prego pode, de fato, ser interpretado como um dos tipos de estratégia de forrageamento dentre o variado repertório de estratégias que primatas do gênero *Cebus* possuem.

Bortolini e Bicca-Marques (2007) relatam a fabricação espontânea de ferramentas por um grupo cativo de macacos prego. Os autores se basearam na definição de Beck (1980) para fabricação de ferramentas: ‘Fabricação de ferramentas é um processo cognitivo complexo que envolve uma modificação intencional do instrumento para melhorar a sua eficácia’. Durante as observações realizadas por Bortolini e Bicca-Marques (2007), um indivíduo do grupo bateu um galho entre duas pedras de tamanhos diferentes (que serviram como martelo e bigorna), depois arrancou pedaços do galho com a boca, modelando-o para logo em seguida utilizá-lo para sondagem em um orifício. Outros animais do grupo utilizaram pedras para quebrar nozes, enfatizando o uso de ferramentas por grupos de macacos prego.

A utilização de ferramentas na quebra de sementes e frutos secos deixa marcas claras nos sítios de quebra, como: depressões rasas características na superfície da bigorna, cascas quebradas e martelos de pedra sobre a bigorna. Com o intuito de caracterizar os martelos e as bigornas utilizadas, Visalberghi e colaboradores (2007) estudaram estas marcas e o uso das ferramentas por *Cebus libidinosus* na natureza. As bigornas encontradas pelos pesquisadores eram, em sua maioria, formadas por uma grande pedra, dura, relativamente baixa em relação ao solo, com uma superfície plana e horizontal, geralmente com boa cobertura visual (o que confere proteção contra possíveis predadores), perto de árvores (que representam rotas de fuga para os macacos). Em poucos casos a bigorna foi representada por troncos de árvores caídos, e estes eram sempre muito duros como de Sucupira e Jatobá. As bigornas se encontravam muitas vezes a mais de 3 metros das palmeiras, demonstrando que as sementes eram

transportadas até estas. Os martelos utilizados pelos animais foram representados por pedras de variados formatos, que muitas vezes eram mais duras do que as pedras normalmente encontradas na região na qual a bigorna estava inserida, sugerindo que os animais carregavam pedras mais adequadas de outras áreas até a bigorna. A dureza e o tamanho da pedra utilizada como martelo influenciam na força e na resistência ao impacto durante a quebra das sementes. De acordo Visalberghi et al. (2007), a quantidade de sítios de quebra encontrados, tantos novos quanto mais antigos e já inutilizados, sugere que a utilização dessa ferramenta por macacos prego da região é uma atividade rotineira e realizada há um tempo considerável. Esta atividade pode ser considerada uma tradição entre os macacos prego da região, sendo esta definida por Fragasz e Perry (2003) como ‘uma prática comportamental que é relativamente duradoura (ou seja, é executada repetidamente durante um período de tempo), que é compartilhada entre dois ou mais membros de um grupo, e depende, em parte, da aprendizagem social para a sua geração em novos praticantes’.

Resende e colaboradores (2008) estudaram a ontogenia do comportamento manipulativo e do uso de ferramentas para quebrar nozes por *Cebus apella* em semi-liberdade. Foram estudados animais de todas as classes de idade, desde macacos recém nascidos a adultos. A simples manipulação (manipulação direta de objetos e substratos) foi primeiro visualizada quando os infantes possuíam de 8 a 12 semanas. Ações um pouco mais complexas, que consistiam em atos combinando objetos e substratos apareceram entre 16-24 semanas. As primeiras atividades manipulativas pelos infantes ocorreram quando estes estavam sendo carregados por outros indivíduos do grupo, e ampliaram em frequência e variedade a partir do momento que os infantes foram se locomovendo sozinhos, entre 4-5 meses. A manipulação de nozes e pedras e a ação de interação entre estes objetos foram visualizadas pela primeira vez quando os animais apresentavam de 32-80 semanas de idade. Os autores reportaram que durante o primeiro ano de vida, os infantes do grupo apresentaram preferência em permanecer com suas mães. As fêmeas adultas do grupo exibiram baixos índices de quebra de nozes com pedras durante o estudo, o que pode ter influenciado no tardio aparecimento de ações combinando pedras e nozes exibido pelos infantes quando comparado a ações que combinavam outros objetos e substratos pelos mesmos. Os autores ressaltam ainda as variações individuais no tempo de aparecimento e frequência das diferentes categorias de manipulação. Eles discutem que o tempo de aparecimento dos comportamentos de manipulação está associado com o desenvolvimento da estabilidade postural e

habilidade locomotora dos animais e é relacionado com a capacidade de associação de diferentes comportamentos. O primeiro passo para que os animais do estudo conseguissem quebrar nozes utilizando pedras foi a manipulação direta das pedras e das nozes, podendo colocá-las em contato com o substrato. Posteriormente, os macacos bateram as pedras nas nozes. No entanto, o uso do sistema completo de quebra de nozes (que consiste do martelo, da noz e da bigorna) só apareceu depois que os animais passaram a colocar a noz solta na superfície de uma pedra que serviria como apoio. Com o aparato completo para a utilização da ferramenta, os indivíduos foram obtendo sucesso em quebrar as nozes através de tentativas e da observação de indivíduos mais experientes do grupo e foram se aperfeiçoando com o passar do tempo.

Para verificar se o peso das pedras utilizadas como martelos influenciava na quebra de nozes, Schrauf et al. (2008) realizaram experimentos com macacos prego (*Cebus apella*) cativos. No primeiro teste, os autores disponibilizaram, além de nozes e bigorna, objetos idênticos em formato, tamanho, material e coloração, diferindo apenas em relação ao peso. O objetivo do teste foi verificar se os animais são capazes de associar o peso das ferramentas à sua eficiência e desenvolver uma preferência para as ferramentas mais eficientes. Em um segundo teste, os autores verificaram se o peso poderia ser ofuscado pelo tamanho do objeto. Alguns indivíduos que participaram do experimento escolheram os objetos mais pesados e, no caso, eficientes para quebrar as nozes, sugerindo que possuem percepção do peso e da influência deste na eficiência da ferramenta e destacando que esta habilidade seletiva eleva a efetividade dos macacos prego como usuários de ferramentas. Durante o segundo teste, os indivíduos, após algumas tentativas, passaram a preferir os objetos mais pesados aos maiores, o que demonstra que estes macacos aprenderam com a experiência em selecionar objetos de acordo com sua efetividade relativa.

Mannu e Ottoni (2009) argumentam que o uso de pedras para quebrar nozes por macacos prego vem sendo vastamente explorado, no entanto, estes primatas utilizam uma gama mais ampla de tipos de ferramentas que não são tão exploradas nas pesquisas. Assim, além da utilização de pedras para abrir frutos/sementes duros (o que representou a maioria dos eventos), os autores documentam em dois grupos de *Cebus libidinosus* em liberdade, variadas formas de uso de ferramentas: (i) utilização de pedras para afrouxar e escavar o solo, ou para quebrar partes de plantas como um machado; (ii) uso de pedras para quebrar tronco de árvores caídas ou não, e esmagar caules, raízes, cactos ou tubérculos; (iii) utilização de partes de plantas como varetas (por vezes

modificadas) para sondar buracos de árvores, fendas de rochas e sob cascas de árvores em busca de artrópodes, cera, mel ou água. Foram relatados, ainda, casos de associação de mais de um tipo de ferramenta com um único objetivo, por exemplo, quando um animal utilizou pedras para quebrar e fazer um orifício em um tronco apodrecido e em seguida colocou uma vareta neste orifício para coletar insetos. Tais observações fortificam a premissa de que os macacos prego que vivem livremente na natureza possuem um amplo repertório de forrageio, o que, em condições propícias, pode levar a uma elevada taxa de utilização de ferramentas que permitem o consumo de variados alimentos de difícil acesso.

Demonstrando a seletividade de ferramentas por macacos prego, Visalberghi et al. (2009) realizaram uma série de experimentos com *Cebus libidinosus* em vida livre. Os animais tinham a oportunidade de escolher entre pedras de diferentes pesos para usá-las como martelos e quebrar cocos. Os oito indivíduos do estudo analisaram as pedras (com toques e leves batidas) antes de escolher a pedra que iriam usar e, mesmo a pedra sendo aparentemente igual (apenas com pesos diferentes), os animais escolheram sempre a pedra mais pesada para quebrar os cocos. Os resultados podem sugerir que os animais percebem qual a ferramenta mais eficaz para resolver o problema de quebrar cocos duros.

De acordo com Ferreira et al. (2010), os macacos prego (*Cebus libidinosus*) residentes em uma área de Caatinga brasileira escolhem o peso da pedra que irão utilizar para quebrar nozes de acordo com o tamanho desta. O estudo baseou-se em sementes e pedras localizadas em sítios de quebra, visto que a falta de habituação dos animais da área com os seres humanos não permitiu aos autores a observação direta da quebra pelo animal. Foram localizadas nos sítios de quebra sementes de três espécies (*Manihot dichotoma*, *Syagrus cearensis* e *Attalea Oleifera*, em ordem crescente de tamanho) nas quais as dimensões de suas sementes variam consideravelmente. O peso das pedras encontradas nos sítios de quebra com ocorrência dos três tipos de sementes variou de acordo com cada tipo de semente (e conseqüentemente, cada tamanho de semente), reforçando a habilidade dos macacos-prego em se entender a situação e associar os diferentes tipos de ferramentas de acordo com a necessidade exigida no momento. O estudo não pôde, entretanto, ser conclusivo porque não se visualizou a ação direta dos animais, e não se pôde afirmar que as pedras encontradas sobre as bigornas e utilizadas no estudo foram realmente eficientes em quebrar os diferentes

tipos de sementes. Além disso, a idade e capacidade de suportar peso dos animais pode ter influenciado no tamanho e peso das pedras encontradas.

Outro estudo para verificar fatores que influenciam na escolha das pedras envolvidas na quebra de nozes foi desenvolvido por Frigaszy et al. (2010a). Os autores realizaram uma série de experimentos com um grupo de *Cebus libidinosus* que vive livremente na natureza, nos quais mediram quantas vezes os animais tinham que bater com a pedra na noz para quebrá-la, utilizando nozes de dureza diferente e pedras de diferentes pesos, mas aspectos semelhantes. Em todos os experimentos realizados, os animais preferiram as pedras mais pesadas e as nozes de menor dureza, combinação que exigia menos repetições de batidas para quebrar a noz e reduzido esforço e tempo para a quebra. Diversas vezes, os macacos seguravam as pedras com as mãos, batiam nela com os dedos ou com a noz antes de escolher a pedra que iriam usar. Os autores sugeriram que esta seletividade em relação à pedra e noz escolhida, pode ser considerada dentro de um quadro de otimização do uso da ferramenta.

Frigaszy et al. (2010b) em um experimento realizado em campo com um grupo de *Cebus libidinosus* demonstrou que a quebra de nozes praticada pelos macacos é um exemplo de comportamento plástico, em que os custos e benefícios variam significativamente entre os indivíduos e a eficiência requer anos para ser atingida. Foram verificados vários fatores durante o experimento, tais como: a bigorna em si; a forma e o tamanho das nozes; o peso das pedras e dos animais; a quantidade de batidas necessária na noz para esta ser quebrada; se a pedra caiu da bigorna durante sua utilização; e se a noz se deslocou na bigorna. Os machos adultos do grupo eram mais pesados do que as fêmeas adultas e os juvenis, e foram também os mais eficientes ao utilizar as ferramentas. No entanto, entre as fêmeas adultas e os juvenis o peso não foi um forte indicador de eficiência. A escolha dos animais por colocar a noz presa em pequenas depressões da bigorna diminui o risco da noz se deslocar, diminuindo assim o esforço e o tempo gasto em procurar e realocar a noz caída. A localização do animal (no solo ou sobre a bigorna) não influenciou na eficiência dos mesmos, porém a disposição dos dois pés em uma mesma altura do substrato possibilitou uma estabilidade postural e facilitou a realização dos movimentos necessários para a quebra, o que conferiu maior eficiência. A altura na qual os indivíduos levantaram a pedra para bater na noz também influenciou no impacto gerado na noz, afetando diretamente a eficiência. O tamanho e a dureza da noz influenciaram na quantidade de vezes que o animal teve que bater nela com a pedra, afetando o esforço gerado pelo animal. Os autores concluíram que a

eficiência dos animais em quebrar nozes deve-se por uma combinação de características, como peso e comportamento do animal, peso e tamanho da noz e do martelo, e detalhes na bigorna, não sendo, portanto, competente apenas ao animal em si.

Em 2010, Moura e Lee demonstraram a diferença de uso de ferramentas entre os sexos. A partir de observações realizadas em grupos livres de *Cebus libidinosus*, os autores relataram o uso de ferramentas de quebra, sondagem e escavação, e constataram que os animais gastam um tempo  $\leq 5$  minutos utilizando alguma destas ferramentas. Os indivíduos machos, principalmente o macho alfa, utilizaram significativamente mais ferramentas do que as fêmeas durante as observações. As fêmeas, em muitos casos, permaneciam próximas a machos que realizavam a quebra, se alimentando de restos deixados por este macho.

Recentemente, o uso de pedras para quebrar sementes (Maniçoba, *Manihot dichotoma*) foi também reportado para o *Cebus flavius*, na caatinga (Emidio, 2010). O autor localizou os sítios de quebra da região (Serra do Estreito, RN) na qual os macacos prego galegos se encontravam e mensurou as pedras e sementes (assim como seu estado de maturação) localizadas nestes sítios. O peso das pedras utilizadas para quebrar as sementes variou de acordo com o estágio de maturação da mesma: quanto mais madura a semente, mais leve era a pedra utilizada.

## 1.6 Referências Bibliográficas

AURICCHIO, P. **Primatas do Brasil**. São Paulo: Editora Terra Brasilis. 1995.

BECK, B. B. **Animal Tool Behavior**. Garland, New York. 1980.

BELL, W. J. **Searching behaviour: the behavioral ecology of finding resources**. London: Chapman and Hall. 1991.

BICCA-MARQUES, J. C.; SILVA, V. M. & GOMES, D. F. Ordem Primates. In: **Mamíferos do Brasil**. eds. Reis, N. R.; Peracchi, A. L.; Pedro, W. A. & Lima, I. P. Universidade Estadual de Londrina: Paraná. 2006.

BOINSKI, S.; QUATRONE, R. P. & SWARTZ, H. Substrate and tool by brown capuchins in Suriname: Ecological contexts and cognitive bases. **American Anthropologist**, 102(4): 741-761. 2000.

BORTOLINI, T. S. & BICCA-MARQUES, J. C. A case of spontaneous tool-making by a captive capuchin monkey. **Neotropical Primates**, 14(2): 74-76. 2007.

BOX, H. O. & FRAGASZY, D. M. The development of social behaviour and cognitive abilities. In: **Primate ontogeny, cognition and social behaviour**. ed. Else, J. G. & Lee, P. C. Cambridge: Cambridge University Press. 1986.

BROWN, A. & ZUNINO, G. E. Dietary variability in *Cebus apella* in extreme habitats: Evidence for adaptability. **Folia Primatologica**, 54: 187-195. 1990.

CAZZADORE, K. C. **Estudo do comportamento alimentar e de forrageio de um grupo de macacos prego (*Cebus apella*) no parque estadual Mata dos Segredos, Campo Grande, MS**. Dissertação de mestrado. Universidade Católica Dom Bosco. 2007.

CHAPMAN, C. A. & FEDIGAN, L. M. Dietary differences between neighboring *Cebus capucinus* groups: Local traditions, food availability or responses to food profitability? **Folia Primatologica**, 54: 177-186. 1990.

CLEVELAND, A.; ROCCA, A. M.; WENDT, E. L. & WESTERGAARD, G. C. Transport of tools to food sites in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Animal Cognition**, 7: 193–198. 2004.

COWLISHAW, G. Trade-offs between foraging and predation risk determine habitat use in a desert baboon population. **Animal Behaviour**, 53: 667-686. 1997.

COWLISHAW, G & DUNBAR, R. **Primate conservation biology**. The University of Chicago Press, Ltd. London. 2000.

CURIO, E. **The ethology of predation**. New York: Springer-Verlag, 1976.

DEMES, B. & GUNTHER, M. M. Biomechanics and allometric scaling in primate locomotion and morphology. **Folia Primatologica**, 53: 125-141. 1989.

EISENBERG, J. F.; MUCKENHIRN, N. A. & RUTRAN, R. The relations between ecology and social structure in primates. **Science**, 176(4037): 863-874. 1972.

EMIDIO, R. A. **Otimização no uso de martelos e bigornas para quebrar sementes por macacos prego (*Cebus flavius* e *C. libidinosus*) no bioma Caatinga**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2010.

FEDIGAN, L. M. Vertebrate predation in *Cebus capucinus*: meat eating in a Neotropical monkey. **Folia Primatologica**, 54: 196-205. 1990.

FERNANDES, M. E. B. Tool use and predation of oysters (*Crassostrea rhizophorea*) by the tufted capuchin (*Cebus apella apella*) in brackish water mangrove swamp. **Primates**, 32: 529–531. 1991.

FERREIRA, R. G.; EMIDIO, R. A. & JERUSALINSKY, L. Three stones for three seeds: Natural occurrence of selective tool use by capuchins (*Cebus libidinosus*) based on an analysis of the weight of stones found at nutting sites. **American Journal of Primatology**, 72: 270–275. 2010.

FERREIRA, R.; JERUSALINSKY, L.; SILVA, T.; FIALHO, M.; ROQUE, A. & ARRUDA, M. F. 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. 2009.

FRAGASZY, D.M. & BOINSKI, S. Patterns of individual diet choice and efficiency of foraging in wedge-capped capuchin monkeys (*Cebus olivaceus*). **Journal of Comparative Psychology**, 109: 339-348. 1995.

FRAGASZY, D. M.; GREENBERG, R.; VISALBERGHI, E.; OTTONI, E. B.; IZAR, P. & LIU, Q. How wild bearded capuchin monkeys select stones and nuts to minimize the number of strikes per nut cracked. **Animal Behaviour**, 80: 205-214. 2010a.

FRAGASZY, D.; IZAR, P.; VISALBERGHI, E.; OTTONI, E. B. & OLIVEIRA, M. G. Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. **American Journal of Primatology**, 64: 359-366. 2004b.

FRAGASZY, D. & PERRY, S. **The biology of traditions: models and evidence**. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2003.

FRAGASZY, D.; PICKERING, T.; LIU, Q.; IZAR, P.; OTTONI, E. & VISALBERGHI, E. Bearded capuchin monkeys' and a human's efficiency at cracking palm nuts with stone tools: field experiments. **Animal Behaviour**, 79: 321-332. 2010b.

FRAGASZY, D. M.; VISALBERGHI, E. & ROBINSON, J. G. Variability and adaptability in the genus *Cebus*. **Folia Primatologica**, 54: 114-118. 1990.

FRAGASZY, D.; FEDIGAN, L. & VISALBERGHI, E. **The Complete Capuchin**. Cambridge: Cambridge University Press. 2004a.

FREESE, C. H. Food habits of the white-faced capuchins *Cebus capucinus* L. (Primates: Cebidae) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. **Brenesia**, 10(11): 43-56. 1977.

FREESE, C. & OPPENHEIMER, J. R. The capuchin Monkeys, Genus *Cebus*. In: **Ecology and behavior of Neotropical primates vol. 1**. ed. Coimbra-Filho, A. F. & Mittermeier, R. A. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1981.

GIBSON, K. R. Cognition, brain size and extraction of embedded food. In: **Primate Ontogeny, Cognition and Social Behaviour**. ed. Else, J. G. & Lee, P. E. Cambridge University Press. 1986.

HALL, C. L. & FEDIGAN, L. M. Spatial benefits afforded by high rank in white-faced capuchins. **Animal Behaviour**, 53: 1069-1082. 1997.

ICMBio. Dois macacos brasileiros entram para a lista dos 25 mais ameaçados do mundo. 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/menu/sala-de-imprensa/agbio/paginas-agbio/136/dois-macacos-brasileiros-entram-para-a-lista-dos-25-mais-ameacados-do-mundo/?searchterm=primatas>>. Acessado em: 03 jan. 2011.

INOUE-NAKAMURA, N. & MATSUZAWA, T. Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). **Journal of Comparative Psychology**, 111: 159–173. 1997.

IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. 2010. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em: 21 Dez. 2010.

IZAR, P. Social Structure of Semi-Captive Brown Capuchins. **Neotropical Primates**, 2(3): 13-14. 1994.

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

IZAWA, K. Social behavior of the black-capped capuchin (*Cebus apella*). **Primates**, 21(4): 443-467. 1980.

IZAWA, K & MIZUNO, A. Palm-fruit cracking behavior of wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). **Primates**, 18(4): 773-792. 1977.

JALLES-FILHO, E.; GRASSETTO, R.; DA CUHNA, T. & SALM, R. A. Transport of tools and mental representation: is capuchin monkey tool behaviour a useful model of Plio-Pleistocene hominid technology? **Journal of Human Evolution**, 40: 365–377. 2001.

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

JANSON, C. Social correlates of individual spatial choice in foraging groups of brown capuchins monkeys, *Cebus apella*. **Animal Behaviour**, 40: 910-921. 1990.

JANSON, C. H. & BOINSKI, S. Morphological and behavioral adaptations for foraging in generalist primates: the case of the Cebines. **American Journal of Physical Anthropology**, 88: 483-498. 1992.

JOFFE, T. H. Social pressures have selected for an extended juvenile period in primates. **Journal of Human Evolution**, 32: 593-605. 1997.

KING, B. J. Social information transfer in monkeys, apes and hominids. **Yearbook of Physical Anthropology**, 34: 97-115. 1991.

KING, B. J. Primate infants as skilled information gatherers. **Pre and Perinatal Psychology Journal**, 8: 287-307. 1994.

LANGGUTH, A. & ALONSO, C. Capuchin monkeys in the Caatinga: tool use and food habits during drought. **Neotropical Primates**, 5: 77–78. 1997.

MANNU, M. **O uso espontâneo de ferramentas por macacos-prego (*Cebus apella*) em condições de semi-liberdade: Descrição e demografia**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (USP). 2002.

MANNU, M. & OTTONI, E.B. The enhanced tool-kit of two groups of wild bearded capuchin monkeys in the Caatinga: Tool making, associative use, and secondary tools. **American Journal of Primatology**, 71: 242–251. 2009.

MASSETI, M. & VERACINI, C. The first record of Marcgrave's capuchin in Europe: South American monkeys in Italy during the early sixteenth century. **Archives of natural history**, 37(1): 91–101. 2010.

MCLEAN, I. G. Conservation and the ontogeny of behavior. In: **Behavioral approaches to conservation in the wild**. ed. Clemmons, J. R. & Buchholz, R. Cambridge: Cambridge University Press. 1997.

MELIN, A. D.; FEDIGAN, L. M.; YOUNG, H. C. & KAWAMURA, S. Can color vision variation explain sex differences in invertebrate foraging by capuchin monkeys? **Current Zoology**, 56(3): 300–312. 2010.

MOURA, A. C. & LEE, P. C. Capuchin stone tool use in Caatinga Dry Forest. **Science**, 306: 1909. 2004.

MOURA, A.C.A. & LEE, P.C. Wild capuchins show male-biased feeding tool use. **International Journal of Primatology**, 31: 457–470. 2010.

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

O'MALLEY, R. C. & FEDIGAN, L. Variability in food-processing behavior among white-faced capuchins (*Cebus capucinus*) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. **American Journal of Physical Anthropology**, 128(1): 63–73. 2005.

OPPENHEIMER, J. R. **Behavior and ecology of the white-faced monkey, *Cebus capucinus*, on Barro Colorado Island**, C. Z. Ph.D. thesis, University of Illinois, Urbana, 1968.

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

OTTONI E. B.; RESENDE, B. D. & IZAR, P. Watching the best nutcrackers: what capuchin monkeys (*Cebus apella*) know about others' tool-using skills. **Animal Cognition**, 24: 215–219. 2005.

PANGER, M. A.; PERRY, S.; ROSE, L.; GROS-LOUIS, J.; VOGEL, E.; MACKINNON, K. C. & BAKER, M. Cross-site differences in foraging behavior of white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). **American Journal of Physical Anthropology**, 119: 52–66. 2002.

PARKER, S. T. & GIBSON, K. R. Object manipulation, tool use and sensorimotor intelligence as feeding adaptations in *Cebus* monkeys and great apes. **Journal of Human Evolution**, 6: 623-641. 1977.

PEREIRA M. E. Juvenility in animals. In: **Juvenile Primates: live history, development, and behavior**. ed. Pereira, M. E. & Fairbank, Z. A. Oxford: Oxford University Press. 1993.

PHILLIPS, K. A. Foraging-related agonism in capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). **Folia Primatologica**, 66: 159-162. 1995.

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

PONTES, A. R. M.; MALTA, A. J. R.; ASFORA, P. H. A new species of capuchin monkey, genus *Cebus* Erxleben (Cebidae, Primates): Found at the very brink of extinction in the Pernambuco Endemism Centre. **Zootaxa (Aukland)**, 1200: 1-12. 2006.

PRESOTTO, P. & IZAR, P. Spatial reference of black capuchin monkeys in Brazilian Atlantic Forest: egocentric or allocentric? **Animal Behaviour**, 80(1): 125-132. 2010.

RESENDE, B. D.; OTTONI, E. B. & FRAGASZY, D. M. Ontogeny of manipulative behavior and nut-cracking in young tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): a Perception–action perspective. **Developmental Science**, 11(6): 828–840. 2008.

REZNIKOVA, Z. **Animal intelligence: from individual to social cognition**. Cambridge: Cambridge University Press. 2007.

ROBINSON, J. G.; JASON, C. H. Capuchins, Squirrel Monkeys, and Atelines: Socioecological Convergence with Old World Primates. In: **Primate Societies**. Chicago: University of Chicago Press. 1987.

ROCHA, V. J.; REIS, N. R. & SEKIAMA, M. L. Uso de ferramentas por *Cebus apella* (Linnaeus)(Primates, Cebidae) para a obtenção de larvas de Coleoptera que parasitam sementes de *Syagrus romanzoffianum* (Cam.) Glassm. (Arecaceae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 15: 945-950. 1998.

ROSE, L. M. Sex differences in diet and foraging behavior in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). **International Journal of Primatology**, 15(1): 95-114. 1994.

RYLANDS, A. B.; SCHENEIDER, H.; LANGGUTH, A.; MITTERMEIER, R. A. & GROVES, C. P. An assesment on the diversity of New World Primates. **Neotropical Primates**, 8(2): 61-93. 2000.

SCHIEL, N. & HUBER, L. Social influences on the development of foraging behavior in free-living common marmosets (*Callithrix jacchus*). **American Journal of Primatology**, 68: 1150-1160. 2006.

SCHRAUF, C.; HUBER, L. & VISALBERGHI, E. Do capuchin monkeys use weight to select hammer tools? **Animal Cognition**, 11: 413–422. 2008.

SHETTLEWORTH, S. J. Biological approaches to the study of learning. In: **Animal learning and cognition**. ed. Mackintosh, N. J. London: Academic Press. 1994.

STRUHSAKER, T. T. & LELAND, L. Palm-Nut Smashing by *Cebus a. apella* in Colombia. **Biotropica**, 9(2): 124-126. 1977.

TERBORGH J. **Five New World Primates. A study in comparative ecology**. Princeton University Press, New Jersey. 1983.

TOMASELLO, M. Primate cognition: introduction to the issue. **Cognitive Science**, 3: 351-361. 2000.

TREVES, A. Predicting predation risk for foraging, arboreal monkeys. In: **Eat or Be Eaten: Predator Sensitive Foraging in Nonhuman Primates**. ed. Miller, L. A. Cambridge University Press: Cambridge. 2002.

VAN SCHAIK, C. P. & VAN NOORDWIJK, M. A. The special role of male *Cebus* monkeys in predation avoidance and its effect on group composition. **Behavioural Ecology and Sociobiology**, 24: 265-276. 1989.

VILANOVA, R.; SOUSA, J.; JÚNIOR, S.; GRELLE, C. E. V.; MARROIG, G. & CERQUEIRA, R. Limites climáticos e vegetacionais das distribuições de *Cebus nigratus* e *Cebus robustus* (Cebinae, Platyrrhini). **Neotropical Primates**, 13(1): 14-19. 2005.

VISALBERGHI E. Acquisition of nut-cracking behavior by two capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Folia Primatologica**, 49:168–181. 1987.

VISALBERGHI, E.; ADESSI, E.; TRUPPA, V.; SPAGNOLETTI, N.; OTTONI, E.; IZAR, P. & FRAGASZY, D. Selection of effective stone tools by wild bearded capuchin monkeys. **Current Biology**, 19: 1–5. 2009.

VISALBERGHI, E.; FRAGASZY, D.; OTTONI, E.; IZAR, P.; OLIVEIRA, M. G. & ANDRADE, F. R. D. Characteristics of hammer stones and anvils used by wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) to crack open palm nuts. **American Journal of Physical Anthropology**, 132: 426-444. 2007.

VISALBERGHI, E.; FRAGASZY, D. & SAVAGE-RUMBAUGH, S. Performance in a tool-using task by common Chimpanzees (*Pan troglodytes*), Bonobos (*Pan paniscus*), an Orangutan (*Pongo pygmaeus*), and Capuchin Monkeys (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, 109(1): 52-60. 1995.

VISALBERGHI, E. & TRINCA, L. Tool use in the capuchin monkeys: Distinguishing between performing and understanding. **Primates**, 30: 511-521. 1989.

YAMAKOSHI, G. Dietary responses to fruit scarcity of wild chimpanzees at Bossou, Guinea: Possible implications for ecological importance of tool use. **American Journal of Physical Anthropology**, 106: 283-295. 1998.

YDEMBERG, R. C. Behavioral decisions about foraging and predator Avoidance. In: **Cognitive ecology**. ed. Dukas, R. Chicago: University of Chicago Press. 1998.

WAGA, I. C.; DACIER, A. K.; PINHA, P. S. & TAVARES, M. C. H. Spontaneous tool use by wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in the Cerrado. **Folia Primatologica**, 77: 337–344. 2006.

WESTERGAARD, G. C.; GREENE, J. A.; BABITZ, M. A. & SUOMI, S. J. Pestle use and modification by tufted capuchins (*Cebus apella*). **International Journal of Primatology**, 16(4): 643-651. 1995.

WESTERGAARD, G. C.; LUNDQUIST, A. L. KUHN, H. E. & SUOMI, S. J. Ant-gathering with tools by captive tufted capuchins (*Cebus apella*). **International Journal of Primatology**, 18(1): 95-103. 1997.

WESTERGAARD, G. C. & SUOMI, S. J. Hierarchical complexity of combinatorial manipulation in capuchin monkeys (*Cebus apella*). **American Journal of Primatology**, 32: 171-176. 1994.

ZHANG, S. Activity and ranging patterns in relation to fruit utilization by brown capuchins (*Cebus apella*) in French Guiana. **International Journal of Primatology**, 16(3): 489-507. 1995.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente estudo tem como objetivo geral descrever o comportamento de forrageio do macaco prego galego (*Cebus flavius*) na natureza.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Verificar quais invertebrados compõem a dieta do grupo de macacos prego galegos estudado;
- Analisar a utilização dos estratos verticais do fragmento de mata pelos animais do grupo;
- Observar a ocorrência de associações entre as estratégias de captura utilizadas pelos macacos prego galegos e o tipo de presa capturada por eles;
- Observar a utilização de ferramentas pelos animais durante o forrageio.

### **3. ARTIGO 1**

#### **3.1 Título do artigo**

“Comportamento de forrageio em invertebrados pelo macaco prego galego, *Cebus flavius* (Primates, Cebidae), na natureza”.

#### **3.2 Periódico**

O artigo será submetido ao periódico *International Journal of Primatology* (Qualis A2, Fator de impacto: 1.656)

#### **3.3 Autores**

Camila Barreto Campello Bione

Monique Bastos de Araújo

Nicola Schiel

Antonio da Silva Souto

## **Comportamento de Forrageio em Invertebrados Pelo Macaco Prego Galego, *Cebus flavius* (Primates, Cebidae), na Natureza**

CAMILA B. C. BIONE<sup>1</sup>, MONIQUE B. ARAÚJO, NICOLA SCHIEL<sup>2</sup> E ANTONIO SOUTO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil

### **RESUMO**

Nós investigamos a composição de invertebrados na dieta do macaco prego galego (*Cebus flavius*) na natureza, verificamos a utilização vertical da mata pelos indivíduos, diferenciamos os comportamentos de captura utilizados pelos animais em relação aos diferentes tipos de presa. Ainda, verificamos se ocorrem preferências individuais na utilização destes comportamentos. O estudo foi conduzido com um grupo composto por seis animais em um fragmento de Mata Atlântica de 94 ha (Paraíba – Brasil). Os invertebrados capturados foram divididos em quatro categorias, de acordo com seu tamanho e sua capacidade de fuga. O fragmento de mata foi dividido em três estratos verticais: solo, média altura e copa. Foram visualizados 18 comportamentos associados ao forrageio, sendo 10 destes associados à captura de presas. A aquisição de presas maiores e com capacidade de fuga (ex. borboletas e mariposas) foi realizada através de estratégias específicas mais apropriadas, tais como impulsos fortes, e a captura de presas menores e que não apresentam capacidade de pular e/ou voar (ex. formigas, cupins e lagartas) foi feita através de comportamentos menos complexos, tal como a simples manipulação do substrato. Os animais utilizaram os estratos verticais da mata em proporções diferentes, sendo o de média altura o mais usado. Os animais adultos apresentaram, ainda, preferências individuais sobre qual comportamento de captura usar em três das quatro categorias de presa. Os resultados sugerem que as estratégias usadas pelo macaco prego galego para capturar presas é dependente do tamanho e habilidade de fuga da presa e das preferências individuais dos animais.

**Palavras chave:** Comportamento de forrageio, tipo de presa, estrato utilizado, *Cebus flavius*, preferência individual.

### **INTRODUÇÃO**

O comportamento de busca é um movimento ativo pelo qual um animal procura por recursos (Bell, 1991). Segundo Melin e colaboradores (2010), animais que vivem livremente na natureza enfrentam muitas decisões ao selecionar sua dieta de acordo a

cumprir suas exigências nutricionais. Tais decisões viriam a influenciar o modo como o animal irá explorar o ambiente, com o intuito de garantir a presa e/ou alimentação adequada.

Primatas do gênero *Cebus* são conhecidos por serem onívoros (Freese & Oppenheimer, 1981), apresentando uma dieta fundamentada principalmente em frutos, de onde retiram grande parte de sua energia diária necessária, e em insetos, principal fonte de proteínas (Terborgh, 1983; Robinson & Jason, 1987; Janson & Boinski, 1992). A dieta do gênero também se baseia em sementes, flores, pequenos vertebrados, néctar, ovos, entre outros (Fedigan, 1990; King, 1991), podendo variar de acordo com o ambiente que o grupo habita (Brown & Zunino, 1990; Fragaszy et al., 1990). Os Cebídeos se destacam entre outros primatas do Novo Mundo de tamanho corporal semelhante por serem fortemente dependentes do consumo de matéria animal para obtenção de proteínas (Janson & Boinski, 1992). De acordo com Melin et al. (2010), a presa animal é a principal fonte de proteínas para macacos prego, sendo de importância crítica para estes animais muito ativos e inteligentes. Tais presas animais são em grande maioria representadas por insetos e outros invertebrados (Fragaszy et al., 2004a). Os invertebrados que vivem incorporados ao substrato podem compor 20-40% da dieta dos macacos prego correspondendo a mais de 60% do tempo de forrageio a procura destinada a esses itens alimentares (Robinson & Janson, 1987; Terborgh, 1983 apud Phillips et al., 2004). É comum aos macacos pregos gastarem a maior parte do dia engajados ao forrageio, comendo ou se deslocando entre fontes de alimento (Izawa, 1980; Janson & Boinski, 1992; Ottoni & Mannu, 2001).

De acordo com Izawa (1979), o comportamento de forrageio do macaco prego varia de acordo com o tipo de alimento que este procura, de modo que os indivíduos parecem conhecer bem os hábitos dos animais que consomem. Portanto, o sucesso de um animal em consumir presas depende do método que ele utiliza para procurar e capturar estas presas, da avaliação espacial dos recursos e da capacidade que o animal teria em se adaptar a mudanças que ocorram no ambiente (Bell, 1991). O comportamento da presa e seus mecanismos de defesa são dois aspectos fundamentais para elucidar o comportamento do predador durante o forrageio (Curio, 1976).

Membros do gênero *Cebus* são reconhecidos como hábeis forrageadores extrativistas (Parker & Gibson, 1977; Struhsaker & Leland, 1977; Izawa, 1979; Janson & Boinski, 1992; Boinski et al., 2000; O'Malley & Fedigan, 2005), por possuírem destreza manual (Visalberghi, 1987; Ottoni & Mannu, 2001) e elevada habilidade

manipulativa (Boinski et al., 2000; Ottoni & Mannu, 2001; Cleveland et al., 2004). Em consequência destas características, os macacos prego apresentam um amplo repertório de comportamentos associados ao forrageio, podendo retirar casca de árvores para procurar pequenos invertebrados que ali vivem, quebrar e abrir galhos secos, rolar pedras, peneirar a serrapilheira do chão de matas (Gibson, 1986; Chapman & Fedigan, 1990; Fedigan, 1990), inspecionar folhas caídas, procurar na parte de baixo de folhas verdes, escavar superfícies que possam abrigar insetos (Oppenheimer, 1968; Freese, 1977 apud Freese & Oppenheimer, 1981), entre outros comportamentos. Os macacos prego podem bater rapidamente no substrato com os dedos (*'tap scanning'*) (Gunst et al., 2010), o que aparentemente fornece informação acústica sobre a existência de cavidades ou sobre a densidade do substrato, facilitando a procura por presas escondidas nos substratos (Gunst et al., 2008; Janson & Boinski, 1992; Phillips et al., 2004). Além de procurarem por presas de várias maneiras, os macacos prego utilizam todo o estrato vertical do habitat em que vivem, desde o chão até o alto da copa (Freese & Oppenheimer, 1981). Estes primatas podem, ainda, incrementar o forrageio, aumentando a sua eficiência e obtendo recursos inacessíveis a outros animais e com alto valor energético, com a utilização de ferramentas (Yamakoshi, 1998).

Infelizmente, informações sobre a ecologia e o comportamento do macaco prego galego (*Cebus flavius*) ainda encontram-se escassos. De acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN, o macaco prego galego encontra-se criticamente em risco de extinção (IUCN, 2010) e foi incluído na lista da IUCN dos 25 primatas mais ameaçados do mundo, elaborada pelo Grupo Especialista em Primatas (ICMBio, 2011). Este primata foi redescoberto em 2006 por Oliveira e Langguth, tendo sido reportado para a Mata Atlântica dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Alagoas (Oliveira & Langguth, 2006; Masseti & Veracini, 2010) e para a Caatinga, no Rio Grande do Norte (Ferreira et al., 2009).

Baseado na semelhança morfológica e na capacidade exploratória e manipulativa referida às espécies deste gênero, nós esperamos que o repertório de comportamentos associados ao forrageio do *Cebus flavius*, assim como o das demais espécies do gênero, seja composto por variados comportamentos. Gunst et al. (2008) classificou presas como 'fáceis' (ex. invertebrados que vivem na superfície de substratos) e 'difíceis' (ex. invertebrados que vivem escondidos dentro de substratos), e relatou que esta última requer ações comportamentais de forrageio específicas e mais complexas. Nesse contexto, esperamos que os comportamentos de forrageio do *C. flavius* variem de

acordo com o tipo de presa que estes irão capturar, destacando a habilidade de fuga, tamanho e comportamento da presa.

O objetivo do presente estudo foi observar, na natureza, quais invertebrados compõem a dieta de um grupo de *Cebus flavius*, descrever o comportamento de forrageio do macaco prego galego, avaliar o estrato vertical da floresta no qual este ocorre e analisar as estratégias comportamentais relacionadas com os tipos de presas capturadas.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

O estudo foi conduzido em um fragmento inserido em uma área de Mata Atlântica costeira de aproximadamente 300 ha. A área utilizada para o estudo pertence à Associação dos Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN), situada em Mamanguape, Paraíba, no nordeste brasileiro (S06°33'32.1", W35°07'56.5") e compreende aproximadamente 94 ha. A monocultura da cana de açúcar domina a paisagem em torno do fragmento. A região possui uma estação chuvosa que compreende os meses de Abril a Outubro. O distrito de Mamanguape possui: temperatura média anual de 24-26°C, precipitação pluviométrica média anual de 1750-2000 mm e umidade média anual de 80% (Nimer, 1979).

### **Animais**

Um grupo composto de seis indivíduos de *Cebus flavius* foi observado em vida livre por 72 dias. O grupo estudado possui quatro machos adultos, uma fêmea adulta e um macho juvenil, tendo a idade dos animais sido atribuída em base às categorias desenvolvidas por Oppenheimer (1968). Os indivíduos foram identificados com base em uma combinação de sua idade, sexo, tamanho corporal, marcas naturais e, quando presentes, cicatrizes (adaptado de Schiel et al., 2008).

De modo a facilitar a aproximação aos animais e diminuir o impacto da presença humana sobre o seu comportamento, os indivíduos foram habituados à presença dos observadores com o auxílio de alimentos introduzidos em uma área fixa do fragmento de mata (metodologia adaptada de Williamson & Feistner, 2003). Ao final de um mês, o grupo focal se encontrava suficientemente habituado, de modo que todos os indivíduos podiam ser seguidos sem aparente interferência em seus comportamentos.

## Coleta de dados

As observações foram conduzidas por C. Bione e M. Bastos de julho a novembro de 2009, totalizando um esforço amostral de 1.152 horas. Inicialmente foram coletados 55 horas de dados através de observações *ad libitum* (Altmann, 1974) para determinação dos padrões comportamentais exibidos pelos *Cebus flavius*. Um total de 84,3 h de dados quantitativos foram coletados através do método de amostragem animal focal (Altmann, 1974). Cada sessão focal consistiu de um período de 3 min de observação contínua, tendo sido estas realizadas entre as 05:00 e 18:00 horas. As condições de observação dos animais na mata não permitiram que fosse seguida uma ordem regular de amostragem para os indivíduos, mas foram evitadas seguidas sessões para o mesmo indivíduo e garantiu-se que, ao final de todas as observações, o total de horas para todos os animais permanecesse o mais equivalente possível. Os dados foram registrados em caderneta de campo e os comportamentos foram observados com o auxílio de um binóculo. Foi utilizada também uma câmera fotográfica Canon Powershot SX10 para, quando possível, registrar os comportamentos.

A área de uso dos animais foi dividida em três estratos verticais: solo (= 0 metros), média altura (aproximadamente entre  $> 0$  e  $\leq 10$  metros) e copa ( $> 10$  metros). As presas capturadas pelos animais foram identificadas visualmente no nível de ordem e divididas em quatro categorias (Tabela I) (adaptado da categorização realizada por Schiel et al., 2010). Portanto, as presas foram classificadas de acordo com o seu tamanho e a sua capacidade de fuga (pular e/ou voar). As presas que não foram possíveis de serem identificadas, não constaram nas análises estatísticas. A Tabela II apresenta os comportamentos observados e as suas definições.

INSERIR TABELA I AQUI

INSERIR TABELA II AQUI

## Análises estatísticas

Os dados coletados foram transcritos para planilhas do programa Microsoft Excel e analisados com o programa BioEstat 5.0 e SPSS 8.0. Para as análises estatísticas obteve-se a frequência de cada comportamento de captura de acordo com o tipo de presa coletada, assim como, do estrato do fragmento onde cada comportamento ocorreu. A

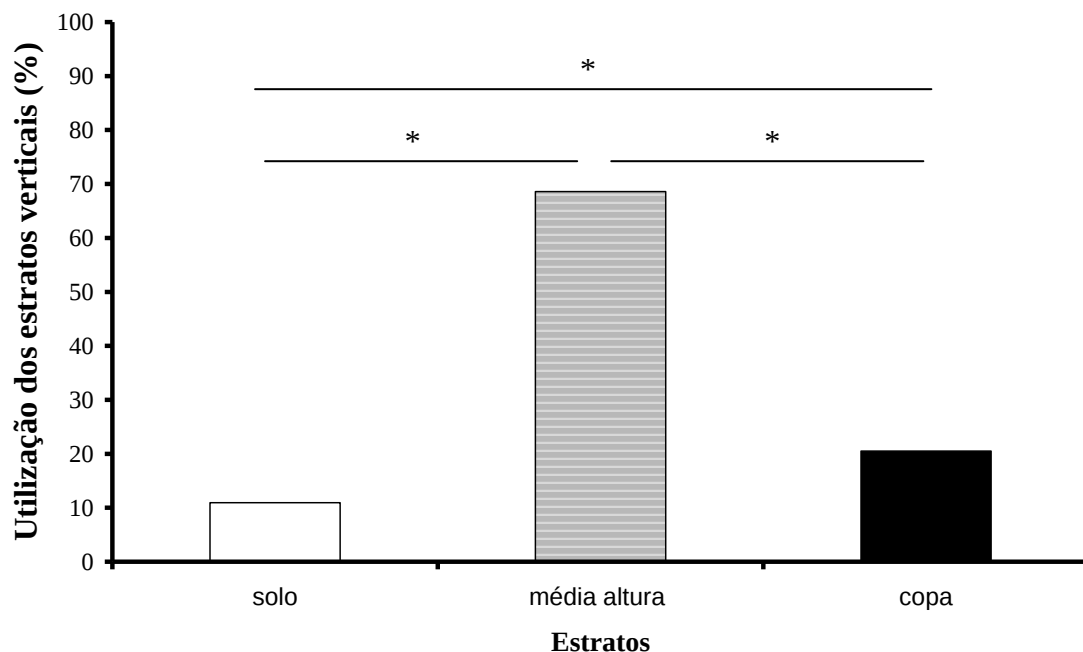
freqüência de captura com as mãos ou a boca a partir de cada comportamento também participou das análises.

Foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para verificar se ocorre diferença quanto ao uso de cada estrato vertical da mata pelos animais. Aplicou-se também o teste post-hoc de Dunn para todos os resultados do teste de Kruskal-Wallis que apresentaram valor de P significativo, com o intuito de verificar exatamente entre quais estratos verticais a diferença foi significativa. O teste de Kruskal-Wallis, associado ao teste post-hoc de Dunn, também foi realizado para analisar a realização de cada comportamento de forrageio nos três estratos verticais. Para verificar a associação dos comportamentos de forrageio de acordo com a captura dos quatro tipos de presa, realizou-se o teste Qui-Quadrado. Este mesmo teste foi utilizado para verificar se ocorre preferência, pelos animais, de utilização da boca ou das mãos para a captura de cada tipo de presa. Com o intuito de investigar se os adultos adaptam a estratégia de captura de acordo com o tipo de presa, realizou-se o Teste de Friedman para cada tipo de presa. Para investigar se as estratégias de captura sofrem variações entre os indivíduos adultos, foi realizada uma análise de discriminância para cada tipo de presa. Para todas as análises, foi considerado significativo o valor de  $P \leq 0.05$  (bilateral).

## **RESULTADOS**

### **Utilização vertical do fragmento**

Nos foi possível observar que os animais usam os três estratos: solo (10.93%), média altura (68.58%) e copa (20.49%) (Figura 1). O teste de Kruskal-Wallis revelou, ainda, diferença significativa na utilização destes estratos ( $P < 0.0001$ , Kruskal-Wallis). O teste post-hoc de Dunn revelou diferença significativa entre os três estratos verticais: solo e média altura ( $p < 0.05$ , Dunn); solo e copa ( $p < 0.05$ , Dunn); média altura e copa ( $p < 0.05$ , Dunn). A realização de cada comportamento associado ao forrageio também variou de acordo com o estrato vertical do fragmento de mata (Tabela III).



**Figura 1.** Utilização dos estratos verticais de mata pelo *Cebus flavius* (\* $p < 0.05$ , teste post-hoc de Dunn).

INSERIR TABELA III AQUI

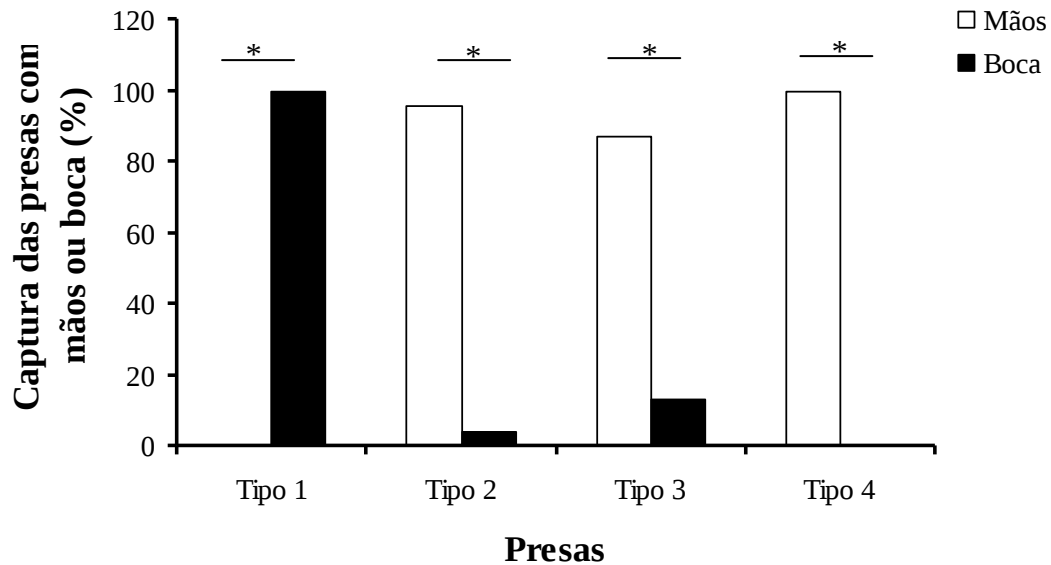
### Presas capturadas

Os invertebrados capturados e consumidos pelo macaco prego galego foram: formigas, cupins, aranhas, pupa de lepidópteros, lagartas, diplópodes, besouros, borboletas e mariposas. Foi observado, ainda, a captura e o consumo de quatro lagartos de médio porte (*Anolis punctatus*), mas o pequeno número desta amostra não permitiu a inclusão dos vertebrados na análise de dados. As presas mais capturadas pelos animais foram as do tipo 1 (71,6%), seguidas pelas presas do tipo 3 (20,3%), tipo 2 (5,8%) e tipo 4 (2,3%), respectivamente.

### Utilização das mãos ou da boca na captura

Os macacos prego galegos não utilizaram as mãos e a boca na mesma proporção para capturar suas presas (Figura 2). Em base ao teste Qui-Quadrado, foi visualizado o uso da boca em todas as capturas (100%) de presas do tipo 1 ( $N = 12069$ ;  $\chi^2 = 60300$ ;  $GL = 1$ ;  $p < 0.001$ ), enquanto que para a captura de presas do tipo 2 as mãos foram usadas em 95.7% das vezes ( $N = 983$ ;  $\chi^2 = 4754.18$ ;  $GL = 1$ ;  $p < 0.001$ ). As mãos

representaram 86.9% das capturas de presas do tipo 3 ( $N= 3419$ ;  $\chi^2=15546.7$ ;  $GL=1$ ;  $p < 0.001$ ) e 100% das capturas de presas do tipo 4 ( $N= 381$ ;  $\chi^2=1905$ ;  $GL=1$ ;  $p < 0.001$ ).



**Figura 2.** Porcentagem de captura de cada tipo de presa com as mãos e com a boca (\* $p=0.001$ , teste Qui-Quadrado).

### Associação entre os comportamentos de forrageio e o tipo de presa

Os 10 comportamentos de forrageio empregados pelos animais para a captura variaram significativamente em proporção de acordo com os diferentes tipos de presa: Presa tipo 1 ( $N= 12069$ ;  $\chi^2= 2412$ ,  $GL=9$ ;  $P < 0.001$ ); Presa tipo 2 ( $N= 983$ ;  $\chi^2=520.7$ ,  $GL=9$ ;  $P < 0.001$ ); Presa tipo 3 ( $N= 3419$ ;  $\chi^2=1107.2$ ,  $GL=9$ ;  $P < 0.001$ ); e Presa tipo 4 ( $N= 381$ ;  $\chi^2=4158.1$ ,  $GL=9$ ;  $P < 0.001$ ).

As presas do tipo 1 foram capturadas pelos adultos com mais frequência pelos comportamentos ‘manipular tronco’ e ‘arrancar casca’ (Teste de Friedman:  $Fr= 35.071$ ;  $n= 4$ ;  $P < 0,0001$ ). Para as presas do tipo 2, os animais adultos usaram certas estratégias de captura com mais frequência do que outras (Teste de Friedman:  $Fr= 28.059$ ;  $n=4$ ;  $P= 0.0009$ ), com os comportamentos ‘manipular folha’ e ‘manipular tronco’ sendo mais usados. As presas do tipo 3 foram mais capturadas pelos adultos através dos comportamentos ‘arrancar casca’ e ‘tapear tronco’ (Teste de Friedman:  $Fr= 32.088$ ;  $n= 4$ ;  $P= 0.0002$ ). Já as presas do tipo 4 foram capturadas pelos animais adultos com mais

freqüência por via dos comportamentos ‘impulso forte’ e ‘impulso fraco’ (Teste de Friedman:  $Fr = 31.500$ ;  $n = 4$ ;  $P = 0.0002$ ).

### **Diferenças individuais no forrageio**

Em base à análise de discriminância, observou-se que das seis estratégias usadas pelos adultos para capturar presa tipo 1, apenas as estratégias ‘arrancar casca’ (Wilks' Lambda= 0.784; GL1= 3; GL2= 36;  $P = 0.031$ ) e ‘quebrar galhos’ (Wilks' Lambda= 0.667; GL1= 3; GL2= 36;  $P = 0.002$ ) podem ser usadas para diferenciar os adultos. As demais estratégias de captura parecem ser usadas na mesma proporção entre os indivíduos adultos para capturar as presas do tipo 1. A única estratégia capaz de diferenciar os indivíduos adultos na captura de presas do tipo 2 foi ‘manipular folha’ (Wilks' Lambda= 0.791; GL1= 3; GL2= 36;  $P = 0.036$ ). Em relação às presas do tipo 3, os comportamentos ‘impulso forte’ (Wilks' Lambda= 0.757; GL1= 3; GL2= 36;  $P = 0.017$ ) e ‘quebrar galho’ (Wilks' Lambda= 0.703; GL1= 3; GL2= 36;  $P = 0.005$ ) podem ser usados para diferenciar os adultos do grupo. Já em relação às presas do tipo 4, não houve diferença individual significativa na freqüência de utilização dos comportamentos de captura.

## **DISCUSSÃO**

Foram encontradas diferenças significativas na proporção de comportamentos realizados entre os três estratos verticais estabelecidos. Os animais utilizaram mais a média altura do substrato para forragear, seguido pela copa e solo. Os resultados estão de acordo com Frigaszy et al. (2004b), que afirmam que os macacos prego são mais visualizados nas camadas intermediárias da floresta, mas tipicamente usam todos os estratos verticais, da copa ao chão. O uso de variados substratos é uma das maneiras pelas quais os primatas alteram a sua ocupação de nicho (Reed & Bidner, 2004) e alcançam uma variação maior de recursos. No presente estudo, as presas mais consumidas pelos animais foram formigas e cupins, que foram extraídas principalmente de tronco de árvores, o que poderia relacionar a grande permanência dos animais na altura vertical intermediária da floresta.

Assim como o *Cebus capucinus* estudado por Rose (1994), o grupo de *C. flavius* do presente estudo apresentou o consumo de variados invertebrados de fácil visualização ou escondidos no substrato. A composição e proporção de invertebrados na dieta do grupo de macacos prego galegos também se assemelha com a dieta apresentada

para o *C. capucinus* (Melin et al., 2010) e *C. olivaceus* (Robinson, 1986), porém estes autores reportam o elevado consumo de grilos e gafanhotos (ordem Orthoptera) pelos macacos prego, o que não foi visualizado com o grupo de macaco prego galego estudado. Este resultado ressalta a diferença na dieta de grupos de macacos prego que habitam diferentes ambientes, sugerida por Frigaszy et al. (1990), e pode ter ocorrido devido à baixa incidência de ortópteros na área de estudo, o que foi por nós constatado.

Segundo Higham (2007), muitos primatas utilizam as mãos para capturar presas em ambientes florestais. Nossos resultados revelaram que os indivíduos do grupo de *Cebus flavius* preferiram utilizar as mãos ao invés da boca para capturar presas que apresentam capacidade de fuga rápida (ex. presas tipo 3 e 4). A boca foi utilizada principalmente para capturar formigas e cupins, que não apresentam capacidade de voar ou pular. Os resultados estão de acordo com os achados por Schiel et al. (2010) para o sagüi comum (*Callithrix jacchus*) e parecem estar relacionados à uma aparente agilidade de se capturar presas com as mãos quando comparado com a boca, o que pode vir a impossibilitar a fuga de presas com capacidade de pular e/ou voar. A destreza manual de animais do gênero *Cebus* (Visalberghi, 1987), associada à sua elevada capacidade cognitiva (Box & Russon, 2004), pode influenciar nas decisões de captura dos macacos prego, visto que estes animais precisam adaptar os movimentos do seu corpo ao contexto do forrageio e aos movimentos da presa envolvida.

Nossos resultados revelaram que os macacos prego galegos, na natureza, exibiram 10 comportamentos de captura durante o forrageio, que variam de acordo com o tipo de presa a ser capturado. As presas maiores e com capacidade de voar (presas tipo 4) foram capturadas principalmente pela estratégia de impulsos fortes ou fracos, que parece ser uma estratégia apropriada para a captura de presas com elevada habilidade de fuga, pois diminui a chance da presa fugir e aumenta a eficiência do forrageio. De acordo com Higham (2007), predadores que capturam presas muito evasivas normalmente utilizam comportamentos rápidos e de alto desempenho para minimizar o tempo disponível para a possível fuga da presa. Presas do tipo 3 também possuem habilidade de voar e/ou pular, porém são menores do que as presas do tipo 4 e, devido a este tamanho reduzido, são aparentemente mais difíceis de capturar enquanto em vôo ou pulo, tendo sido capturadas pelos macacos principalmente através dos comportamentos ‘arrancar casca’ e ‘tapear tronco’. Segundo Müller et al. (2007), uma grande diversidade de insetos, especialmente coleópteros, habitam em baixo de cascas de árvores. Os comportamentos empregados para capturar esse tipo de presa (tipo 3) podem estar

associados ao seu habitat e à facilidade de captura desta enquanto parada. Além disso, ‘tapear tronco’ permite a saída de presas escondidas em substratos (Izawa, 1979) e ‘arrancar casca’ permite ao primata o acesso a estas presas escondidas (Giudice & Pavé, 2007).

As presas do tipo 1 e 2 não possuem capacidade de fuga rápida (pular e/ou voar) e são comumente encontradas tanto na superfície de substratos quanto escondidas nestes. Estas presas foram facilmente capturadas principalmente através da simples manipulação de tronco e folhas, ou ainda, através do comportamento ‘arrancar casca’, não sendo necessários comportamentos rápidos e de alto desempenho para sua captura visto que são presas fáceis de coletar. Esta plasticidade no comportamento de forrageio do *Cebus flavius* destaca como o predador pode associar o seu gasto energético e seus comportamentos ao tipo, tamanho e comportamento da presa (e.g. Higham, 2007).

A identidade individual contribuiu para a variação de comportamentos na captura dos tipos de presa, uma vez que os indivíduos adultos apresentaram preferências individuais na utilização das diferentes estratégias. Nossos resultados estão de acordo com Fragasz & Boinski (1995), que enfatizam a variação individual no forrageio do *Cebus olivaceus*. O’Malley & Fedigan (2005) elucidam, ainda, as diferenças sexuais e de idade no forrageio do *Cebus capucinus*, entretanto, futuros estudos são necessários para a investigação das diferenças sexuais e entre as classes de idade na execução dos comportamentos e forrageio pelo *Cebus flavius*.

Em conclusão, nós encontramos que o macaco prego galego utilizou diferentes comportamentos para capturar invertebrados que variam em tamanho e padrões de fuga. Os animais apresentaram, ainda, preferências de boca ou mãos na captura dos diferentes tipos de presa. Os resultados sugerem que o grupo de *Cebus flavius* aqui estudado tem a capacidade de adaptar a sua estratégia de captura às características de suas presas e usar essas informações para aumentar sua eficiência em capturar estas presas.

## REFERÊNCIAS

- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49: 227-267.
- Bell, W. J. (1991). *Searching behaviour: the behavioral ecology of finding resources*. London: Chapman and Hall.

- Boinski, S., Quatrone, R. P. & Swartz, H. (2000). Substrate and tool by brown capuchins in Suriname: Ecological contexts and cognitive bases. *American Anthropologist*, 102(4): 741-761.
- Box, H. O. & Russon, A. E. (2004). Social mediated learning among monkeys and apes: Some comparative perspectives. In L. J. Rogers & G. Kaplan (ed.), *Comparative Vertebrate Cognition: Are Primates Superior to Non-Primates?* (pp. 97-140). New York: Kluwer Academic/Plenum.
- Brown, A. & Zunino, G. E. (1990). Dietary variability in *Cebus apella* in extreme habitats: Evidence for adaptability. *Folia Primatologica*, 54: 187-195.
- Caine N. G. (1996). Foraging for animal prey by outdoor groups of Geoffroy's marmosets (*Callithrix geoffroyi*). *International Journal of Primatology*, 17: 933-945.
- Chapman, C. A. & Fedigan, L. M. (1990). Dietary differences between neighboring *Cebus capucinus* groups: Local traditions, food availability or responses to food profitability? *Folia Primatologica*, 54: 177-186.
- Cleveland, A., Rocca, A. M., Wendt, E. L. & Westergaard, G. C. (2004). Transport of tools to food sites in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Animal Cognition*, 7: 193-198.
- Curio, E. (1976). *The ethology of predation*. New York: Springer-Verlag.
- Fedigan, L. M. (1990). Vertebrate predation in *Cebus capucinus*: meat eating in a Neotropical monkey. *Folia Primatologica*, 54: 196-205.
- Ferreira, R., Jerusalinsky, L., Silva, T., Fialho, M., Roque, A. & Arruda, M. 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.
- Fragaszy, D.M. & Boinski, S. (1995). Patterns of individual diet choice and efficiency of foraging in wedge-capped capuchin monkeys (*Cebus olivaceus*). *Journal of Comparative Psychology*, 109: 339-348.
- Fragaszy, D., Fedigan, L. & Visalberghi, E. (2004b). *The Complete Capuchin*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fragaszy, D., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E. B. & Oliveira, M. G. (2004a). Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. *American Journal of Primatology*, 64: 359-366.
- Fragaszy, D. M., Visalberghi, E. & Robinson, J. G. (1990). Variability and adaptability in the genus *Cebus*. *Folia Primatologica*, 54: 114-118.
- Freese, C. H. (1977). Food habits of the white-faced capuchins *Cebus capucinus* L. (Primates: Cebidae) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Brenesia*, 10(11): 43-56.

- Freese, C. & Oppenheimer, J. R. (1981). The capuchin Monkeys, Genus *Cebus*. In: Coimbra-Filho, A. F. & Mittermeier, R. A. (Eds), *Ecology and behavior of Neotropical primates vol. 1*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.
- Gibson, K. R. (1986). Cognition, brain size and extraction of embedded food. In: Else, J. G. & Lee, P. E. (Eds.), *Primate Ontogeny, Cognition and Social Behaviour*. Cambridge University Press.
- Giudice, A. M. & Pavé, R. (2007). *Cebus paraguayanus* in zoos: The spontaneous expression of species-specific behaviors. *Neotropical Primates* 14(2): 65-71.
- Gunst, N., Boinski, S., & Fragaszy, D. M. (2008). Acquisition of foraging competence in wild brown capuchins (*Cebus apella*), with special reference to conspecifics' foraging artefacts as an indirect social influence. *Behaviour*, 145, 195–229.
- Gunst, N., Fragaszy, D. M. & Boinski, S. (2010). Development of Skilled Detection and Extraction of Embedded Prey by Wild Brown Capuchin Monkeys (*Cebus apella apella*). *Journal of Comparative Psychology*, 124(2): 194–204.
- Higham, T. E. (2007). The integration of locomotion and prey capture in vertebrates: Morphology, behavior, and performance. *Integrative and Comparative Biology*, 47(1): 82-95.
- ICMBio. (2011). Dois macacos brasileiros entram para a lista dos 25 mais ameaçados do mundo. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/menu/sala-de-imprensa/agbio/paginas-agbio/136/dois-macacos-brasileiros-entram-para-a-lista-dos-25-mais-ameacados-do-mundo/?searchterm=primatas>>. Acessado em: 03 jan. 2011.
- IUCN. (2010). IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em: 21 Dez. 2010.
- Izawa, K. (1979). Foods and feeding behavior of wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates*, 20(1): 57-76.
- Izawa, K. (1980). Social behavior of the black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates*, 21 (4): 443-467.
- Janson, C. H. & Boinski, S. (1992). Morphological and behavioral adaptations for foraging in generalist primates: the case of the Cebines. *American Journal of Physical Anthropology*, 88: 483-498.
- King, B. J. (1994). Primate infants as skilled information gatherers. *Pre and Perinatal Psychology Journal*, 8: 287-307.
- 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(1): 91–101.

- Melin, A. D., Fedigan, L. M., Young, H. C. & Kawamura, S. (2010). Can color vision variation explain sex differences in invertebrate foraging by capuchin monkeys? *Current Zoology*, 56(3): 300–312.
- Müller, J., Bußler, H., Goßner, M., Gruppe, A., Jarzabek-Müller, A., Preis, M. & Rettelbach, T. (2007). Forest edges in the mixed-montane zone of the Bavarian Forest National Park – hot spots of biodiversity. *Silva Gabreta*, 13(2): 121–148.
- Nimer, E. (1979). *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE
- 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.
- O'Malley, R. C. & Fedigan, L. (2005). Variability in food-processing behavior among white-faced capuchins (*Cebus capucinus*) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *American Journal of Physical Anthropology*, 128(1): 63-73.
- Oppenheimer, J. R. (1968). Behavior and ecology of the white-faced monkey, *Cebus capucinus*, on Barro Colorado Island, C. Z. Ph.D. thesis, University of Illinois, Urbana.
- Ottoni, 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.
- Panger, M. A., Perry, S., Rose, L., Gros-Louis, J., Vogel, E., Mackinnon, K. C. & Baker, M. (2002). Cross-site differences in foraging behavior of white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). *American Journal of Physical Anthropology*, 119: 52–66.
- Parker, S. T. & Gibson, K. R. (1977). Object manipulation, tool use and sensorimotor intelligence as feeding adaptations in *Cebus* monkeys and great apes. *Journal of Human Evolution*, 6: 623-641.
- Phillips, K. A., Shauver Goodchild, L. M., Haas, M. E., Ulyan, M. J., & Petro, S. (2004). Use of visual, acoustic, and olfactory information during embedded invertebrate foraging in brown capuchins (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*, 118: 200–205.
- Reed, K. E. & Bidner, L. R. (2004). Primate communities: Past, present, and possible future. *Yearbook of Physical Anthropology*, 47:2–39.
- Robinson, J. G. (1986). Seasonal variation in the use of time and space by the wedge-capped monkey *Cebus olivaceus*: Implications for foraging theory. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 431: 1-60.
- Robinson, J. G.; Jason, C. H. (1987). Capuchins, Squirrel Monkeys, and Atelines: Socioecological Convergence with Old World Primates. In: Smuts, B. B., Cheney, D. L., Seyfarth, R. M., Wrangham, R. W. & Struhsaker, T. T. (Eds.), *Primate Societies*. Chicago: University of Chicago Press.

Rose, L. M. (1994). Sex differences in diet and foraging behavior in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). *International Journal of Primatology*, 15(1): 95-114.

Schiel, N., Souto, A. S., Bezerra, B. M. & Huber, L. (2008). A stress-free method of identifying common marmosets (*Callithrix jacchus*) in the wild. In: *A Primatologia no Brasil*. Volume 9 (pp- 147-153). Aracajú: Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental/UFS.

Schiel, N., Souto, A. S., Huber, L. & Bezerra, B. M. (2010). Hunting strategies in wild common marmosets are prey and age dependent. *American Journal of Primatology*, 72(12): 1039-1046.

Souto, A., Bezerra, B. M., Schiel, N. & Huber, L. (2007). The saltatory search in free-living common marmosets: environmental and age influences. *International Journal of Primatology*, 28(4): 881-893.

Struhsaker, T. T. & Leland, L. (1977). Palm-nut smashing by *Cebus a. apella* in Colombia. *Biotropica*, 9(2): 124-126.

Terborgh J. (1983). *Five New World Primates. A study in comparative ecology*. Princeton University Press, New Jersey.

Visalberghi E. (1987). Acquisition of nut-cracking behavior by two capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Folia Primatologica*, 49:168–181.

Yamakoshi, G. (1998). Dietary responses to fruit scarcity of wild chimpanzees at Bossou, Guinea: Possible implications for ecological importance of tool use. *American Journal of Physical Anthropology*, 106: 283-295.

Williamson, E. A. & Feistner, A. T. C. (2003). Habituating primates: processes, techniques, variables and ethics. In: Setchell, J. M. & Curtis, D. J. (Eds), *Field and laboratory methods in Primatology: a practical guide*. Cambridge, Cambridge University Press.

**Tabela I.** Classificação das presas consumidas pelo *Cebus flavius*.

| <b>Categoria da presa</b> | <b>Tamanho da presa</b> | <b>Capacidade de saltar e/ou voar</b> | <b>Exemplos</b>                                      |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Presa tipo 1              | Entre 0,5 e 1 cm        | Não                                   | Hymenoptera (formigas) e Isoptera (cupins)           |
| Presa tipo 2              | > 1 cm                  | Não                                   | Lepidoptera (Lagarta, pupa) e Diplopoda (diplópodes) |
| Presa tipo 3              | Entre 0,5 e 3 cm        | Sim                                   | Coleoptera (Besouros) e Arachnida (aranhas)          |
| Presa tipo 4              | Entre >3 e 10 cm        | Sim                                   | Lepidoptera (Borboletas e mariposas)                 |

**Tabela III.** Descrição dos comportamentos associados ao forrageio em *Cebus flavius*.

| <b>Comportamentos</b>             | <b>Descrição</b>                                                                                                        |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deslocamento curto                | Locomoção de curta distância (<1 m) (Souto et al., 2007).                                                               |
| Deslocamento                      | Locomoção de distância maior ( $\geq 1$ m e $\leq 3$ m) (Souto et al., 2007).                                           |
| Varredura estreita                | Movimento lento com a cabeça dentro de um arco de 90° (Caine, 1996).                                                    |
| Varredura ampla                   | Movimento lento da cabeça em um arco >90° (Caine, 1996).                                                                |
| Manipular folha, tronco ou buraco | Inspecionar uma folha, tronco ou buraco utilizando as mãos e/ou a boca (Schiel et al., 2010).                           |
| Friccionar mãos                   | Movimento de atrito entre as mãos.                                                                                      |
| Olhar buraco                      | Inspecionar visualmente buracos localizados em troncos ou no chão, sem manipular com as mãos e/ou a boca.               |
| Olhar mãos                        | Inspecionar visualmente as mãos, imediatamente após realizar um comportamento de captura.                               |
| Olhar folha, troco ou solo        | Inspecionar visualmente folhas, troncos ou solo, sem manipular com as mãos ou boca (Schiel et al., 2010).               |
| Captura                           | Manipulação e consumo de uma presa. As capturas foram feitas usando as mãos ou a boca (Schiel et al., 2010).            |
| Tentativa de captura              | Realização de comportamentos de captura, porém sem sucesso de coleta de presa (Schiel et al., 2010).                    |
| Impulso fraco                     | Impulso final lento para deter uma presa com as duas mãos (Schiel et al., 2010) ou com uma mão.                         |
| Impulso forte                     | Impulso final rápido para deter uma presa com as duas mãos (Schiel et al., 2010) ou com uma mão.                        |
| Peneirar serrapilheira            | Segurar a serrapilheira com as duas mãos e realizar movimento rápido, para cima e para baixo, com as mãos entreabertas. |
| Tappear tronco                    | Tappear em movimentos rápidos, com palma ou dedos das mãos, troncos de árvores (Panger et al., 2002).                   |
| Arrancar casca                    | Retirar, com mãos ou boca, cascas de árvores (Giudice & Pavé, 2007).                                                    |
| Raspar tronco                     | Esfregar rapidamente a palma das mãos no tronco em movimento de vai e vem.                                              |
| Quebrar galhos                    | Destacar galhos das árvores e bater com eles nos troncos, podendo ou não abri-los ao meio (Izawa, 1979).                |

**Tabela III.** Diferença de ocorrência dos comportamentos associados ao forrageio entre os três estratos verticais do fragmento de mata (Testes de Kruskal-Wallis e Dunn).

| <b>Comportamento</b>   | <b>Solo vs. média<br/>altura</b> | <b>Solo vs. copa</b> | <b>Média altura<br/>vs. copa</b> | <b>Kruskal-<br/>Wallis</b> |
|------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Deslocamento curto     | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | p=0.0081                   |
| Deslocamento           | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0008                   |
| Varredura estreita     | ns                               | ns                   | ns                               | p=0.0745                   |
| Varredura ampla        | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0035                   |
| Manipular folha        | ns                               | ns                   | ns                               | p=0.3429                   |
| Manipular tronco       | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0008                   |
| Manipular buraco       | ns                               | ns                   | ns                               | p=0.4105                   |
| Friccionar mãos        | ns                               | ns                   | ns                               | p=0.0431                   |
| Olhar buraco           | ns                               | ns                   | ns                               | p=0.5075                   |
| Olhar mãos             | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0011                   |
| Olhar folha            | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0117                   |
| Olhar tronco           | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0043                   |
| Olhar solo             | p<0.05; <b>solo</b>              | p<0.05; <b>solo</b>  | ns                               | p=0.0034                   |
| Captura                | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0036                   |
| Tentativa de captura   | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0206                   |
| Ataque fraco           | ns                               | ns                   | ns                               | p=0.3116                   |
| Ataque forte           | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0115                   |
| Peneirar serrapilheira | p<0.05; <b>solo</b>              | p<0.05; <b>solo</b>  | ns                               | p=0.0193                   |
| Tappear tronco         | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0017                   |
| Arrancar casca         | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | p=0.0032                   |
| Raspar tronco          | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | ns                               | p=0.0005                   |
| Quebrar galhos         | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | ns                   | p<0.05; <b>média<br/>altura</b>  | p=0.0032                   |

\*ns = não significativo.

\*\* Em negrito se encontra qual o estrato mais utilizado para a realização de cada comportamento (para os valores de p<0.05, teste de Dunn).

## **Instructions for Authors - International Journal of Primatology**

*International Journal of Primatology* is a multidisciplinary forum devoted to the dissemination of current research on fundamental primatology. Publishing peer-reviewed, high-quality original articles which feature the primate, the journal brings together laboratory and field studies from such diverse disciplines as anthropology, anatomy, ethology, paleontology, psychology, sociology, and zoology. Articles address various aspects of primate biology and the conservation of primates and their habitats. In an attempt to further increase sensitivity to the plight of primates, those articles reporting on endangered or threatened species are highlighted. Short articles, reviews of research, and book reviews are also incorporated into the journal. Special issues of the journal focusing on particular topics of interest are published on occasion.

### **Online Manuscript Submission**

International Journal of Primatology processes all manuscripts through its online submission system, Editorial Manager ([www.editorialmanager.com/ijop](http://www.editorialmanager.com/ijop)). Detailed instructions for using the site and preparing manuscripts are available on the site. If you have questions about this system or about manuscript submission, please contact the Editor-in-Chief, Joanna M. Setchell, PhD, E-mail: [joanna.setchell@durham.ac.uk](mailto:joanna.setchell@durham.ac.uk).

A Research Article should not normally exceed 35 pages in total, including the title page, abstract, text, acknowledgements, references, tables, figure legends, and figures. A Review Article should not normally exceed 45 pages in total. For longer papers, please contact the Editor-in-Chief EiC prior to submission

### **Copyright**

The manuscript must not have been published previously or be under consideration for publication elsewhere during consideration for publication in the International Journal of Primatology.

### **Cover Letter**

All manuscripts must be accompanied by a formal statement that explicitly confirms the following:

- the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis) and that it is not under consideration for publication elsewhere
- that all coauthors acknowledge their participation in conducting the research leading to the manuscript, that all agree to its submission to be considered for publication by the International Journal of Primatology, and that all have agreed the final version
- the manuscript is approved tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out

### **Manuscript Style**

Use line numbers and number pages consecutively. Do not use footnotes. Text should be in 12 point font and double-spaced throughout.

The text should be clear, readable, and concise. Manuscripts should be well presented, with correct grammar, spelling and punctuation. You should not expect reviewers and editors to make corrections to the English. Authors who are native English speakers must take responsibility for checking the submission for errors. Authors whose first language is not English should ask a native English speaker to verify their use of

English prior to submission and confirm this in the notes to the Editor. If the English is unsatisfactory, the manuscript will be returned for correction without review.

Always consider your reader. Make sure that the order and flow of your ideas is logical, and follow the same order throughout (in the Introduction, Methods, Results, and Discussion). Read your manuscript through carefully before submission.

Avoid beginning sentences with "Author (year) found...". This is usually better phrased as "The finding you wish to highlight (Author, year)."

Use the active voice throughout, i.e. employ I/we in relating what you did, observed, etc. Every sentence should have an explicit subject; if you were the actor, use I or we as appropriate for the number of actors.

Scientific Style and Format: Please consult one or more of the following:

a. papers of similar length and topic in a recent issue of the *International Journal of Primatology*

b. *Planning, Proposing and Presenting Science Effectively* (by Jack P. Hailman and Karen B. Strier, Cambridge University Press, 1997)

c. *Scientific Style and Format. The Council of Biology Editors Manual for Authors, Editors and Publishers* (Cambridge University Press).

Linnaean nomina and common names of species should use the lexicons in Grubb et al. (*IJP* 24(6): 1301-1357, 2003) & Brandon-Jones (*IJP* 25(1): 97-164, 2004) for Old World monkeys and apes and Colin Grove's *Primate Taxonomy* (2001, Smithsonian Institution Press) for New World monkeys, tarsiers and strepsirrhine, unless your subject is a new species. Do not use Linnaean nomina adjectivally, e.g. write "habitats of *Pan paniscus*," not "*Pan paniscus* habitats." Use strepsirrhine, not prosimian.

The International Union of Geological Sciences have recently moved the Pliocene-Pleistocene boundary from 1.8 to 2.6 Ma, but there is opposition to that move among many researchers who work on late Cenozoic (post-Miocene) topics. We do not endorse either the old or the new definition, but ask authors who use the terms Pleistocene and Pliocene to state in their Introduction which of the two current options they use, citing the relevant reference. The recognition of Neogene and Quaternary is at the discretion of the author (for brevity, the co-identity of Period/System, Epoch/Series, and Age/Stage is understood).

Do not abbreviate taxa except within a sentence wherein you have already written out the same taxon. For example, "*Pan troglodytes* and *P. paniscus* live in Africa." is acceptable, but "*P. troglodytes* and *P. paniscus* live in Africa." is not acceptable.

Avoid nicknames such as chimps for chimpanzees, orangs for orangutans, ringtails for ring-tailed lemurs.

Avoid parenthetical instructions to readers, i.e. avoid embedded fragments such as (see Darwin, 1859 for fuller discussion on the origin of species). The citation (Darwin, 1959) is sufficient to direct the reader to a fuller source of information on a topic.

Refer to Figures and Tables by number in the text and indicate their approximate position. Do not write "Statistics are presented in Table 1"; instead simply cite (Figure 2) or (Table 3).

Define abbreviations that are not standard in this field at their first mention in the abstract and the main text. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

## **Title page**

The title page should include: the title; the full names of all authors as they wish them to appear in print; the authors' institutional affiliations; the name, address, telephone number, and e-mail address of the corresponding author; and the current address of any

author(s) whose institutional affiliation has changed since the work reported was performed.

The Title should be concise but informative. Use both scientific name and common name in the title. It should describe the contents of your paper. Most readers will find your paper via search engines, which are based on words in the title.

### **Abstract**

This should constitute a single paragraph of not more than 250 words that is complete without reference to the text. Do not use acronyms or complex abbreviations. The abstract must summarise the entire paper, including the context, aim, a concise account of the methods, a clear description of the most important results, and a brief presentation of the conclusions. The abstract should not contain unexplained abbreviations or terms. It should not normally contain references, but if it does, then these should be included in full. Check that all the information in the abstract actually appears in the text of the paper.

### **Keywords**

Include 4-5 keywords which express the precise content of the manuscript for indexing .

### **Introduction**

The Introduction should put your study into context. It should begin broadly, with the general context of your study, and focus down to the specific question that you address. It is not normally appropriate to begin with your study species. Begin with a brief summary of current understanding of the question that you address. Avoid listing articles but providing no information about their content. Cite reviews where appropriate, rather than long lists of articles. Review the literature that reports previous research on the subject, highlighting why the question is important and what is not yet known. Introduce your model system (e.g. your study species), and describe why it is a particularly suitable choice to advance our knowledge of the question in hand. Lead up to a clear statement of your aim and explain your approach to the question and rationale succinctly. The introduction should normally finish with clear predictions regarding the outcomes of your study.

Reports in IJP should be self-contained. It is not usually appropriate to refer to larger research programs if you do not report the results.

### **Methods**

The Methods should describe how you carried out your study clearly, including a description of your study site, details of the study subjects, study design and data collection, laboratory analysis and statistical analysis, as appropriate. Provide details of how you collected all data reported in the Results but do not include additional data collection for which you do not actually report findings. Define all terms. Use sub-headings to organize the content. Data collection and laboratory analyses should be described in sufficient detail such that other researchers could repeat your work. Include how you summarised data (means, etc) and report variability (SEM, SD, etc), any transformations used and all statistical tests with reference to the particular questions that they address (e.g. “We compared the mean body mass of males and females using ...”). Include the probability level at which you determined significance.

Do not include results in the methods, with the exception of preliminary results that were used to design your study.

## **Ethical note**

Address the ethical considerations of your study either in the main Methods section (where the additional discussion is relatively minor), or in a separate subsection of the Methods headed Ethical Note. Identify any ethical implications of the experimental design and procedures, and specify any licences acquired to carry out the work. Describe procedures that were taken to minimize the welfare impact on subjects, including choice of sample sizes, use of pilot tests and predetermined rules for intervention, where relevant. Include any steps taken to enhance the welfare of subjects. If the study involved keeping wild animals in captivity, state for how long the animals were captive and whether, where and how they were returned to the wild at the end of the study. Where relevant, include a statement that (1) the research complied with protocols approved by the appropriate Institutional Animal Care Committee (provide the name of the committee); and that (2) the research adhered to the legal requirements of the country in which the research was conducted. Please consult relevant guidelines, including "Guidelines for the treatment of animals in behavioural research and teaching" in ANIMAL BEHAVIOUR, 2006, 71, 245–253.

## **Results**

The results section should report your findings succinctly in a logical sequence. It should not contain introductory material, methods or discussion. Support your statements with data. Present data in tables or figures where appropriate. Summarise the findings in words, and refer to the table or figure, but do not repeat values presented in tables. Do not repeat the same data in both a Table and a Figure. Report summary rather than raw data.

Present means and standard deviation/standard error in the format  $X \pm \text{SD/SE unit}$  (i.e., mean body weight =  $6.38 \pm \text{SD } 1.29 \text{ kg}$  or mean head-trunk length =  $425 \pm \text{SE } 3.26 \text{ mm}$ ).

Present ranges as range: 15-29.

Write sample sizes as  $N=731$ .

Write numbers less than 1 as 0.54 not as .54.

Present all P values, including non-significant outcomes, using an exact probability value whenever possible. Thresholds are acceptable for highly significant values (i.e.  $P < 0.001$ ).

Capitalise the P value (P) and sample size (N). Write degrees of freedom in lower case (e.g.  $df = 4$ ). For example: ANOVA:  $F = 2.26$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.17$ .

Results should include the name of the statistical test, followed by a colon, the test statistic and its value, degrees of freedom or sample size (depending on which is most appropriate for that test), and the P value, with indication if it is one- or two-tailed (unless you address this issue in the methods). These entries should be separated by commas, e.g. Wilcoxon signed-ranks test:  $Z=3.82$ ,  $P < 0.001$ ,  $N=20$ ; ANOVA:  $F=2.26$ ,  $df=1$ ,  $P=0.17$ .

## **Discussion**

The Discussion should summarise and interpret your main findings and place them in context of what was already known. It should link back to the question(s), hypotheses and predictions in the Introduction, examine whether the findings support the hypotheses and compare your findings with those of previous studies. The Discussion should not repeat the results, but may summarise them. It should not include further results that are not reported in the results section. Include discussion of any limitations to your study. It is often useful to address each major finding in a separate paragraph,

comparing your results with previous studies, and giving potential explanations for any differences. Future directions should be precise and detail the exact information required to improve our understanding of the question further. End with the broader implications of your results for primatology.

### **Acknowledgments**

These should include sources of support, grants, disclaimers, names of those who contributed but are not authors, etc. Remember to acknowledge comments from reviewers and editors.

### **References**

List References alphabetically at the end of the paper and refer to them in the text by name and year in parentheses, e.g. (Darwin, 1859). When there are >2 authors, give only the first author, followed by et al. in the text. References should include titles of the papers. Consult recent papers in the journal for reference style and the World List of Periodicals for abbreviations of journal titles.

### **Figure legends**

List the Figure Legends consecutively on a separate page of the manuscript. Refer to all figures in the text and provide a concise figure legend that incorporates any necessary explanatory material.

### **Tables**

Number all tables sequentially using Arabic numerals.

Cite all tables in consecutive numerical order in the text.

Supply a concise heading for each table which explains the components of the table clearly.

Do not duplicate the text or figures in a Table.

Ensure that the data in tables are consistent with those cited in the text and that totals and summary statistics are correct.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table heading.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Tables can be included in the main text file, at the end of the document.

### **Figures**

Number all figures using Arabic numerals. Denote figure parts using lowercase letters.

Cite figures in consecutive numerical order in the text.

Supply a figure caption for each figure.

Identify all elements found in the figure in the caption.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the caption.

Figures will be produced in black & white in the print version and in color in the electronic version free of charge. The cost for reproducing color in the print version is \$1150 per article. If color is necessary and funding is unavailable, please contact the Editor.

### **Electronic Supplementary Material (ESM)**

If ESM is submitted, it will be published as received from the author in the online version only. ESM may consist of:

information that cannot be printed: animations, video clips, sound recordings

information that is more convenient in electronic form: sequences, spectral data, etc.

large original data, e.g. additional tables, illustrations, etc.

If supplying ESM, you must make specific mention of the material in the text, as you would with a figure or table.

### **Potential referees**

Authors may suggest up to 4 potential referees with their affiliation and e-mail addresses, with the understanding that they may or may not be asked to review the manuscript.

### **Review process**

All manuscripts are subject to review. Initial review is by the Editor-in-Chief and/or one of the Associated Editors. Manuscripts judged inappropriate at this stage are rejected by the Editor-in-Chief. Manuscripts that pass this initial evaluation are sent to expert reviewers for evaluation. Once the reviews are returned, the editor handling the manuscript evaluates both the reviews and the manuscript and either requests revisions from the authors, or makes a recommendation of acceptance or rejection to the Editor-in-Chief, who then issues the final decision.

### **Plagiarism**

IJP follows the usual principles with regard to plagiarism. Do not copy verbatim from another publication without acknowledgement. Close imitation and minor changes to the wording are similarly unacceptable. Plagiarism is grounds for rejection, regardless of the quality of the data.

### **Page charges**

The journal makes no page charges. Reprints are available for purchase by authors, and order forms with the current price schedule are sent with (and should be returned with) proofs.

### **Springer Open Choice**

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please visit the link below to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or articles will publish as regular subscription-model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

### **Publication Ethics**

The International Journal of Primatology participates in the Committee on Publication Ethics (COPE) and acts in accordance with their guidelines relating to the integrity of the work submitted to, or published in, the journals.

## **4. ARTIGO 2**

### **4.1 Título do artigo**

“Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task”.

### **4.2 Periódico**

O artigo foi publicado no periódico *Biology letters* (Qualis A1, Fator de impacto: 3.521)

### **4.3 Autores**

Antonio da Silva Souto

Camila Barreto Campello Bione

Monique Bastos de Araújo

Bruna M. Bezerra

Dorothy Fragaszy

Nicola Schiel

## biology letters

---

### Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task

Antonio Souto, Camila B. C. Bione, Monique Bastos, Bruna M. Bezerra, Dorothy Fragaszy and Nicola Schiel

*Biol. Lett.* published online 9 March 2011  
doi: 10.1098/rsbl.2011.0034

---

#### References

This article cites 12 articles, 1 of which can be accessed free  
<http://rsbl.royalsocietypublishing.org/content/early/2011/03/03/rsbl.2011.0034.full.html#ref-list-1>

#### P<P

Published online 9 March 2011 in advance of the print journal.

#### Subject collections

Articles on similar topics can be found in the following collections

[behaviour](#) (1862 articles)  
[cognition](#) (474 articles)

#### Email alerting service

Receive free email alerts when new articles cite this article - sign up in the box at the top right-hand corner of the article or click [here](#)

---

Advance online articles have been peer reviewed and accepted for publication but have not yet appeared in the paper journal (edited, typeset versions may be posted when available prior to final publication). Advance online articles are citable and establish publication priority; they are indexed by PubMed from initial publication. Citations to Advance online articles must include the digital object identifier (DOIs) and date of initial publication.

---

To subscribe to *Biol. Lett.* go to: <http://rsbl.royalsocietypublishing.org/subscriptions>

---

# Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task

Antonio Souto<sup>1,\*</sup>, Camila B. C. Bione<sup>1</sup>,  
Monique Bastos<sup>2</sup>, Bruna M. Bezerra<sup>3</sup>,  
Dorothy Fragaszy<sup>4</sup> and Nicola Schiel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco,  
Rua Professor Moraes Rego, s/n, 50.670-420 Recife-PE, Brazil

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52.171-900 Recife-PE, Brazil

<sup>3</sup>School of Biological Sciences, University of Bristol, Woodland Road,  
Bristol BS8 1UG, UK

<sup>4</sup>Psychology Department, University of Georgia, Athens,  
GA 30602, USA

\*Author for correspondence (asouto@ufpe.br/toni\_souto@yahoo.com).

We report the spontaneous modification and use of sticks to fish for termites, above the ground, in wild blonde capuchins (*Cebus flavius*). These critically endangered Neotropical primates inhabit remnants of the Atlantic Forest. They used two previously undescribed techniques to enhance their termite capture success: nest tapping and stick rotation. The current ecologically based explanation for tool use in wild capuchins (i.e. terrestrial habits and bipedalism) must be viewed cautiously. Instead, remarkable manual skills linked to a varied diet seem important in promoting tool use in different contexts. The repertoire of tool-using techniques employed by wild capuchins has been expanded, highlighting the behavioural versatility in this genus.

**Keywords:** tool use; manual skills; cognition; blonde capuchins; primates

## 1. INTRODUCTION

Because tools play a central role in human culture and evolution, their manufacture and use by non-human animals are a fascinating subject of investigation [1]. While it is known that wild animals of different taxonomic groups are capable of using tools [2], a flexible tool repertoire has been commonly ascribed only to chimpanzees and orang-utans (e.g. [3,4]). However, growing evidence, obtained in dry regions of Brazil (savannah-like vegetation), suggests that capuchins are also versatile users of tools (see Ottoni & Izar [5] for a review).

The arid environment where tool use has been observed in capuchins has influenced current explanations for the disjunct distribution of tool use across dry and humid habitats. Moura & Lee [6], for example, suggested that food scarcity (motivational factor) and terrestrial habits (through which monkeys had access to tubers, roots and some insects by digging with stones) were the main factors for the occurrence of

tool use in those primates. More recently, Ottoni & Izar [5] concluded that food scarcity is of peripheral importance, after noting that tool use can occur in groups of capuchins with provisioning and is absent in others during periods of food scarcity. The latter proposed that terrestrial habits, which free the monkey's hands to transport tools as they travel bipedally and also provide stable and relatively flat surfaces to practise tool-using behaviour, are the most important behavioural factors promoting tool use in wild capuchins [4]. Given the limited data on tool use in wild capuchins, the propositions supporting the appearance of tool use remain unclear.

Termites are abundant in all tropical biomes, and are a nutritious food source for many animals, including humans [7]. The use of sticks to extract termites by wild chimpanzees was originally observed in the forests of Gombe [8], and this phenomenon rapidly became one of the best known and most influential discoveries involving animal tool use.

We report here the spontaneous modification and use of sticks to fish for termites observed in one group of wild blonde capuchins (*Cebus flavius*) living in a fragment of Atlantic Forest (figure 1a). This species was recently rediscovered, after presumed extinction [9]. We also report the use of two techniques employed sequentially by the capuchins during termite fishing that have never been described in other non-human primates, including chimpanzees. Experiments with humans playing the role of termite fishers in the monkeys' habitat were also conducted to test the effectiveness of the fishing techniques employed by the animals.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### (a) Study site

The study site (6°33'32.1"S, 35°07'56.5"W) has approximately 300 ha of Atlantic Forest that belongs to three different owners. We obtained permission to work in ASPLAN/Mamanguape/PB segment (94 ha of forest). General characteristics of the vegetation: canopy, about 20 m high; emergent trees, up to 25 m high; understorey, juvenile trees and smaller tree species. The sugar cane monoculture dominates the landscape around the fragment.

Aspects of the climate in the Mamanguape district: rainy season, April–October; average annual temperature, 24–26°C; average annual rainfall, 1750–2000 mm; average annual humidity, 80 per cent [10].

### (b) Subjects

We studied a group of six tufted blonde capuchins (four adult males, one adult female and one juvenile male). It is unclear whether this group composition is normal for this species. Each individual was reliably identified through their physical characteristics (body size, scars and variation in fur colour). They were habituated to the observers C.B.C.B. and M.B.

The diet of these monkeys included fruits, insects, spiders and small vertebrates. On three occasions individuals were seen eating sugar cane. Foraging, excluding termite fishing, was a daily activity displayed by all individuals of the study group. Termite fishing was the only form of tool use observed.

### (c) Observations

Fieldwork was carried out from July to November 2009 (140 h of direct observation across 72 days), at distances ranging from 5 to 30 m from the animals. The observational time was unevenly distributed across the 72 days (117 min d<sup>-1</sup>, ± 11.95 s.e.m.), because the animals were not always located in the part of the fragment for which we received permission to work. All data, including the dietary observations, were collected using focal animal and ad libitum techniques [11]. Observations started when the monkeys were located in the forest. Behaviours were recorded using a notepad.

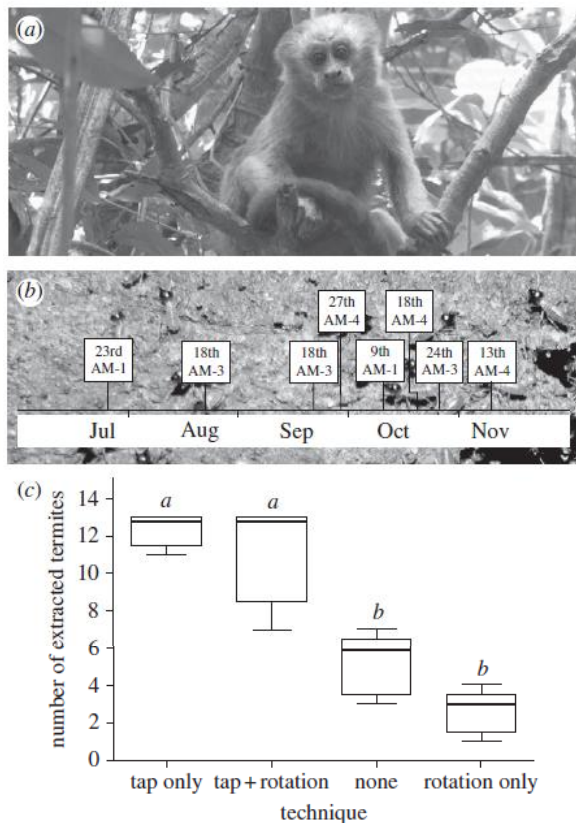


Figure 1. (a) A blonde capuchin (*Cebus flavius*) in the study site. (b) Distribution of termite fishing activity across the observational period (days and months are in *italic*; AM refers to 'adult male' and the number to its identity). Background image: *Nasutitermes* sp. (c) Tapping increased the rate of collection; rotation did not. The term 'none' means that the tapping and rotating techniques were not employed. Illustrated are medians and interquartile ranges. Statistics: Mann–Whitney *U*-test, adjusted via a sequential Bonferroni correction (tap only versus tap + rotation:  $U = 10.5$ ,  $p = 0.7484^{a,a}$ ; tap only versus none:  $U = 0$ ,  $p = 0.0079^{a,b}$ ; tap only versus rotation only:  $U = 0$ ,  $p = 0.0079^{a,b}$ ; tap + rotation versus none:  $U = 0.5$ ,  $p = 0.0162^{a,b}$ ; tap + rotation versus rotation only:  $U = 0$ ,  $p = 0.0079^{a,b}$ ; none versus rotation only:  $U = 2.5$ ,  $p = 0.0463^{b,b}$ );  $n_1 = n_2 = 5$  in all cases; after correction: different letters =  $p \leq 0.05$ ; similar letters = n.s.).

#### (d) Evaluating the efficiency of tapping and rotating techniques

We chose, *in situ*, 20 termite nests, similar in size (mean circumference: 48.5 cm,  $\pm 2.16$  s.e.m.; mean height: 28.5 cm,  $\pm 1.09$  s.e.m.) to those visited by *C. flavius*, to evaluate how tapping and rotating affected capture of termites. We used sticks of the plant *Oureatea* sp., the same used by the monkeys, to perforate the nests. The experimental design involved four different situations (five nests used in each situation): (i) before introducing the stick, we tapped the walls of the nest, but we did not rotate the stick while introducing it into the nest; (ii) we tapped the nest and perforated it by applying a rotating movement on the stick; (iii) no tapping or rotation were used; and (iv) we did not tap the nest, but rotation was employed. Used sticks were immediately placed into individual plastic bags, each of them sealed. We subsequently counted the termites collected on each stick.

#### (e) Statistical analyses

We compared the number of termites collected per stick across all pairwise combinations of the four experimental fishing techniques using the Mann–Whitney *U*-test; we adjusted *p*-values via a

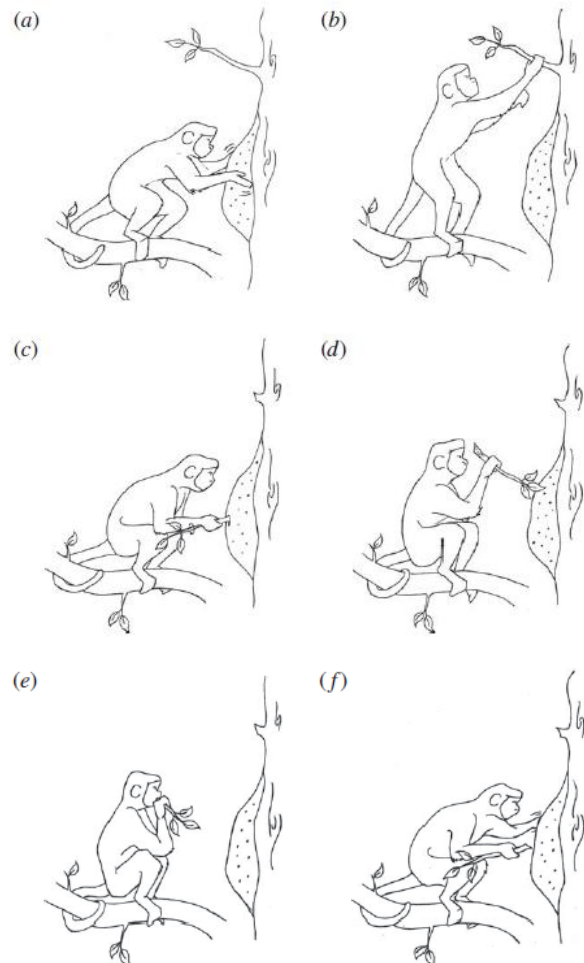


Figure 2. The sequence of behaviours displayed by the blonde capuchins when fishing for termites. (a) Tapping the nest. (b) Tearing off a branchlet. (c) Rotating and inserting the stick into the nest. (d) Inspecting the stick. (e) Eating the termites. (f) Tapping the nest with the left hand.

sequential Bonferroni correction [12]. Significance after correction was set at  $p \leq 0.05$ , two-tailed.

### 3. RESULTS

Three out of six study animals (all adult males) were observed eight times (in 8 of 72 days) (figure 1b) collecting termites (*Nasutitermes* sp.) from different nests in the canopy (5–10 m above the ground). The behaviour consisted of three main steps: (i) the monkey approached the nest, reaching for and then tapping (firmly and quickly, as when capuchins tap hard surfaces) the nest exterior immediately in front of him using both palms (when in front of the nest, the body in a squatting position; semi-prehensile tail used to anchor the body on a stable horizontal branch (10–15 cm in diameter); figure 2a,c–f); (ii) the monkey tore off a branchlet (hereafter, stick) approximately 20–30 cm long from the tree where the nest was located (to tear off the stick, the capuchin may temporarily adopt another body position; figure 2b), perforated the nest with it (approximately

in the middle) and then inserted it into the nest (5–10 cm deep). The monkey, always with the right hand, inserted the stick by rotating while pressing the basal portion of the stick against the nest at the opening where it was inserted. In all events, the animal continuously rotated the stick using the right-hand while perforating the nest. On two occasions, two individuals reduced the length of the stick by breaking part of its basal portion (which is free of leaves and thicker than the apices); and (iii) the monkey pulled the stick out of the nest, inspected the stick, and ate the termites attached to it (figure 2c–e). In six visits, the procedure of inserting the stick was repeated three or four times re-using the first perforation. In these subsequent repetitions, the monkeys rotated the stick in the same way. Between insertions, the monkey tapped the nest close to the perforation opening always with the palm of the left hand (the right hand holding the stick). In all cases, after finishing, sticks were discarded. Each episode of fishing for termites, from the arrival at the nest to the act of discarding the stick, lasted between 40 and 60 s (including repetitions).

The influence of tapping the nest and rotating the stick on the number of termites extracted per insertion was assessed by human subjects. Tapping had a strong positive influence, while rotation had no clear effect (figure 1c). However, rotation affected a different aspect of efficiency. Without rotation, the stick broke and had to be replaced in four occasions (out of 10). No stick broke when rotation was employed (i.e. extending the useful life of the tool).

#### 4. DISCUSSION

Fishing for termites is clearly present in wild blonde capuchins. Worthy of note, tool-using was performed above the ground, whereas tool-using in capuchins has been commonly associated with terrestrial habits and bipedal postures [4]. Although we agree that the expression of certain tool-using behaviours, like employing stones and anvils to crack nuts [13], can be promoted by terrestrial habits, terrestriality cannot be invoked to explain our findings. However, bipedal postures free the hands to manipulate objects [1]. This is a common point observed among studies in arid regions and our study in the Atlantic Forest. With their bodies in a squatting position, the blonde capuchins relied upon free hands to fish for termites. They could adopt these postures in part because their semi-prehensile tail helped anchor them against gravity [14]. This allowed efficient bimanual action involving tapping the walls of the nest, and inserting and rotating the stick. Tapping the walls of the nest and rotating the stick have not been reported previously for chimpanzees or any other non-human primates. They indicate effective problem solving and effective deployment of sensitive manual actions.

Data gathered on wild chimpanzees' tool use have shown a greater than expected variability within a population, and across populations inhabiting similar environments, a confounding factor for ecologically based explanations [3]. Our results similarly suggest that linking tool use to ecological conditions in capuchins must be done cautiously. Without denying the

influence of social phenomena, the importance of manual skills (viewed as resultants of mental processes promoting complex goal-directed actions) has been highlighted for understanding problem-solving in apes [15]. When fishing for termites, blonde capuchins expressed bimanual role differentiation, manual laterality, object modification and sequences of manual actions, all features supported by having two hands free. Such features are also found in other capuchins and, together with their varied diet [16], seem to be important factors enabling tool use to emerge in different contexts. Further specific studies on blonde capuchins inhabiting isolated fragments will help to address questions about the behavioural distribution and flexibility of fishing for termites across populations. Critically endangered [17] and vastly unknown, all efforts should be directed to study and protect this fascinating species.

The study was non-invasive and complied with Brazilian law.

We thank two anonymous referees for valuable comments, the ASPLAN/PB and Mônica Montenegro for logistical assistance, Ademar Bandeira and Auristela Albuquerque for identifying the termites, Lucilene dos Santos for identifying the plant used as a tool and Fernanda Oliveira for the illustrations in this study. Supported by the UFRPE (UR09/2009-04) and the CNPq (479483/2009-4).

- 1 Visalberghi, E. & Frigaszy, D. 2006 What is challenging about tool use? The capuchin's perspective. In *Comparative cognition: experimental explorations of animal intelligence* (eds E. A. Wasserman & T. R. Zentall), pp. 529–552. New York, NY: Oxford University Press.
- 2 Bentley-Condit, V. C. & Smith, E. O. 2010 Animal tool use: current definitions and an updated comprehensive catalog. *Behaviour* 147, 185–32A(–152). (doi:10.1163/000579509X12512865686555)
- 3 Sanz, C. M. & Morgan, D. B. 2007 Chimpanzee tool technology in the Goulougo Triangle, Republic of Congo. *J. Hum. Evol.* 52, 420–433. (doi:10.1016/j.jhevol.2006.11.001)
- 4 Van Schaik, C. P., Deaner, R. O. & Merrill, M. Y. 1999 The conditions for tool use in primates: implications for the evolution of material culture. *J. Hum. Evol.* 36, 719–741. (doi:10.1006/jhev.1999.0304)
- 5 Ottoni, E. B. & Izar, P. 2008 Capuchin monkey tool use: overview and implications. *Evol. Anthropol.* 17, 171–178. (doi:10.1002/evan.20185)
- 6 Moura, A. C., de, A. & Lee, P. C. 2004 Capuchin stone tool use in Caatinga dry forest. *Science* 306, 1909. (doi:10.1126/science.1102558)
- 7 Solavan, A., Paulmurugan, R. & Wilsanand, V. 2006 Effect of the subterranean termite used in the South Indian folk. *Ind. J. Tradit. Knowl.* 5, 376–379.
- 8 Goodall, J. 1963 My life among wild chimpanzees. *Natl Geogr.* 124, 272–308.
- 9 Oliveira, M. M. & Langguth, A. 2006 Rediscovery of Marcgrave's capuchin monkey and designation of a neo-type for *Simia flavia* Schreber, 1774 (Primates, Cebidae). *Bol. Mus. Nac.* 523, 1–16.
- 10 Nimer, E. 1979 *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Brasil: IBGE.
- 11 Altmann, J. 1974 Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49, 227–267. (doi:10.1163/156853974X00534)
- 12 Rice, W. R. 1989 Analyzing tables of statistical tests. *Evolution* 43, 223–225. (doi:10.2307/2409177)

4 A. Souto *et al.* Tool-using behaviour by blonde capuchins

- 13 Visalberghi, E., Addessi, E., Truppa, V., Spagnoletti, N., Ottoni, E., Izar, P. & Frigaszy, D. 2009 Selection of effective stone tools by bearded capuchin monkeys. *Curr. Biol.* 19, 213–217. (doi:10.1016/j.cub.2008.11.064)
- 14 Garber, P. A. & Rehg, J. A. 1999 The ecological role of the prehensile tail in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). *Am. J. Phys. Anthropol.* 110, 325–339. (doi: 10.1002/(SICI)1096-8644(199911)110:3<325::AID-AJP A5>3.0.CO;2-D)
- 15 Byrne, R. 2004 The manual skills and cognition that lie behind hominid tool use. In *The evolution of thought: evolutionary origins of great ape intelligence* (eds A. E. Russon & D. R. Begun), pp. 31–44. Cambridge, UK: Cambridge University Press. (doi: 10.2277/0521783356)
- 16 Frigaszy, D. M., Visalberghi, E. & Fedigan, L. M. 2004 *The complete capuchin: the biology of the genus Cebus*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 17 IUCN 2010 Red list of threatened species (*Cebus flavius*). See [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (accessed on 20 December 2010).

Submission  
Confirmation

Thank you for resubmitting your manuscript to *Biology Letters*.

Manuscript ID: RSBL-2011-0034

Title: Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task

Authors: Souto, Antonio  
Bione, Camila  
Bastos, Monique  
Bezerra, Bruna  
Fragaszy, Dorothy  
Schiell, Nicola

Date Submitted: 10-Jan-2011

 Print  Return to Dashboard

ScholarOne Manuscripts<sup>™</sup> v4.5.0 (patent #7,257,767 and #7,263,655). © ScholarOne, Inc., 2010. All Rights Reserved.  
ScholarOne Manuscripts is a trademark of ScholarOne, Inc. ScholarOne is a registered trademark of ScholarOne, Inc.

 Follow ScholarOne on Twitter

[Terms and Conditions of Use](#) - [ScholarOne Privacy Policy](#) - [Get Help Now](#)

## **Format requirements – Biology Letters**

### **Research Articles and Opinion Pieces**

Research articles and opinion pieces submitted to *Biology Letters* should be no longer than 2500 words. This includes cover page, references, acknowledgements and figure/table legends. **The word count is strictly enforced.**

We encourage submission of your paper as a text file (eg .doc). Figures should be uploaded separately with legends included in the main text file.

We allow a maximum of 4 displays, only 2 of which can be figures.

An opinion piece should be written as a perspective, not a formal review. It should be of interest to a broad readership and at the cutting-edge of science. A brief review and critique of past and current work should be given, but the author's own outlook on the subject should be included, in addition to their view on new directions in the field and how it should progress. The author does not have to agree with conventional thought, but should present both sides of any debate.

A research article is the presentation of the authors own most recent work, including methods and results.

While we do not publish formal reviews, we welcome submissions of formal comparative analyses and formal meta-analyses of topics within the scope of *Biology Letters*. Both types of syntheses can often be presented succinctly without lessening their impact. Raw data for these formal analyses along with detailed analytical methods should be placed in [Electronic Supplementary Material \(ESM\)](#).

### **Comments and Invited Replies**

The editor of *Biology Letters* welcomes the submission of short comments on articles published within *Biology Letters*. Once submitted, all comments will be peer-reviewed. If accepted, authors of the original article will be sent the comment and invited to submit a short reply. Comments may take longer to be published due to the subsequent request for a reply.

Comments and replies in *Biology Letters* should not exceed 1000 words. They should be brief and comment succinctly on the earlier published work. Abstracts and keywords are not used. Otherwise, formatting conforms to standard *Biology Letters* research article format. Due to the word count, inclusion of extensive references should be limited.

Please contact the [editorial office](#) prior to submission with any queries.

### **Meeting Reports**

*Biology Letters* publishes brief reports on scientific meetings. If you are interested in writing a meeting report please contact the [editorial office](#) with your proposal.

A meeting report should begin with an introduction to the field, outline the highlights of the meeting, cover major advances and give the author's perspective on emerging trends and future directions the discipline may follow. It must not be a blow by blow account of every talk and every poster at the meeting; however, it should strive to cover the whole meeting, not just focus on a single session within a meeting. The report should be of interest to scientists from across the biological sciences and not limited to those who

work within the same field. In order for the report to remain topical, please submit it within 4 weeks of the meeting's conclusion.

As with research articles, the report ought not to exceed 2500 words. The report will be reviewed by the Editor of the journal.

### Article structure

Please use **double line-spacing** as this is the preferred format of our referees.

An article typically consists of the following, with numbered main sections:

- Title
- Authors' names and full addresses where the work was carried out, plus email address of corresponding author. (In addition to providing the addresses where the work was carried out, the current addresses, where different, should be given.)
- Summary\* (maximum 200 words)
- Keywords (3-6)
- Introduction
- Material and Methods section (in small type)
- Results section
- Discussion section
- Acknowledgements
- References
- Place any figure captions or tables at the end of the typescript
- Short title (for page headings)
- Please note that footnotes are not used.
- **\*Please ensure that your summary contains all likely search terms to assist indexers (e.g. PubMed) which scan only the title and abstract of articles. If possible, it is beneficial to have all your keywords written into the abstract.**

When uploading your article, we will ask for suggested referees and your preferred [board member](#).

### References

Please note, we have recently changed the style of references we use: all articles being published online now, and in print issues from 2011 onwards, use the Vancouver referencing style. Examples of articles using this style may be found on [FirstCite](#).

All references to the literature cited should be given in the order of their appearance in the text in a consecutively numbered list at the end of the article. Each reference should contain as many of the following elements as possible:

- Author surnames with initials (up to 10 before et al is used)
- Year of publication
- Title of paper (roman) or book (italic)
- Journal name (italic), using standard abbreviation
- Volume number (bold)
- First and last page numbers

- DOI

Note that for a book, the edition, the chapter(s) and its/ their page range(s), the editor(s), the place of publication (if it is not obvious) and the name of the publisher should be given, for instance:

- Falconer, D. S. 1981 *Introduction to quantitative genetics*, 2nd edn. London: Longman.
- Falkenmark, M. 1993 *Landscape as life support provider: water-related limitations*. In *Population-the complex reality* (ed. F. Graham-Smith), pp. 103-116. London: The Royal Society.
- Nilsson, L. A. 1988 The evolution of flowers with deep corolla tubes. *Nature* **334**, 147-149.

References in the text are listed according to the Vancouver style (not by name and date), i.e. numbered consecutively in the order they appear in the text. Text citations are Arabic numerals in square brackets, for instance:

- This action has been described frequently elsewhere [1-3, 6].

Authors are encouraged to quote digital object identifiers (DOIs) - standardized article reference codes - where known, in addition to providing full citations, for instance:

- Worden, B. D. & Papaj, D. R. 2005 Flower choice copying in bumblebees. *Biol. Lett.* **1**, 504-507. (DOI 10.1098/rsbl.2005.0368)

The DOI is a unique electronic tag applied by certain publishers (and online databases, such as CrossRef) to their published papers. DOI hotlinks take a reader directly from the paper they are reading to the abstract of the paper they have selected. For more information, please see the [DOI homepage](#).

An EndNote style file is available on request from the [editorial office](#).

## Tables

Tables, however small, should be numbered and referred to in the text by their numbers.

Table captions should be brief, with descriptions of experimental detail given directly beneath, in parentheses.

Column headings should, wherever possible, be in lower-case type, and the units of measurement and any numerical factors should be placed at the head of each column.

Units should be contained within parentheses, eg distance (cm).

## Figure requirements

All Royal Society journals require figures in electronic format. To ensure high-quality reproduction, and to prevent delays in publication, it is essential that figures be supplied in the correct format. Hand-drawn illustrations are not acceptable.

## **Multipart figures**

Multipart figures should not be supplied as separate files, but should be laid out in one file by the author.

## **Dimensions**

Artwork should be supplied at the size the author intends it to be reproduced.

Figures should be sized as follows:

Maximum width within single column, 84 mm.

Maximum width within double column, 175 mm.

Maximum height for both, 250 mm.

Text: Times, upright, 9pt, 11pt leading

## **Figure labels**

Labels should be added to the original drawings before submission using lower-case lettering (Times Roman Font) wherever possible. Labels should be brief, e.g. (a), (b), and explained in the legend. Labels should be consistent, and close to the 9 point at final size. Mathematical symbols must follow the style of the text - variables should be distinguished from labels through italicization. Descriptions should be placed whenever possible in the captions and not on the figures themselves, although a key to symbols is often better placed within the body of a figure.

## **Figure format**

The type of image(s) a figure contains determines which format it is best supplied in. Images fall into one of two categories:

- Bitmap (rasterized) images: Composed of pixels (e.g. photographs, scans)
- Line (vector) art: Composed of lines, fills and text (e.g. histograms, line drawings)

Photographs and scans should be supplied as high-resolution (300-600ppi/120-240ppc) bitmaps in one of the following formats (please note these formats are not compatible with LaTeX submissions):

- TIFF
- Adobe Photoshop

(jpeg images are only acceptable if taken with a digital camera) Also "unsampling" of images is not acceptable, i.e. once an image has been saved down to 72ppi the quality will remain poor even if resaved at 300ppi.

Line art (or images containing both line art and bitmap images) should be supplied in one of the following formats:

- Postscript (PS, EPS or PDF)
- Adobe Illustrator

Microsoft PowerPoint, Excel and Word formats are only acceptable if the figure was created in one of these packages.

Do not supply images embedded in Microsoft documents.

Postscript images should be saved in such a way that objects (lines and text) can be selected and edited. If possible, avoid converting text to outline; use the latest version of your software when saving. Postscript files can usually be created using either the "Save as" command or the "Export" command. These can usually be found under the File menu. Alternatively, if you have a postscript printer driver you can select Print from the file menu and then select "Print to file". This will create a postscript file (.ps or .prn), which can then be converted to EPS or PDF.

File compression should not be used.

TeX/LaTeX-coded figures should be converted to postscript format (PS, EPS or PDF).

### **Figure permissions**

Figures from other sources should be fully acknowledged in the caption, and written permission sought for both print and electronic reproduction before being used. It is the author's responsibility to obtain permission to use copyright material.

### **Colour figures**

Colour figures should be supplied in CMYK mode. Converting RGB images to CMYK can affect the appearance of images, which is why we prefer the author to do this before submitting. If you are unsure about how to convert files, please email the [production office](#) with an explanation of how they were created (including the software used), and we will advise.

Owing to the high cost of colour origination and printing, authors are asked to contribute towards the extra costs. Colour costs are as follows:

£200 plus VAT (UK current rate), where applicable, for 1-2 colour figures.

### **Manuscript Central**

To submit a paper to the journal, ensure you have the following files prepared:

- a text file (doc, txt, etc). This should include all text, including figure legends.
- all figures supplied as separate files in EPS format, or the format native to the software in which they are created. Do not include legends, just a simple description, e.g. Figure 1(a).

If you have any questions regarding file types, please email the [editorial office](#).

### **Spelling**

Spelling should conform to the preferred spelling of the *Shorter Oxford English Dictionary*.

### **Units and abbreviations**

As far as possible the recommendations based on the International System of Units (SI) contained in *Quantities, units and symbols* should be followed (The Royal Society, 1975, price £3.50, available from the Sales Office on +44 (0)20 7451 2645).

Abbreviations should be given in full at the first mention. In the list of references, widely recognized abbreviations for journals should be used. If in doubt, give the full title of the journal.

## Electronic Supplementary Material (ESM)

We can also place electronic supplementary material (ESM) onto our website, which may include, for example, data sets, technical details etc. However, the main report, published in the printed journal, should stand on its own merit. Note that ESMs are created by the authors themselves and are NOT edited by the Royal Society. ESMs will be considered in the following file formats only:

\*.AIF, \*.AVI, \*.CEL, \*.CLASS, \*.CSS, \*.CSV, \*.DOC, \*.DOCM, \*.DOCX, \*.DOTM, \*.DOTX, \*.DTL, \*.DVI, \*.EPS, \*.FAS, \*.GIF, \*.GZ, \*.HTM, \*.HTML, \*.HTSLP, \*.JAR, \*.JAVA, \*.JPEG, \*.JPG, \*.JS, \*.M, \*.M4A, \*.MML, \*.MOV, \*.MP3, \*.MP4, \*.MPG, \*.MPGA, \*.NB, \*.NET, \*.NEX, \*.ODE, \*.ONEPKG, \*.ONETMP, \*.ONETOC, \*.PBM, \*.PDB, \*.PDF, \*.PGM, \*.PNG, \*.POTM, \*.POTX, \*.PPAM, \*.PPM, \*.PPSM, \*.PPSX, \*.PPT, \*.PPTM, \*.PPTX, \*.PS, \*.PSD, \*.RA, \*.RM, \*.RTF, \*.RV, \*.SHTML, \*.SLDM, \*.SLDX, \*.SPT, \*.SVG, \*.SWF, \*.TAR, \*.TEX, \*.TGZ, \*.THMX, \*.TIF, \*.TSV, \*.TXT, \*.VMD, \*.WAV, \*.WMA, \*.WMV, \*.XLAM, \*.XLS, \*.XLSB, \*.XLSM, \*.XLSX, \*.XLTM, \*.XLTX, \*.XML, \*.XSL, \*.XYZ, \*.ZIP.

Authors should submit ESMs as supporting files with their submission through Manuscript Central, including titles and descriptions in the submission form. There is a size limit of 10MB for ESMs, which is a limit for the total material, not per file.

## Publishing Ethics and other policies

This describes the Royal Society's position on the major ethical principles of academic publishing. Authors, editors and referees are asked to comply with this [policy](#).

## Preprint

In relation to the **Preprint** version only, the Author is free to post it on web sites, including electronic preprint servers. When the Definitive Published Version of the article is published the Author must acknowledge it by placing the full bibliographic reference and URL of the relevant journal homepage close to the title of the Article.

## Author Resources

[AuthorAid](#) hosts a variety of useful resources to help scientists prepare articles for publication. In addition, a list of [language-editing services](#) is available.