

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA



**MARIANA NAGY BALDY DOS REIS**

**Ecologia alimentar e comportamento de *Callicebus nigrifrons* em um  
fragmento florestal de Mata Atlântica em Campinas, SP**

Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo(a) candidato (a)  
Mariana Nagy Baldy dos Reis  
Eleonore Setz  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biologia para obtenção do título de Mestre  
em Ecologia

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eleonore Zулnara Freire Setz

Campinas, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
ROBERTA CRISTINA DAL' EVEDOVE TARTAROTTI – CRB8/7430  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

N139e	<p>Nagy-Reis, Mariana Baldy, 1986- Ecologia alimentar e comportamento de <i>Callicebus nigrifrons</i> em um fragmento florestal de Mata Atlântica em Campinas, SP / Mariana Nagy Baldy dos Reis. – Campinas, SP: [s.n.], 2012.</p> <p>Orientador: Eleonore Zulnara Freire Setz. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.</p> <p>1. <i>Callicebus nigrifrons</i>. 2. Fragmentação florestal. 3. Dieta. 4. Primatas - Comportamento. 5. Primatas - Ecologia. 6. Mata Ribeirão Cachoeira. I. Setz, Eleonore Zulnara Freire, 1953-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.</p>
-------	--

Informações para Biblioteca Digital

**Título em Inglês:** Feeding ecology and behavior of *Callicebus nigrifrons* in an Atlantic Forest fragment in Campinas, SP

**Palavras-chave em Inglês:**

Forest fragmentation

*Callicebus nigrifrons*

Diet

Primates - Behavior

Primates - Ecology

Ribeirão Cachoeira Forest

**Área de concentração:** Ecologia

**Titulação:** Mestre em Ecologia

**Banca examinadora:**

Eleonore Zulnara Freire Setz [Orientador]

Adriano Garcia Chiarello

Briseida Dôgo de Resende

**Data da defesa:** 15-02-2012

**Programa de Pós Graduação:** Ecologia

Campinas, 15 de fevereiro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Eleonore Zulnara Freire Setz (Orientadora)

  
Assinatura

Prof. Dr. Adriano Garcia Chiarello

  
Assinatura

Profª. Drª. Briseida Dôgo de Resende

  
Assinatura

Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Prof. Dr. Flavio Antonio Maës dos Santos

\_\_\_\_\_  
Assinatura

## **Agradecimentos**

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eleonore Setz, pela orientação, apoio e ensinamentos que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Condomínio Colinas do Atibaia pela permissão para trabalhar na Mata Ribeirão Cachoeira e aos seus funcionários pela ajuda e preocupação.

À Christini Caselli, por me ajudar em todas as etapas desse trabalho, desde minha chegada à UNICAMP e habituação dos sauás até as análises estatísticas.

Ao Prof. Jorge Tamashiro, à Letícia Garcia e ao José Ataliba Gomes pela ajuda com a identificação das plantas. Também ao Juliano Van Melis, não somente pela ajuda com a identificação das lianas, mas também pelas informações sobre seus avistamentos de sauás pela Mata Ribeirão Cachoeira.

Aos professores da pré-banca e banca: À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Briseida Dôgo de Resende, por mais uma vez me apoiar e contribuir com sugestões valiosas. Ao Prof. Dr. Adriano Garcia Chiarello e ao Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva pelas ideias e correções.

À FAPESP, ao FAEPEX e ao PROEX, pelo apoio financeiro e à Idea Wild, por contribuir com equipamentos.

À minha família, Fernando, Rosely e Gabriela, pelo incentivo, afeto e investimento educacional.

Ao Cauê Reis Longhi, pela ajuda, seja em campo ou em casa. Quem sempre me estimulou a conseguir o que eu queria e esteve ao meu lado (apesar dos carrapatos).

À minha querida amiga Shauna pelo apoio incondicional e ao Mike pela revisão dos abstracts.

Aos colegas e amigos de laboratório e departamento, em especial, à Carla, Bruna e Camila, pela amizade e suporte em todos momentos.

À Maria Célia Duarte Pio da secretaria de pós-graduação do Instituto de Biologia da UNICAMP, pela atenção, ajuda e paciência.

Aos sauás, sem os quais esse trabalho não existiria. Espero contribuir para a sua conservação.

## Índice

Resumo.....	01
Abstract.....	02
1. Introdução geral.....	03
2. Objetivos gerais.....	10
3. Metodologia.....	11
3.1. Área de estudo.....	11
3.2. Grupo de estudo e coleta de dados.....	15
4. Referências bibliográficas.....	17

## Capítulo 1: Dieta e ecologia alimentar de *Callicebus nigrifrons* em um fragmento florestal

Resumo.....	25
Abstract.....	26
1. Introdução.....	27
2. Objetivos e hipóteses.....	30
3. Metodologia.....	31
4. Resultados.....	32
5. Discussão e Conclusões.....	40
6. Referências bibliográficas.....	48

## **Capítulo 2: Uso do tempo e do espaço por *Callicebus nigrifrons***

Resumo.....	54
Abstract.....	55
1. Introdução.....	56
2. Objetivos e hipóteses.....	58
3. Metodologia.....	59
4. Resultados.....	63
5. Discussão e Conclusões.....	69
6. Referências bibliográficas.....	76

## **Capítulo 3: Estratégias e respostas relacionadas à abundância de recursos alimentares por *Callicebus nigrifrons***

Resumo.....	81
Abstract.....	82
1. Introdução.....	83
2. Objetivos e hipóteses.....	86
3. Metodologia.....	87
4. Resultados.....	91
5. Discussão e Conclusões.....	99
6. Referências bibliográficas.....	102

<b>Considerações Finais.....</b>	<b>106</b>
----------------------------------	------------

<b>Anexo 1.....</b>	<b>107</b>
---------------------	------------

## Índice de Figuras

### Introdução geral e metodologia

- Fig. 01.** Indivíduo de *Callicebus nigrifrons* (Foto da autora).....9
- Fig. 02.** Localização da Mata Ribeirão Cachoeira, indicada pelo marcador vermelho. Adaptado de Santos (1998).....12
- Fig. 03.** Climatograma do município de Campinas para o período de junho/1988 a outubro/2008. Fonte CEPAGRI UNICAMP.....14
- Fig. 04.** Grupo de estudo em um jerivá (*Syagrus romanzoffiana*): Adulto macho com infante nas costas, adulto fêmea ao seu lado e jovem fêmea atrás (Foto da autora).....16

### Capítulo 1

- Fig. 01.** Composição da dieta do grupo baseada nos registros com itens identificados....33
- Fig. 02.** Índice de seletividade das nove espécies arbóreas mais consumidas pelo grupo.....39
- Fig. 03.** Diâmetro na altura do peito (DAP) das árvores de alimentação: “importantes” se refere aos indivíduos das cinco espécies mais consumidas pelo grupo e “outras” são os indivíduos das demais espécies utilizadas.....39

### Capítulo 2

- Fig. 01.** Padrão de atividade do grupo.....63
- Fig. 02.** Relação entre a proporção de tempo que os sauás ficaram parados e a proporção de partes vegetativas na dieta.....64

<b>Fig. 03.</b> Localização da área de vida do grupo no fragmento.....	64
<b>Fig. 04.</b> Área de vida e pontos da posição do grupo ao longo de um ano.....	65
<b>Fig. 05.</b> Intensidade de uso da área de vida do grupo com a localização das principais árvores de alimentação (representadas pelos círculos) (a) e árvores de dormir (representadas pelos triângulos) (b).....	66
<b>Fig. 06.</b> Relação entre o deslocamento diário (m/min) e a proporção de partes vegetativas na dieta do grupo.....	66
<b>Fig. 07.</b> Índice de seletividade para as seis espécies mais importantes de árvores de dormir.....	68
<b>Fig. 08.</b> Diâmetro na altura do peito (DAP) (a) e altura (b) das árvores utilizadas para alimentação (AA) e para dormir (AD).....	69

### Capítulo 3

<b>Fig. 01.</b> Peso bruto total (g) dos frutos carnosos obtidos pelos coletores.....	91
<b>Fig. 02.</b> Peso bruto total (g) dos frutos secos + sementes (linha tracejada) e flores (linha contínua) obtidos pelos coletores.....	91
<b>Fig. 03.</b> Relação entre a proporção de tempo gasto em consumo de frutos carnosos e a biomassa (g) desse item nos coletores de frutos.....	92
<b>Fig. 04.</b> Diferenças na dieta entre os meses de baixa e alta produtividade: valores negativos indicam consumo menor do que o esperado ao acaso e valores positivos, consumo maior do que o esperado ao acaso.....	93
<b>Fig. 05.</b> Diversidade ( $H_c'$ Shannon) de espécies vegetais consumidas nos meses de baixa e alta produtividade.....	93

<b>Fig. 06.</b> Diferença da altura (a) e diâmetro na altura do peito (DAP) (b) das árvores de alimentação utilizadas nos meses de baixa e alta produtividade.....	94
<b>Fig. 07.</b> Diferenças no padrão de atividade entre os meses de baixa e alta produtividade: valores negativos indicam atividade exercida menor do que o esperado ao acaso, valores positivos, maior do que o esperado ao acaso e valores próximos de zero, semelhante ao esperado ao acaso.....	95
<b>Fig. 08.</b> Deslocamento diário (m/min) nos meses de baixa e alta produtividade.....	96
<b>Fig. 09.</b> Relação entre a biomassa de frutos carnosos (g) e o deslocamento diário do grupo (m/min).....	96
<b>Fig. 10.</b> Área de vida total com as áreas de uso dos três meses de baixa produtividade: linha preenchida = área de vida total do grupo; linha pontilhada = agosto; linha tracejada = julho; linha com ponto e traço = junho.....	97
<b>Fig. 11.</b> Área de vida total com as áreas de uso dos três meses de alta produtividade: linha preenchida = área de vida total do grupo; linha pontilhada = abril; linha tracejada = dezembro; linha com ponto e traço = outubro.....	98
<b>Fig. 12.</b> Área de vida do grupo com a intensidade de uso nos meses de baixa produtividade (à esq.) e de alta produtividade (à dir.).....	98

## Índice de tabelas

### Capítulo 1

**Tab. 01.** Lista das espécies e famílias arbóreas-arbustivas consumidas pelo grupo de sauás, parte ingerida e proporção na dieta. Fr = fruto; ma = maduro; vd = verde/imaturo; ap = arilo ou polpa; sem = semente; Fl = flor; Fo = folha; Ind = indeterminado; - = consumo não quantificado.....35

**Tab. 02.** Lista das espécies e famílias de lianas consumidas pelo grupo de sauás e parte ingerida. Fr = fruto; ma = maduro; vd = verde/imaturo; ap = arilo ou polpa; sem = semente; Fl = flor; Fo = folha; Rn = ramos novos; Ind = indeterminado.....37

### Capítulo 2

**Tab. 01.** Lista das espécies arbóreas utilizadas pelo grupo para dormir, suas famílias, número de indivíduos de cada espécie (N), número de vezes que foram utilizadas (Uso) e porcentagem de utilização.....67

## Resumo

O gênero *Callicebus* é o segundo maior dentre os primatas neotropicais e possui ampla distribuição geográfica. No entanto, também é um dos gêneros menos estudados e pouco se sabe sobre sua ecologia e comportamento. Dessa forma, estudamos a ecologia alimentar e o comportamento de *C. nigrifrons*, com ênfase na dieta, padrão de atividade, uso de espaço e estratégias adotadas em resposta à abundância de recursos no ambiente. Observações sistemáticas de um grupo de sauás foram conduzidas ao longo de um ano (547hs) em um fragmento de Mata Atlântica em Campinas, SP. Nossos resultados apoiam a ideia de que os sauás otimizam o seu forrageio, selecionando espécies de alta qualidade e que ainda oferecem altas quantidades de recursos. Eles também possuem a capacidade de incluir espécies atípicas e vegetação secundária na dieta, utilizando as lianas como espécies-chave, plasticidade alimentar que possibilita sobreviverem em ambientes fragmentados. O consumo de folhas e outras partes vegetativas, possivelmente pelo seu padrão de distribuição uniforme, influenciou no tempo gasto em descanso e as distâncias percorridas diariamente pelo grupo. A localização das árvores de alimentação parece ser mais importante na determinação do uso da área de vida do que as árvores de dormir. Não há forte preferência pelas espécies de árvores de dormir, mas sim por suas características, diferentemente do que ocorre com as árvores de alimentação. A preferência por árvores grandes e cobertas, sua baixa reutilização e distribuição uniforme suportam a ideia de que a predação e o forrageio podem ser fortes pressões seletivas para a escolha desses sítios. A abundância dos frutos carnosos influenciou as estratégias de forrageio do grupo e a resposta adotada por eles durante períodos de baixa produtividade envolve tanto mudanças na dieta quanto no padrão de atividade e no uso do espaço. Durante períodos de baixa produtividade de recursos, os sauás adotam uma estratégia do tipo baixo custo/baixo retorno, consumindo itens menos calóricos mas ainda abundantes no espaço, investindo pouco na procura de alimentos e conservando energia.

## **Abstract**

*Callicebus* is the second largest genus among neotropical primates and is widely distributed. However, it is also one of the less-studied genera and there is little information on its ecology and behavior. Therefore, we studied the feeding ecology and behavior of *C. nigrifrons*, focusing on its diet, activity pattern, use of space, and strategies in response to food abundance. Information was collected during systematic observations on a titi monkey group during a one-year period (547hs) in an Atlantic Forest fragment in Campinas, SP. Our results support the idea that titi monkeys optimize their foraging by selecting high-quality species that also provide high quantity of resource. They also have the ability to include atypical species and secondary vegetation in their diet; using lianas as keystone species, feeding plasticity that allows them to survive in degraded environments. The consumption of leaf and other vegetative parts, possibly because of their uniform distribution, had an influence on time spent resting and on daily path length. The location of feeding trees seems to be more important to determine the use of home range area than sleeping trees. Different from feeding trees, sleeping trees species is not as important for titi monkeys as their characteristics, such as size. The preference for large, covered trees, low reuse rate and uniform distribution support the idea that predation and foraging could be a strong selective pressure on choice of sleeping sites. The availability of fleshy fruit had an influence on foraging strategy and, during low resource productivity periods, titis show a diet shift as well as changes on activity pattern and space use. During these periods, titi monkeys also adopted a low-cost/low-return strategy, consuming lower energy but abundant items, investing less in food search, and conserving energy.

## 1. Introdução Geral

Segundo a teoria do forrageio ótimo (Altmann & Wagner 1978; MacArthur & Pianka 1966; Pyke *et al.* 1977), os animais devem se alimentar de modo a otimizar a sua eficiência de forrageio. A hipótese básica é de que o animal irá maximizar a taxa de energia consumida, tendo certos custos e benefícios na alimentação. Assim, os animais lidam constantemente com o *trade-off* entre a rentabilidade dos recursos alimentares e o seu tempo de procura. Há uma preferência por itens mais rentáveis e quando esses são abundantes, se deve ser seletivo, ignorando alimentos de baixa qualidade, independentemente de quão comum sejam.

No entanto, a dieta de um primata não é composta exclusivamente por itens ricos em energia e outros recursos energeticamente menos rentáveis também são incluídos. Isso ocorre porque também é necessário suprir outras necessidades nutricionais, como as de vitaminas e minerais (Altmann & Wagner 1978; Richard 1985). Outros fatores como a proporção de fibras e compostos secundários também influenciam na escolha do alimento, limitando a ingestão de alguns itens, mesmo que esses apresentem alto valor energético (Richard 1985).

A alimentação dos primatas não é determinada apenas por essas diferenças no conteúdo nutricional dos alimentos, mas também pela sua taxa de renovação, digestibilidade, abundância, distribuição espacial e disponibilidade sazonal (Garber 1987). Assim, o uso do alimento é determinado pelas restrições alimentares e preferências e modulados pela distribuição e disponibilidade dos recursos (Hemingway & Bynum 2005).

A sazonalidade exerce forte influência sobre o forrageio das espécies, seja pela diferença de temperatura e/ou abundância de recursos (Agetsuma 1995; Caselli & Setz 2011; Norscia *et al.* 2006; Souza-Alves 2011). Assim, os primatas podem adotar diferentes estratégias para lidar com a baixa disponibilidade sazonal de recursos, incluindo mudanças na dieta ou no uso do espaço, como alterações na área de vida e nos deslocamentos diários (Hemingway & Bynum 2005).

### O gênero *Callicebus* Thomas, 1903

Os sauás, também conhecidos como guigós ou zogui-zoguis, pertencem ao gênero *Callicebus*, família Pitheciidae. Dos primatas neotropicais (Platyrrhines), seu gênero é o segundo maior (Norconk 2007), contendo 31 espécies. As espécies são agrupadas em cinco grupos: 1) *Callicebus donacophilus*, que compreende as seguintes espécies: *C. modestus*, *C. donacophilus*, *C. pallescens*, *C. olallae* e *C. oenanthe*; 2) *Callicebus moloch*, com seis espécies: *C. cinerascens*, *C. hoffmannsi*, *C. baptista*, *C. brunneus*, *C. moloch* e *C. bernhardi*; 3) *Callicebus cupreus*: *C. cupreus*, *C. discolor*, *C. ornatus*, *C. caligatus*, *C. dubius* e *C. stephennashi*; 4) *Callicebus torquatus*: *C. torquatus*, *C. lugens*, *C. purinus*, *C. lucifer*, *C. regulus* e *C. medemi*; e 5) *Callicebus personatus*: *C. personatus*, *C. melanochir*, *C. nigrifrons*, *C. barbarabrownae* e *C. coimbrai* (van Roosmalen *et al.* 2002). Recentemente, outras duas espécies (*C. aureipalatii* e *C. catequensis*) foram descritas (Wallace *et al.* 2006 e Defler *et al.* 2010, respectivamente) e uma terceira foi descoberta (Dalponte, dados não publicados).

A distribuição do gênero se dá ao longo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, ocorrendo também entre as áreas de Mata Atlântica do leste do Brasil (de Sergipe a São

Paulo) à Bolívia central, além das regiões do Chaco e Pantanal no Brasil, Paraguai e Bolívia (van Roosmalen *et al.* 2002).

Muitas das espécies do gênero *Callicebus* estão ameaçadas de extinção devido, principalmente, à destruição do habitat, desmatamento e caça. De acordo com os critérios da IUCN, todas as espécies do grupo *C. cupreus*, mais as espécies *C. melanochir* e *C. personatus* são consideradas Vulneráveis (VU), enquanto *C. barbarabrownae* e *C. coimbrai* estão classificadas como Criticamente em Perigo (CR) (Machado *et al.* 2005). Em 2007, *C. nigrifrons* foi incluído na lista da IUCN na categoria Quase Ameaçada (QA), devido ao isolamento de suas pequenas sub-populações, fato que, entre outros, contribui para o aumento da perda de variabilidade genética da espécie.

As espécies se distinguem principalmente pela variação na coloração da pelagem, por pequenas diferenças no tamanho corporal e pelo número de cromossomos, que varia de  $2n=20$  (em *C. torquatus*) a  $2n=50$  (em *C. dubius*) (Norconk 2007).

São animais diurnos, tipicamente arborícolas e quadrúpedes e não possuem cauda preênsil (Heiduck 1997) ou dimorfismo sexual aparente (Herskovitz 1990). Pesando entre um e dois quilos, são macacos de pequeno a médio porte, com comprimento total variando entre 56 e 100cm (Herskovitz 1990). Algumas espécies têm coloração homogênea (cinza, castanho, marrom avermelhado ou preto), enquanto outras apresentam partes do corpo, como testa, pescoço, mãos e cauda, em coloração contrastante (branco, amarelo ou vermelho) (Bordignon *et al.* 2008).

O comportamento do gênero *Callicebus* é caracterizado por três aspectos fundamentais: 1) constituem um núcleo familiar, 2) realizam manutenção e defesa de território e 3) são basicamente frugívoros (Müller 1996).

1) Núcleo familiar: Os indivíduos do gênero *Callicebus* são monogâmicos e vivem em pequenos grupos familiares de dois a sete indivíduos (Bordignon *et al.* 2008). O tamanho do grupo é mantido pela dispersão de alguns indivíduos após a maturidade. Tal dispersão pode ocorrer em ambos os sexos, mas o mecanismo exato pelo qual ele se dá ainda é incerto. Mayeaux *et al.* (2002) sugerem que a crescente agressão entre machos poderia impedir associações de longo prazo, enquanto que a ausência de tal comportamento agonístico entre machos e fêmeas seria um passo a favor da promoção de associações entre esses. Com 30 a 36 meses de idade, atingem a maturidade sexual e no terceiro ou quarto ano de vida, ocorre a sua emigração do grupo natal, quando iniciam a formação de seus próprios grupos ou passam a viver sozinhos (Norconk 2007).

Em espécies monogâmicas, como as dos sauás, há um relacionamento estreito entre o macho e a fêmea. As frequentes catações (“*grooming*”) entre os indivíduos, o típico enrolamento de caudas, a manutenção do espaçamento interindividual e a coordenação de comportamentos, como alimentação, descanso e locomoção, são algumas características que promovem esse estreitamento do laço entre o casal (Fernandez-Duque *et al.* 2000).

Em média, o casal gera um infante a cada ano e a gestação dura de 5 a 6 meses, com o pico de nascimentos ocorrendo no início da estação chuvosa (Bordignon *et al.* 2008). Até o segundo mês de vida do infante, o macho é o responsável pelo transporte, enquanto a fêmea provém apenas a amamentação (Bordignon *et al.* 2008; Fragaszy *et al.* 1982; Mayeaux *et al.* 2002; Wright 1986). Entre 12 e 16 semanas, o infante deixa de consumir o leite materno (Meritt 2007) e passa a ingerir apenas outros itens alimentares, como frutos e folhas. Durante esse período de transição, a observação dos pais e irmãos

pelo infante e seu contato próximo parece ser fundamental, sendo os alimentos algumas vezes obtidos diretamente das mãos ou boca de seus pais (Meritt 2007).

2) Manutenção e defesa de território: O tamanho da área de vida e as distâncias percorridas diariamente variam consideravelmente entre os estudos, podendo ser de 3,3ha (*C. discolor* - Carrillo-Bilbao *et al.* 2005) a 24ha (*C. melanochir* - Müller 1995) para área de vida e de 0,55km (*C. brunneus* - Wright 1985) a 1,27km (*C. nigrifrons* - Neri & Rylands 1995) para percurso diário. Devido ao baixo número de trabalhos com o gênero, é difícil dizer se isso se deve às diferenças entre as espécies ou simplesmente pelas diferenças entre os habitats e grupos estudados.

Müller (1995), através de cálculos de índice de defendabilidade, estimou que as espécies do gênero *Callicebus* deveriam ser capazes de defender seus territórios. De fato, muitas espécies tem sido observadas defendendo áreas, via agressões em encontros intergrupais (*C. ornatus* - Mason 1968; *C. brunneus* - Wright 1985) e/ou, mais frequentemente, usando vocalizações de longa distância (*C. nigrifrons* - Caselli 2008; *C. ornatus* - Manson 1968 e Robinson 1979; *C. brunneus* - Wright 1985). Embora em algumas espécies essas vocalizações de longa distância parecem apenas regular o espaçamento entre grupos (*C. torquatus* - Kinzey & Robinson 1983), elas também podem ser usadas para definir e reforçar os limites dos territórios, mantendo acesso exclusivo aos recursos (*C. ornatus* - Robinson 1981).

Enquanto a sobreposição de áreas entre grupos vizinhos é baixa em espécies territoriais (<10% - Kinzey *et al.* 1977; Mason 1968; Terborgh 1983), ela pode chegar a 20% em espécies em que tal comportamento territorial não foi evidenciado (*C. personatus* - Price & Piedade 2001a).

3) Frugivoria: A proporção de tempo gasto em forrageio varia de 17% em *C. personatus* (Price & Piedade 2001b) a 35% em *C. nigrifrons* (Caselli 2008), sendo os frutos sempre o componente principal da dieta. A proporção de frutos na dieta varia de 53% em *C. nigrifrons* (Caselli 2008) a 77% em *C. melanochir* (Müller 1996). No entanto, como as características do ambiente também influenciam o forrageio (Cant & Temerlin 1984) e trabalhos com o gênero são escassos, não sabemos se essas características são específicas para cada espécie ou se tais diferenças são em função dos habitats estudados.

As folhas são, em geral, o segundo item mais consumido pelo gênero e sua proporção varia muito conforme a espécie (4% a 66%) (Norconk 2007). Sua ingestão aumenta durante os períodos de seca, quando a abundância de frutos diminui significativamente (Müller 1996). Em menor proporção, podem também ingerir insetos (com exceção de *C. melanochir* (Müller 1996)) e sementes, além de flores e brotos (Caselli 2008; Heiduck 1997; Kinzey & Becker 1983; Müller 1996; Palacios *et al.* 1997; Price & Piedade 2001b).

Um grande número de espécies (28 a 91) e famílias (24 a 33) vegetais é utilizado na dieta dos sauás como fonte de alimento, sendo as principais famílias: Arecaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Moraceae, Myristicaceae, Myrtaceae e Sapotaceae (Caselli 2008; Müller 1996; Palacios *et al.* 1997; Wright 1985).

#### A espécie *Callicebus nigrifrons* Spix, 1823

A espécie *C. nigrifrons* ocorre no sudeste do Brasil, nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Suas características diagnósticas são: 1) Pelos faciais de coloração preta na testa e coroa até a linha média das orelhas, sendo o restante da

coroa grossamente bandeado de castanho ou marrom-alaranjado; 2) Pelos da garganta e do peito castanho pálido; 3) Extremidades (como mãos, pés, orelhas e cauda) alaranjadas (van Roosmalen *et al.* 2002) (Fig. 01).

Os indivíduos dessa espécie despendem de 26 a 50% do tempo se alimentando, 30% descansando e 24% se locomovendo (Bordignon *et al.* 2008). Os frutos representam de 46 a 53% dos itens ingeridos, as folhas de 6 a 16%, enquanto invertebrados e flores, juntos podem representar cerca de 20% (Caselli 2008; Bordignon *et al.* 2008).



Fig. 01. Indivíduo de *Callicebus nigrifrons* (Foto da autora).

Os grupos possuem uma área de vida de aproximadamente 8ha, percorrendo distâncias diárias de 573 a 1269m (Caselli 2008; Neri 1997; Neri & Rylands 1995). O período de alerta médio é de aproximadamente 9 horas, deixando a árvore de dormir logo

após o nascer do sol e retornando pouco antes do pôr-do-sol, com variações entre dias e meses (Caselli 2008). A espécie, como todas do seu gênero, apresenta vocalizações típicas (duetos), emitidas predominantemente pela manhã, entre 7 e 11 horas (Caselli & Setz 2007; Melo & Mendes 2000).

No presente trabalho, a dieta, o uso do espaço e o padrão de atividade de *C. nigrifrons* foram descritos com enfoque em seu papel nas estratégias de forrageio da espécie. Discutiu-se os resultados comparando-os com outros trabalhos do gênero e da espécie, visando auxiliar no entendimento de ambos, uma vez que tais trabalhos são escassos. Ainda, considerando a variedade de ambientes em que *C. nigrifrons* é encontrado (desde matas preservadas e contínuas até pequenos fragmentos), são necessários estudos em diferentes habitats para se entender o padrão de vida da espécie. Como o presente trabalho foi realizado em um fragmento florestal, ele não somente ajudou a estabelecer esse padrão de vida da espécie, mas também visou entender como a espécie vem lidando com a fragmentação de habitat, informação fundamental para a elaboração de planos de manejo e conservação da espécie.

## **2. Objetivos gerais**

Estudar os hábitos alimentares de *Callicebus nigrifrons*, verificando as espécies consumidas e a proporção de cada item alimentar na sua dieta. Investigar se há preferência pelas espécies arbóreas mais utilizadas para consumo e caracterizar as árvores usadas na dieta (Capítulo 1).

Estudar o padrão de atividade da espécie e o seu uso do espaço, seja horizontal (percursos diários e área de vida) ou vertical (uso do estrato arbóreo e escolha de árvores de dormir) (Capítulo 2).

Comparar os resultados obtidos com outros trabalhos do gênero e da espécie, para uma descrição dos padrões de vida de *C. nigrifrons*. Através dessa comparação, também investigar as diferenças e semelhanças entre grupos de mata contínua e de fragmentos (Capítulo 1 e 2).

Investigar a relação entre o consumo de frutos carnosos, sementes e flores e a sua abundância no ambiente. Analisar a influência da abundância de recursos alimentares na dieta, comportamento e uso do espaço, verificando qual a estratégia adotada por eles durante os períodos de baixa produtividade (Capítulo 3).

### **3. Metodologia**

#### 3.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado na Mata Ribeirão Cachoeira (22°50'S, 46°55'O), um fragmento de 245ha localizado na região da Área de Preservação Ambiental (APA) Municipal de Sousas - Joaquim Egídio, Campinas, SP (Fig. 02).

A APA se localiza em uma área rural a aproximadamente 10km do centro da cidade de Campinas e ocupa uma área de 22.500ha. Sua cobertura vegetal é composta por pastos limpos (47%), matas alteradas, capoeiras, bosques e reflorestamentos (38%), áreas agrícolas (8%), manchas urbanas (5%) e matas íntegras (2%) (SEPLAMA 1996). Diversos fragmentos florestais de Mata Atlântica compõem a APA e grande parte deles está localizada no interior de propriedades rurais.

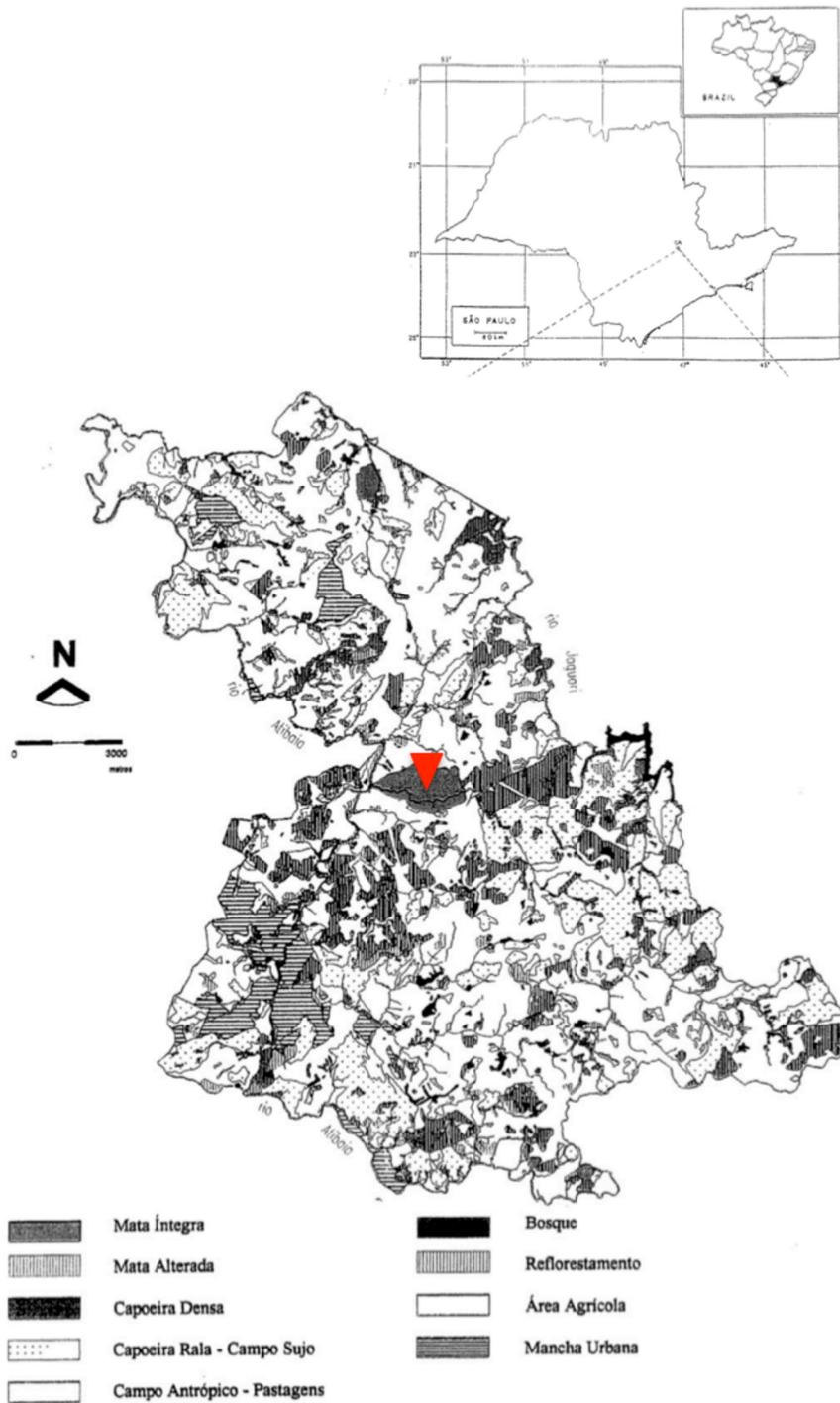


Fig. 02. APA Municipal de Sousas - Joaquim Egídio e a Mata Ribeirão Cachoeira, indicada pelo marcador vermelho. Adaptado de Santos (1998).

A vegetação da Mata Ribeirão Cachoeira é classificada como floresta estacional semidecidual, devido à sazonalidade climática atuando sobre essa área e à deciduidade de algumas espécies da mata (Santos, 1998). A vegetação é densa, com dossel entre 15 e 25m (Santos 1998) e no interior da mata existe um afluente do rio Atibaia, o ribeirão Cachoeira, além de vários mananciais que deságuam nele.

O clima, segundo a classificação Köppen-Geiger (Kottek *et al.* 2006), é tropical de altitude (Cwa), com uma estação quente e úmida (de outubro a março) e outra seca e fria (de abril a setembro). A precipitação média anual é de 1424mm e as temperaturas médias anuais são em torno de 22,4°C (CEPAGRI UNICAMP) (Fig. 03). As altitudes variam entre 650 a 756m, com declividades de 12 a 30% (Santos 2003). O comprimento do dia varia ao longo dos meses, sendo menor em junho (10,8 horas) e maior em dezembro (13,5 horas) (ESALQ-USP).

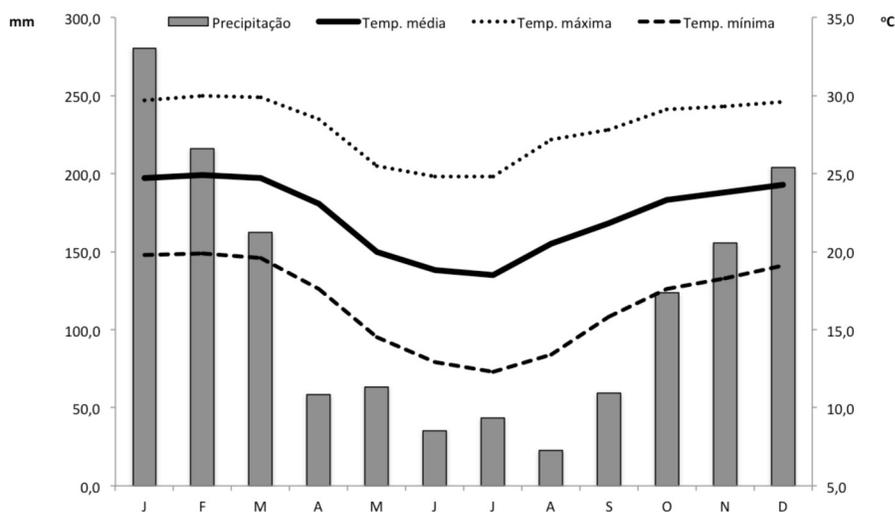


Fig. 03. Climatograma do município de Campinas para o período de junho/1988 a outubro/2008. Fonte CEPAGRI UNICAMP.

A Mata Ribeirão Cachoeira é composta por um mosaico de estágios sucessionais, com trechos de vegetação em bom estado de conservação e outros mais degradados, apresentando nítidos sinais de perturbação antrópica e natural (Santos 2003). Dentre tais perturbações, se destacam as clareiras e algumas espécies vegetais de plantio, como o café e a goiaba, além de espécies exóticas, como braquiárias.

Há grande diversidade vegetal, com 175 espécies de plantas arbóreas-arbustivas pertencentes a 119 gêneros de 49 famílias (Santos 2003). As famílias mais abundantes são: Myrtaceae, Rutaceae, Fabaceae, Caesalpinaceae, Solanaceae e Rubiaceae (Santos 2003). Cerca de 58% das espécies arbóreas-arbustivas (102 espécies) apresentam síndrome de dispersão zoocórica, enquanto 23% são anemocóricas e 19% autocóricas (Santos 2003).

A mastofauna também é bastante rica, havendo registro de 22 espécies de médio e grande porte pertencentes a seis ordens (Gaspar 2005): Artiodactyla (*Mazama cf. guazoubira*); Carnivora (*Cerdocyon thous*, *Chrysocyon brachyurus*, *Eira barbara*, *Galictis cuja*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus sp.*, *Lontra longicaudis*, *Nasua nasua*, *Procyon cancrivorous*, *Puma concolor* e *Puma yaguaroundi*); Cingulata (*Dasybus novemcinctus*); Lagomorpha (*Silvilagus brasiliensis*); Primates (*Alouatta clamitans*, *Callicebus nigrifrons*, *Callithrix jacchus*, *C. penicillata* (obs. pess.) e *Sapajus nigritus*); e Rodentia (*Sphiggurus villosus*, *Agouti paca* e *Hydrochoerus hydrochaeris*). Sendo três das espécies registradas (*Eira barbara*, *Leopardus pardalis* e *Puma concolor*) predadoras de primatas (Bianchi & Mendes 2007; Camargo & Ferrari 2007; Mantovani 2001).

### 3.2. Grupo de estudo e coleta de dados

Após aproximadamente 150 horas de campo (entre dezembro de 2009 a março de 2010) com apenas eventuais e esporádicos avistamentos de sauás, um grupo foi encontrado de maneira mais frequente e se iniciou o processo de habituação. A habituação em estudos comportamentais e ecológicos é necessária para diminuir ao máximo a influência do pesquisador no comportamento do grupo. Para isso, adotamos o método “perseguição intensiva” (Setz 1991), que consiste em acompanhar o grupo até perde-los de vista ou se recolherem na árvore de dormir.

Para a localização do grupo eram usadas pistas indiretas, como vocalizações, e eram percorridas trilhas onde os sauás tinham sido avistados previamente. Eventualmente, também eram realizados *playbacks* dos duetos típicos da espécie. Esses *playbacks* tinham a função de estimular o grupo a responder (vocalizando), o que tornava mais fácil a sua localização.

Durante a habituação e início da coleta de dados (de março a julho 2010), o grupo era composto por cinco indivíduos (um casal de adultos, um subadulto, um jovem e um infante). A partir de agosto de 2010, o infante e o subadulto não foram mais avistados. Em setembro, houve o nascimento de um novo infante e o grupo passou a ser composto por quatro indivíduos, mantendo essa composição até o término do estudo (Fig. 04).

Consideramos a habituação concluída a partir do momento em que os animais não mais reagiam à presença da pesquisadora (Williamson & Feistner 2003). A partir de então, os dados de dieta e comportamento do grupo começaram a ser coletados. Foram realizados 12 meses de coleta (de junho de 2010 a maio de 2011), com 547 horas de observação e 10.065 registros comportamentais (varreduras instantâneas).

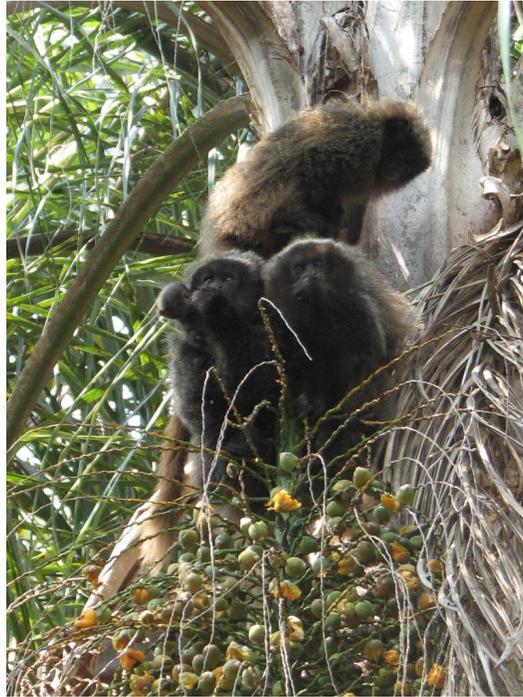


Fig. 04. Grupo de estudo em um jerivá (*Syagrus romanzoffiana*): Adulto macho com infante nas costas, adulto fêmea ao seu lado e jovem fêmea atrás (Foto da autora).

As observações foram realizadas do momento em que o grupo era encontrado ou deixava a árvore de dormir até serem perdidos ou entrarem no sítio de dormir no final do dia. Uma vez que no verão os dias são mais longos que no inverno, procurou-se padronizar o esforço amostral entre os meses quanto às horas de observação. O esforço amostral foi de  $45 \pm 5$  horas mensais, com pelo menos três dias completos, ou seja, dias em que o grupo foi acompanhado desde o momento que deixou a árvore de dormir pela manhã até o momento que encerrou suas atividades entrando na árvore de dormir no fim do dia. Todos os dias com um período de observação superior a 5 horas foram incluídos nas análises de comportamento e dieta.

O trabalho, com todas as suas etapas (desde a localização e o estabelecimento do

grupo de estudo até a coleta do material botânico para identificação), foi realizado entre dezembro de 2009 e julho de 2011, em aproximadamente 1.161 horas de campo.

#### **4. Referências Bibliográficas**

- Agetsuma, N. (1995). Dietary selection by Yakushima Macaques (*Macaca fuscata yakui*): The influence of food availability and temperature. *Int. J. of Primatol.* 16(4):611-627.
- Altmann, S. A. & Wagner, S. S. (1978). A general model of optimal diet. *In*: Chivers, D. J. & Herbert, J. (Eds.). *Recent advances in primatology*. Academic Press, Maryland Hights.
- Bianchi, R. C. & Mendes, S. L. (2007). Ocelot (*Leopardus pardalis*) predation on primates in Caatinga Biological Station, southeast Brazil. *Am. J. of Primatol.* 69:1173-1178.
- Bordignon, M. O.; Setz, E. Z. F. & Caselli, C. B. (2008). Gênero *Callicebus* Thomas 1903. *In*: Reis, N. R.; Peracchi, A. L. & Andrade, F. R. (Eds.). *Primates Brasileiros*. Technical Books, Londrina.
- Camargo, C. C. & Ferrari, S. F. (2007). Interactions between tayras (*Eira barbara*) and red-handed howlers (*Alouatta belzebul*) in eastern Amazonia. *Primates* 48(2):147-150.
- Cant, J. G. H. & Temerin, L. A. (1984). A conceptual approach to foraging adaptations in primates. *In*: Rodman, P. S. & Cant, J. G. H. (Eds.). *Adaptations for foraging in nonhuman primates*. Columbia University Press, New York.

- Carrillo-Bilbao, G.; Fiore, A. D. & Fernández-Duque, E. (2005). Dieta, forrajeo y presupuesto de tiempo en cotoncillos (*Callicebus discolor*) del Parque Nacional Yasuní en la Amazonia Ecuatoriana. *Neotropical Primates* 13(2):7-11.
- Caselli, B. C. (2008). *Ecologia alimentar, padrão de atividade e uso de espaço por Callicebus nigrifrons (Primates: Pitheciidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Caselli, C. B. & Setz, E. Z. F. (2011). Feeding ecology and activity pattern of black-fronted titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in a semideciduous tropical forest of southern Brazil. *Primates* 52(4):351-359.
- Caselli, C. B. & Setz, E. Z. F. (2007). Seasonality in long calls by titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in the Atlantic forest of southeast Brazil. *In: Twenty-ninth Meeting of the American Society of Primatologists, Wisconsin. Am. J. of Primatol.* 69:96-97.
- CEPAGRI UNICAMP. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. URL [www.cpa.unicamp.br](http://www.cpa.unicamp.br), acesso em 10/10/2011.
- Defler, T. R.; Bueno, M. L. & García, J. (2010). *Callicebus caquetensis*: A new and critically endangered titi monkey from Southern Caquetá, Colombia. *Primate Conservation* 25:1-9.
- ESALQ-USP. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. URL [ce.esalq.usp.br/aulas/lce306/fotoperiodo.html](http://ce.esalq.usp.br/aulas/lce306/fotoperiodo.html), acesso em 08/11/2011.
- Fernandez-Duque, E.; Valeggia, C. R. & Manson, W. A. (2000). Effects of pair-bond and social context on male-female interactions in captive titi monkey (*Callicebus moloch*, Primates: Cebidae). *Ethology* 106:1067-1082.

- Fragaszy, D. M.; Schwarz, S. & Shimosaka, D. (1982). Longitudinal observations of care and development of infant titi monkeys (*Callicebus moloch*). *Am. J. of Primatol.* 2:191-200.
- Garber, P. (1987). Foraging strategies among living primates. *Ann. Rev. Anthropol.* 16:339-364.
- Gaspar, D. A. (2005). *Comunidade de mamíferos não voadores de um fragmento de floresta atlântica semidecídua do município de Campinas, SP*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Heiduck, S. (1997). Food choice in masked titi monkeys (*Callicebus personatus melanochir*): selectivity or opportunism? *Int. J. Primatol.* 18(4):487-502.
- Hemingway, C. A. & Bynum, N. (2005). The influence of seasonality on primate diet and ranging. In: Brockman, D. K. & vanShaik, C. P. (Eds.). *Seasonality in primates: Studies of living and extinct human and non-human primates*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Herskovitz, P. (1990). Titis, New World monkeys of the genus *Callicebus* (Cebidae, Platyrrhini): a preliminary taxonomic review. *Field. Zool. New Series* 55:1-109.
- IUCN. (2010). IUCN Red List of Threatened Species. URL [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), acesso em 12/09/2010.
- Kinzey, W. G.; Rosenberger, A. L. & Heisler, P. S. (1977). A preliminary field investigation of the yellow-handed titi monkey, *Callicebus torquatus*, in northern Peru. *Primates* 18:159-181.

- Kinzey, W. G. (1981). The titi monkey, genus *Callicebus*. In: Coimbra-Filho, A. F. & Mittermeier, R. A. (Eds.). *Ecology and behavior of Neotropical primates*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Kinzey, W. G. & Becker, M. (1983). Activity pattern of the masked titi monkey, *Callicebus personatus*. *Primates* 24(3):337-343.
- Kinzey, W. G. & Robinson, J. G. (1983). Intergroup loud calls, range size, and spacing in *Callicebus torquatus*. *Am. J. of Physical Anthropology* 60:539-544.
- Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B. & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Zeitschrift* 15(3):259-263.
- MacArthur, R. H. & Pianka, E. R. (1966). On optimal use of a patchy environment. *The Am. Naturalist* 100(916):603-609.
- Machado, A. B. M.; Martins, C. S. & Drummont, G. M. (2005). Lista de espécies ameaçadas de extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Mantovani, J. E. (2001). *Telemetria convencional e via satélite na determinação da área de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do Estado de São Paulo*. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Mason, W. A. (1968). Use of space by *Callicebus* groups. In: Jay, P. C. (Ed.). *Primates: studies in adaptation and variability*. Rinehart and Winston, New York.
- Mayeaux, D. J.; Manson, W. A. & Mendoza, S. P. (2002). Developmental changes in responsiveness to parents and unfamiliar adults in a monogamous monkey (*Callicebus moloch*). *Am. J. Primatol.* 58:71-89.

- Melo, F. R. & Mendes, S. L. (2000). Emissão de gritos longos por grupos de *Callicebus nigrifrons* e suas reações a *playbacks*. In: Alonso, C. & Langguth, A. (Eds.). *A Primatologia no Brasil*, 7. Ed. Universitária, João Pessoa.
- Meritt, D. A. Jr. (2007). Captive reproduction and husbandry of the douroucouli (*Aotus trivirgatus*) and the titi monkey (*Callicebus* spp.). *Int. Zoo Yearbook* 20(1):52-59.
- Müller, K-H. (1995). Ranging in masked titi monkeys (*Callicebus personatus*) in Brazil. *Folia Primatol.* 65:224-228.
- Müller, K-H. (1996). Diet and feeding ecology of masked titis (*Callicebus personatus*). In: Norconk, M. A.; Rosenberger, A. L. & Garber, P. A. (Eds.). *Adaptive Radiations of Neotropical Primates*. Plenum Press, New York.
- Neri, F. M. (1997). *Manejo de Callicebus personatus, Geoffroy 1812, resgatados: Uma tentativa de reintrodução e estudos ecológicos de um grupo Silvestre na Reserva Particular do Patrimônio Natural Galheiro – Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Neri, F. M. & Rylands, A. B. (1995). Tamanho da área de uso e distâncias percorridas por sauás, *Callicebus personatus*, Região do Triângulo Mineiro. In: VIII Congresso Brasileiro de Primatologia e V Reunião Latino-Americano de Primatologia. *Anais*. João Pessoa.
- Norconk, M. A. (2007). Sakis, Uakaris, and Titi Monkeys – Behavioral Diversity in Radiation of Primate Seed Predation. In: Campbell, C. J.; Fuentes, A.; MacKinnon, K. C.; Panger, M & Bearder, S. K. (Eds.). *Primates in perspective*. Oxford University Press, New York.

- Norscia, I.; Carrai, V. & Borgognini-Tarli, S. M. (2006). Influence of dry season and food quality and quantity on behavior and feeding strategy of *Propithecus verreauxi* in Kirindy, Madagascar. *Int. J. of Primatol.* 27(4):1001-1022.
- Palacios, E.; Rodríguez, A. & Defler, T. R. (1997). Diet of a group of *Callicebus torquatus lugens* (Humboldt, 1812) during the annual resource bottleneck in Amazonian Colombia. *Int. J. of Primatol.* 18(4):503-522.
- Price, E. C. & Piedade, H. M. (2001a). Ranging behavior and intraspecific relationship of masked titi monkeys (*Callicebus personatus personatus*). *Am. J. Primatol.* 53:87-92.
- Price, E. C. & Piedade, H. M. (2001b). Diet of northern masked titi monkey (*Callicebus personatus*). *Folia Primatol.* 72:335-338.
- Pyke, G. H.; Pulliam, H. R. & Charnov, E. L. (1977). Optimal foraging: A selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology* 52(2):137-154.
- Richard, A. F. (1985). *Primates in nature*. W. H. Feedman and Co., New York.
- Robinson, J. G. (1979). Vocal regulation of use of space by groups of titi monkeys *Callicebus moloch*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 5:1-15.
- Robinson, J. G. (1981). Vocal regulation of inter- and intragroup spacing during boundary encounters in the titi monkey, *Callicebus moloch*. *Primates* 22(2):161-172.
- van Roosmalen, M. G. M.; van Roosmalen, T. & Mittermeier, R. A. (2002). A taxonomic review of the titi monkeys, genus *Callicebus* Thomas, 1903, with the description of two new species, *Callicebus bernhardi* and *Callicebus stephennashi*, from Brazilian Amazonia. *Neotrop. Primates*, 10(suppl.):1-52.

- Santos, K. (1998). *Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do Ribeirão Cachoeira, Campinas, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Santos, K. (2003). *Caracterização florística e estrutural de onze fragmentos de mata estacional semidecidual da área de proteção ambiental do município de Campinas - SP*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SEPLAMA. (1996). Prefeitura Municipal de Campinas, Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. *Plano de gestão da área de proteção ambiental da região de Sousas e Joaquim Egídio (APA Municipal)*.
- Setz, E. Z. F. (1991). Métodos de quantificação de comportamentos de primatas em estudos de campo. In: Rylands A. B. & Bernardes, A. T. (Eds.). *A primatologia no Brasil*, 3. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Souza-Alves, J. P.; Fontes, I. P.; Chagas, R. D. & Ferrari, S. F. (2011). Seasonal versatility in the feeding ecology of a group of titis (*Callicebus coimbrai*) in the Northern Brazilian Forest. *Am. J. of Primatol.* 73:1-11.
- Terborgh, J. (1983). *Five New World primates: A study in comparative ecology*. Princeton University Press, New Jersey.
- Wallace, R. B.; Gómez, H.; Felton, A. & Felton, A. M. (2006). On a new species of titi monkeys, genus *Callicebus* Thomas (Primates, Pitheciidae), from western Bolivia with preliminary notes on distribution and abundance. *Primate Conservation* (20):29-39.
- Williamson, E. A. & Feistner, A. T. C. (2003). Habituating primates: processes, techniques, variables and ethics. In: Setchell, M. J. (Ed.) *Field and laboratory*

*methods in primatology: A practical guide*. Cambridge University Press, Cambridge.

Wright, P. C. (1985). The costs and benefits of nocturnality for *Aotus trivirgatus* (the night monkey). Tese de doutorado, New York City University, New York.

Wright, P. C. (1986). Ecological correlates to monogamy in *Aotus* and *Callicebus*. In: Else, J. G. & Lee, P. C. (Eds.). *Primate ecology and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.

## **CAPÍTULO 1: Dieta e ecologia alimentar de *Callicebus nigrifrons* em um fragmento florestal**

### **Resumo**

A dieta e a atividade de forrageio dependem das características intrínsecas dos animais, como seu metabolismo e morfologia, bem como as características do ambiente em que vivem. A fim de explorar a dieta e os hábitos alimentares de sauás, um grupo habituado foi estudado ao longo de um ano. Os frutos foram o item mais consumido pelo grupo (73% da dieta), sendo a ingestão de polpa e arilo (49% dos registros de consumo de frutos) mais frequente do que de sementes (21%). O segundo item mais consumido foi folha (12%), sendo as jovens mais utilizadas do que as maduras. Invertebrados, vertebrados, ovos, ponta de lianas e flores foram menos consumidos (16%). A dieta dos sauás foi bastante diversa ( $H_e' = 3,31$ ), com 92 espécies de plantas de 34 famílias. Foram 61 espécies arbóreas-arbustivas (de 24 famílias) e 31 espécies de lianas (de 14 famílias). Houve o consumo de duas espécies utilizadas em plantio, o café (*Coffea arabica*) e a goiaba (*Psidium guajava*), que juntas constituíram 3% da dieta dos sauás. As lianas tiveram uma alta contribuição para a dieta, sendo utilizadas em quase mesma proporção que árvores e arbustos (48% vs. 52%). Os sauás mostraram preferência pelas espécies arbóreas-arbustivas mais importantes de sua dieta e essas ainda apresentaram maior DAP do que as demais. Nossos resultados apoiam a ideia de que os sauás estão otimizando o seu forrageio através da seleção de espécies de alta qualidade e que ainda oferecem altas quantidades de recursos. Eles também apresentam uma certa plasticidade comportamental e alimentar que possibilita sobreviverem em ambientes fragmentados. Esta estratégia se baseia na capacidade de incluir espécies atípicas e vegetação secundária, utilizando as lianas como espécies-chave.

## Abstract

Diet and foraging behavior depend on environmental and intrinsic characteristics, such as animal's metabolism and morphology. In order to explore the diet and feeding habits of titi monkeys, we studied a habituated group for a period of one year. Fruits were the most important item (73% of the diet), and pulp and aril consumption (49% of fruit feeding records) was more frequent than seed consumption (21%). Leaves were the second most consumed item (12%), and younger leaves were more consumed than mature ones. Invertebrates, vertebrates, eggs, liana tips, and flowers were less consumed (16%). Overall, the diet of the titi monkeys was highly diverse ( $H_c' = 3,31$ ), with 92 species of plants from 34 families. They used 61 trees and shrubs (of 24 families) and 31 liana species (of 14 families). They also consumed two crop species, coffee (*Coffea arabica*) and guava (*Psidium guajava*) (3 % of their diet). Lianas were highly consumed and represented a large portion of their diet (48% vs. 52% for trees and shrubs). Titi monkeys selected feeding trees' species and also used more trees with higher DBH. Our results support the idea that titi monkeys are optimizing their foraging by selecting high-quality species that also offer high resource quantity. They also have a behavioral and feeding plasticity that allows them to survive in fragmented habitat. This strategy relies on the ability to include atypical species and secondary vegetation, using lianas as keystone species.

## **1. Introdução**

A atividade de forrageio, em sua forma mais ampla, abrange desde a localização até a aquisição e assimilação do alimento (Strier 2007). As características intrínsecas do animal, bem como as características do meio em que ele vive influenciam o forrageio.

Uma das características intrínsecas é a necessidade metabólica, como a necessidade de proteína, caloria, vitamina, mineral e água, que podem variar de acordo com a atividade, tamanho e fisiologia do animal. Essas necessidades, juntamente com as características morfológicas e fisiológicas da espécie irão influenciar a sua capacidade de forrageio. As capacidades comportamentais da espécie, como a sua percepção e aprendizado, envolvem a memória e a resolução de problemas. Esses, com os modos sensoriais da espécie (visão, olfato e audição), irão agir na localização de manchas de alimentos, itens presentes nela e na determinação de quais potenciais alimentos podem ser consumidos (Cant & Temerin 1984).

As características extrínsecas ao animal, como clima, estrutura física do habitat, predadores, constituintes químicos dos alimentos e sua distribuição no espaço e no tempo seus influenciam o forrageio de diferentes maneiras. A temperatura ambiental e a chuva, assim como a densidade e os hábitos de predadores, alteram o padrão de atividade. Por outro lado, a atividade de busca, as rotas de deslocamento e a velocidade são influenciados pela topografia, distribuição espaço-temporal do alimento e estrutura e densidade da vegetação (Cant & Temerin 1984).

Os alimentos disponíveis em um habitat variam com relação ao seu conteúdo nutricional (Richard, 1985): Os frutos carnosos são fontes de açúcares simples e água e as sementes ricas em gordura, amido e proteína. As folhas e os ramos possuem vitaminas e

minerais, sendo as jovens também menos fibrosas e com maior conteúdo de proteínas do que as maduras. Os alimentos de origem animal são ricos em proteína de alta qualidade, gorduras e minerais essenciais, sendo os insetos os mais consumidos pelos primatas. Para as espécies capazes de processar e digerir o seu exoesqueleto de queratina, os insetos também são uma fonte rica em carboidratos.

A teoria do forrageio ótimo explica como os animais devem se alimentar nas diferentes condições (MacArthur & Pianka 1966; Pyke *et al.* 1977). Essa teoria se baseia na premissa de que, como resultado da seleção natural, os animais irão otimizar a sua eficiência de forrageio. Essa eficiência é medida em termos de energia e a hipótese básica é de que os animais irão maximizar a taxa de energia consumida, tendo certos custos e benefícios na alimentação.

Esse modelo se preocupa com o *trade-off* entre o benefício dos recursos alimentares (valor do alimento por unidade de tempo de manuseio) e o seu tempo de procura: conforme a disponibilidade de alimentos de alto-*ranking* aumenta, a dieta ótima inclui menos itens, pois o tempo de procura de tal alimento é reduzido. Uma das previsões do modelo sugere que há preferência por itens alimentares mais rentáveis. Dessa forma, se deve ser seletivo quando o item alimentar rentável é comum e ignorar alimentos de baixa qualidade quando estão fora de um conjunto ótimo, independentemente de quão comum sejam.

No entanto, outros recursos energeticamente menos rentáveis são incluídos na dieta e isso se deve ao fato de que os primatas devem não somente suprir suas necessidades energéticas, mas também suas necessidades nutricionais (como vitaminas e minerais) (Altmann & Wagner 1978; Richard 1985). Ainda, outros fatores como a

proporção de fibras e compostos secundários também influenciam na escolha do alimento, limitando a ingestão de alguns itens, mesmo que com alto valor energético (Richard 1985).

O habitat e as características fisionômicas da vegetação também tem enorme influência na dieta e no forrageio dos animais. Matas fragmentadas, na maioria das vezes, apresentam composição e dinâmica diferentes de matas contínuas (Arroyo-Rodríguez & Mandujano 2006). Em fragmentos menores, a combinação da alta mortalidade de árvores e a conseqüente proliferação de espécies secundárias pode dificultar a existência de frugívoros, enquanto, por outro lado, facilita a permanência de folívoros arborícolas, como bugios (Chiarello 1999). Além disso, como a diversidade de recursos e a abundância de frutos é menor, o número de espécies vegetais utilizadas pelos animais, em geral, também é reduzido e o tempo gasto em forrageio é aumentado (Irwin 2008).

O uso de espécies-chave na dieta e a capacidade de incluir vegetação secundária possibilita a sobrevivência de algumas espécies nesses remanescentes (Chiarello 1999; Marsh 2003). As lianas, provenientes do efeito de borda ou o próprio processo de sucessão dos fragmentos, podem fornecer alimentos constantes e pouco sazonais, uma vez que seguem padrões fenológicos alternativos e não a precipitação (DeWalt *et al.* 2010; Schnitzer 2005). Além do grau de frugivoria e essa plasticidade comportamental e alimentar, o tamanho de área de vida e a habilidade de usar a matriz em que o fragmento está inserido, também são fatores que determinam a persistência da espécie nesses ambientes (Marsh 2003).

## 2. Objetivos e hipóteses

Estudar a dieta e os hábitos alimentares de *Callicebus nigrifrons*, investigando as espécies arbóreas-arbustivas e lianas consumidas, identificando suas partes utilizadas e a sua importância na dieta. Além de analisar a proporção de cada item alimentar (fruto, flor, folha, ponta de liana e invertebrado) na dieta e investigar se há preferência pelas espécies vegetais mais consumidas. Também pretende-se caracterizar as árvores usadas para alimentação, como sua altura e diâmetro na altura do peito, e comparar esses aspectos entre as espécies mais utilizadas na dieta e as demais.

Ainda, comparar os resultados obtidos com outros trabalhos de *C. nigrifrons* em áreas com diferentes extensões, investigando as diferenças e semelhanças entre grupos de mata contínua e de fragmentos.

Dado que o gênero *Callicebus* é conhecido por ser frugívoro e que os animais tendem a otimizar sua eficiência de forrageio, é esperado que os recursos que ofereçam maior retorno energético, tanto em qualidade (como frutos carnosos), quanto em quantidade (como fontes de maior tamanho), sejam mais utilizados.

Tendo em vista que matas fragmentadas possuem composição e dinâmica diferentes de matas contínuas, é esperado que os sauás desses ambientes apresentem estratégias de forrageio e dieta diferentes do que é visto para grupos de matas contínuas. Como reflexo da menor diversidade e abundância de recursos vegetais em fragmentos de mata, os sauás desses ambientes podem apresentar duas estratégias quanto à diversidade de itens ingeridos: a dieta pode ser baseada em poucas espécies-chave, resultando em uma baixa diversidade de itens; ou, ainda, os sauás podem incorporar novas espécies à

procura de novos recursos, resultando em um aumento na largura da dieta. Ainda, a dieta dos sauás nesses remanescentes deve ser mais pobre em frutos e os animais devem passar mais tempo forrageando, à procura desses alimentos, uma vez que são mais escassos nesse tipo de ambiente. Eles devem ainda apresentar alguma estratégia para lidar com a degradação do ambiente, como usar espécies-chave e incorporar vegetação secundária na dieta, além de ter a capacidade de utilizar a matriz em que o fragmento está inserido, especialmente para a procura de outras fontes alimentares.

### **3. Metodologia**

Os dados foram coletados através do método "varredura instantânea" ("*scan sampling*") com cinco minutos de intervalo (Altmann 1974; Setz 1991). Em cada varredura foi registrado o item consumido: fruto, folha, flor, ponta de liana (ramos e brotos), invertebrado, vertebrado e ovo . Para os frutos, também foi especificada a parte ingerida (arilo e polpa ou semente), enquanto para as folhas, foi especificada a sua maturidade.

Foram estabelecidas as proporções de tempo gasto na ingestão de cada item alimentar e espécie vegetal através da razão entre o número de registros obtidos para cada item (ou espécie) consumido durante os eventos de varredura instantânea e o número de registros totais de cada mês.

Para o levantamento das espécies utilizadas na dieta, todo item consumido pelos animais foi registrado, mesmo estando fora dos intervalos estabelecidos para as varreduras. As plantas foram coletadas e identificadas com o auxílio de livros (Lorenzi 2002; Ramos *et al.* 2007) e profissionais especialistas (José Ataliba Gomes, Prof. Jorge

Tamashiro, Leticia Garcia e Juliano Van Melis). O diâmetro do tronco na altura do peito (DAP) e a altura das árvores e arbustos utilizados para a alimentação foram medidos com uma fita métrica e um estimador de distância a laser “*rangefinder*”, respectivamente. O DAP das espécies de árvores mais utilizadas foi comparado com o DAP das demais espécies que compuseram a dieta através do teste t.

A diversidade de espécies vegetais utilizadas pelos sauás foi calculada pelo Índice de Shannon ( $H_e'$ ), utilizando o software PAST 8.9 (Hammer *et al.* 2001).

Para investigar se houve preferência pelas espécies utilizadas para alimentação, foi calculado o índice de seletividade (Ramos-Fernandez & Ayala-Orozco 2003; Wrangham *et al.* 1996), dividindo-se o consumo relativo de cada espécie pela sua abundância relativa. A densidade absoluta de indivíduos por hectare foi obtida de outro trabalho realizado na mesma área de estudo (Cielo 2007) e a partir dela foi calculada a abundância relativa de cada espécie (Anexo 1). Um índice de seletividade menor ou igual a 1 indica que não há seleção pelo alimento, enquanto um índice acima de 1 indica preferência na escolha do alimento.

#### **4. Resultados**

Os sauás passaram 31% do seu tempo forrageando e os frutos foram o item mais consumido pelo grupo (Fig. 01). A ingestão de polpa e arilo, representando 49% da dieta total, foi mais frequente do que de sementes, responsáveis por 21% dos registros de dieta. O segundo item mais consumido foi folha, sendo as jovens mais utilizadas do que as maduras. O consumo de invertebrados, pontas de lianas (ramos novos) e flores foi menor, representando juntos cerca de 17% da dieta. A categoria “invertebrados” abrangeu insetos

não identificados, gastrópodes, aracnídeos, larvas de Lepidoptera, uma espécie de coleóptero (Curculionidae) e uma de orthoptera (Tettigoniidae).

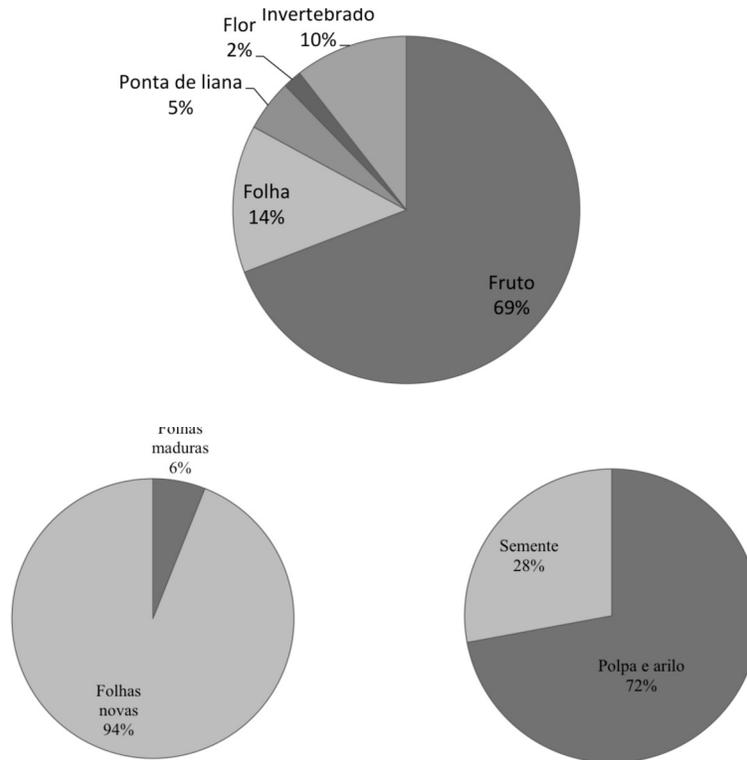


Fig. 01. Composição da dieta do grupo baseada nos registros com itens identificados.

O consumo de aves (que em todos os registros eram filhotes) e seus ovos (ambos apanhados em ninhos) foi observado somente durante os meses de novembro e dezembro, representando 3,3% e 0,5% da dieta desses meses, respectivamente. Já para a dieta total, esses eventos somados representaram menos de 1%.

Devido à baixa visibilidade decorrente das características fisionômicas da vegetação da região, o grande número de lianas e o hábito da espécie de se embrenharem

nelas durante o forrageio, a visualização do item consumido foi bastante difícil em muitos casos. Por esse motivo, cerca de 15% dos registros não tiveram seus itens determinados durante as varreduras.

A dieta dos sauás foi composta por 92 espécies de plantas de 34 famílias, apresentando alta diversidade ( $H_e' = 3,31$ ). Foram identificadas 61 espécies arbóreas-arbustivas (de 24 famílias) (Tab. 01) e 31 espécies de lianas (de 14 famílias) (Tab. 02). Das espécies arbóreas-arbustivas com item consumido identificado, 91% foram utilizadas para consumo de frutos (77% frutos carnosos e 14% frutos secos ou sementes) e 4,5% para consumo de folhas ou flores.

Dentre essas espécies, duas são utilizadas em plantio: o café (*Coffea arabica*) e a goiaba (*Psidium guajava*). O café, presente em toda a mata, foi responsável por quase 2% da dieta dos sauás, enquanto o consumo da goiaba, restrita às bordas, foi de aproximadamente 1%.

As lianas tiveram uma alta contribuição na dieta, sendo seus itens (frutos, folhas e flores) utilizados pelo grupo em quase mesma proporção do que os itens provenientes de árvores e arbustos (48% vs. 52%). Ainda, das dez espécies vegetais mais usadas na dieta do grupo, que representam 66% da dieta, quatro são espécies de lianas (em ordem decrescente de consumo): *Pereskia aculeata*, *Diclidanthera* sp., *Macfadyena unguis-cati* e *Dicella bracteosa*.

Tab. 01. Lista das espécies e famílias arbóreas-arbustivas consumidas pelo grupo de sauás, parte ingerida e proporção na dieta. Fr = fruto; ma = maduro; vd = verde/imaturo; ap = arilo ou polpa; sem = semente; Fl = flor; Fo = folha; Ind = indeterminado; - = consumo não quantificado.

Família	Espécie	Parte consumida	% na dieta
Annonaceae	<i>Guatteria nigrescens</i> (Mart.)	Fr ma ap	0,3
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cf. cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	Fl	0,1
	<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.	Fr ma ap	<b>3,1</b>
Bignoniaceae	Sp. 1	Fr	-
Boraginaceae	<i>Petrea volubilis</i> L.	Fr vd sem	-
Cariacaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	Fr ma ap	0,9
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon communis</i> (Müll. Arg.) Pax	Fr	0,1
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Fr ma ap	<b>4,1</b>
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Fr ma sem	0,7
Fabaceae (Mimosoidae)	<i>Inga edulis</i> (Mart.)	Fr ma ap	0,9
Lauraceae	<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	Fr	0,1
	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr	Fr ap	<b>3,0</b>
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart	Fr	0,1
	<i>Ocotea beulahiae</i> Baitello	Fr ap	0,2
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Fr ap	0,1
	<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	Fr ap	0,1
Melastomataceae	<i>Miconia cf. petropolitana</i> Cogn.	Fo	0,5
	<i>Miconia hymenonervia</i> (Raddi) Cogn.	Fr ap	0,4
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Fr ap	0,1
	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Fr ma ap	<b>1,7</b>
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Fr ma ap	-
	<i>Trichilia</i> sp.	Fr ap	0,1
Moraceae	<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	Fr vd sem	<b>11,8</b>
	<i>Ficus</i> sp.	Fr ma ap	0,1
Myrtaceae	<i>Calycorectes acutatus</i> (Miq.) Toledo	Fr ma ap	<b>17,5</b>
	<i>Calyptranthes clusiifolia</i> (Miq.) O. Berg	Fr ma ap	0,3
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Fr ma ap	0,1

	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Fr ma ap	0,3
	<i>Eugenia cf. cerasiflora</i> Miq.	Fr ma ap	0,4
	<i>Eugenia glazioviana</i> Kiaersk.	Fr ma ap	<b>4,9</b>
	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Fr ma ap	1,2
	<i>Eugenia</i> sp.	Fr ma ap, Fr vd sem	-
	<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) Govaerts	Fr ma ap	<b>9,5</b>
	<i>Psidium guajava</i> L.	Fr ma ap	0,9
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Fr ma ap, Fl	0,6
Palmae (Arecaceae)	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Fr ma ap	<b>8,4</b>
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	Ind	-
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	Fl	0,3
	<i>Piper</i> sp.	Fl	-
Polygonaceae	<i>Ruprechtia cf. laxiflora</i> Meisn.	Fo	-
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	Fr ma ap	1,4
	<i>Ixora gardneriana</i> Benth.	Fr ma ap	<b>17,7</b>
Rutaceae	<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	Fr vd	1,1
	<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	Fr	0,4
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Fr	0,1
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Fr ap	-
	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Fr ap	0,6
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Fr ap	0,6
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Fr	-
Siparunaceae (Monimiaceae)	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Fr	1,5
Urticaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Fr ma ap	0,9
Verbenaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Fr	-
Indeterminadas	9	8 Fr	2,0
Total	61		

Tab. 02. Lista das espécies e famílias de lianas consumidas pelo grupo de sauás e parte ingerida. Fr = fruto; ma = maduro; vd = verde/imaturo; ap = arilo ou polpa; sem = semente; Fl = flor; Fo = folha; Rn = ramos novos; Ind = indeterminado.

Família	Espécie	Parte consumida
Asteraceae	<i>Mikania</i> sp.	Rn
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma paulistarum</i> Bureau & K. Schum.	Fr vd sem
	<i>Clytostoma campanulatum</i> (Cham.) Bureau & K. Schum.	Fr sem
	<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry	Fr vd sem
	Sp. 2	Ind
	Sp. 3	Fr vd sem
	Sp. 4	Fr sem vd
	Sp. 5	Fr sem vd
	Sp. 6	Fr vd sem
	Sp. 7	Fr vd sem
	Sp. 8	Rn
	<i>Stizophyllum perforatum</i> (Cham.) Miers	Fl
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i> L.	Fr ma ap
Cucurbitaceae	<i>Wilbrania</i> sp.	Fr, Fl e Fo
Fabaceae	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Fr ve sem
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp.	Fr vd sem
	<i>Dicella bracteosa</i> (A. Juss.) Griseb.	Fr vd sem
	Sp. 9	Rn
	<i>Stigmaphyllon lalandianum</i> A. Juss.	Fr ma sem
Malvaceae	<i>Cissus</i> sp.	Fr
	<i>Prockia crucis</i> L.	Ind
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia polyantha</i> Delpino	Fr ma ap
Orchidaceae	Sp. 1	Fo
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Fr ma ap
Polygalaceae	<i>Diclidanthera</i> sp.	Fr ma ap
Rubiaceae	<i>Manettia cf. cordifolia</i> Mart.	Fl
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	Fr ma ap
	<i>Smilax</i> sp. 2	Fo
	<i>Serjania fuscifolia</i> Radlk.	Fr sem
	<i>Thinouia mucronata</i> Radlk.	Fr sem
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	Fr ma ap
Total	31	

As cinco espécies arbóreas-arbustivas mais consumidas pelo grupo (em ordem decrescente de consumo) foram: *Calycorectes acutatus*, *Ixora gardneriana*, *Brosimum glaziovii*, *Syagrus romanzoffiana* e *Neomitranthes glomerata* e o consumo de seus frutos representou cerca de 46% da dieta total dos sauás.

Os sauás mostraram preferência por todas as cinco espécies arbóreas-arbustivas mais importantes de sua dieta, sendo a *Ixora gardneriana* a espécie com maior índice de seletividade. Não foi possível calcular o índice de seletividade para uma das espécies (*Neomitranthes glomerata*), pois não há dados sobre a sua abundância no local de estudo. Como a espécie não foi amostrada nos levantamentos anteriores e se trata de uma espécie recém-descrita (Govaerts *et al.* 2008), acreditamos que sua abundância seja muito baixa, também indicando uma seletividade pelo grupo, apesar de não ter sido calculado o seu índice.

Dentre as dez espécies arbóreas-arbustivas mais consumidas, responsáveis por 82% da dieta dos sauás, somente uma (*Trichilia catigua*) foi utilizada ao acaso, sem haver preferência por ela (Fig. 02). Quando consideramos o total de espécies arbóreas-arbustivas com itens utilizados na dieta identificados, observamos que os sauás não apresentaram seletividade por nenhuma espécie utilizada para consumo de folhas ou flores. Por outro lado, os sauás apresentaram seletividade por 30% das espécies utilizadas para consumo de frutos carnosos e por 17% das espécies utilizadas para consumo de frutos secos ou sementes.

As árvores utilizadas para alimentação tiveram em média 14m ( $\pm 3,9$ m) de altura e 27cm ( $\pm 12,4$ cm) de diâmetro de tronco na altura do peito (DAP). Os arbustos tiveram uma média de 4m ( $\pm 1,5$ m) de altura e 7cm ( $\pm 5,9$ cm) de DAP. As cinco espécies

arbóreas-arbustivas mais importantes na dieta do grupo, com altura média de 14m ( $\pm$  3,1m), apresentaram maior DAP do que as demais ( $t = 4,15$ ; g.l. = 162;  $p < 0,001$ ) (Fig. 03).

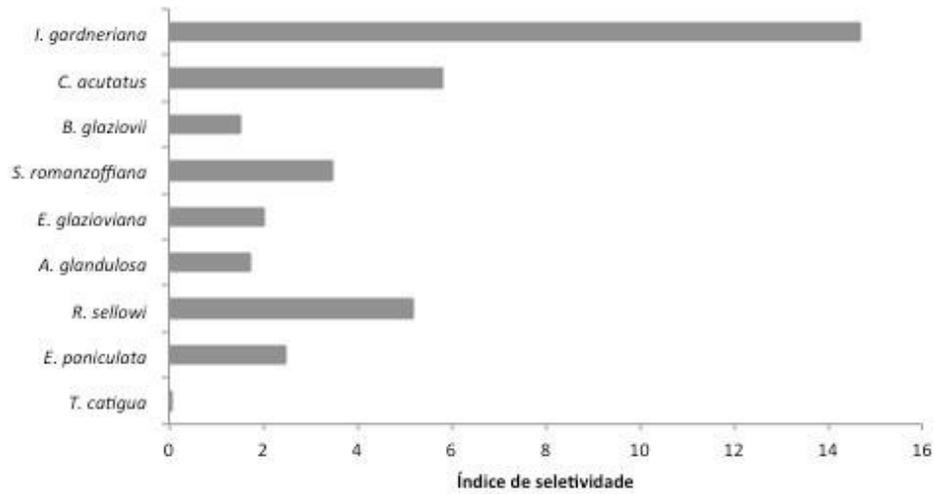


Fig. 02. Índice de seletividade das nove espécies arbóreas mais consumidas pelo grupo.

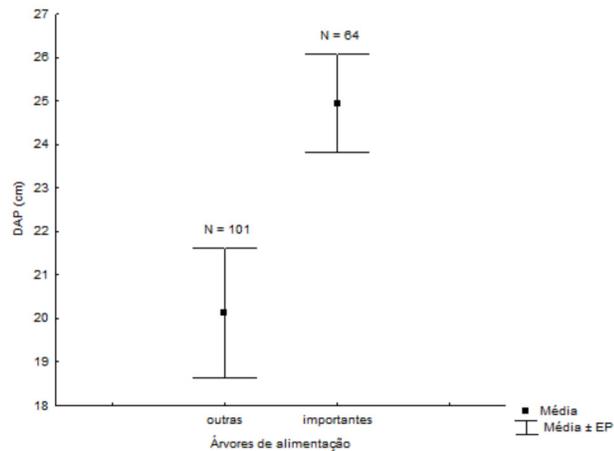


Fig. 03. Diâmetro na altura do peito (DAP) das árvores de alimentação:

“importantes” se refere aos indivíduos das cinco espécies mais consumidas pelo grupo e

“outras” são os indivíduos das demais espécies utilizadas.

## 5. Discussão e conclusões

Os sauás apresentaram uma dieta composta principalmente por frutos e complementada com folhas e invertebrados, sendo os demais itens (pontas de lianas, flores, vertebrados e ovos) pouco consumidos. A ingestão de frutos carnosos, que foi responsável por quase metade dos registros de dieta, fornece açúcares simples (frutose) e água, sendo, ótima fonte de energia calórica (Garber 1987). Apesar disso, apresentam baixas concentrações de proteínas, gordura, minerais e vitaminas (Richard 1985), assim a incorporação de outros itens à dieta acaba sendo fundamental para que haja um equilíbrio nutricional.

A complementação com folhas fornece, em especial, proteínas, vitaminas e minerais, principalmente cálcio, fósforo e magnésio (Richard 1985). No entanto, as folhas possuem carboidratos estruturais de difícil digestão com quantidade variando conforme a maturidade da folha (Richard 1985). Houve maior ingestão de folhas jovens pelos sauás (que representaram 92% do consumo de folhas), apesar de serem, em geral, menos abundantes e mais sazonais do que as maduras (Richard 1985). Como as folhas jovens possuem menores quantidades de fibras e compostos secundários do que folhas maduras (Richard 1985; Waterman & Kool 1994), a sua ingestão em detrimento das maduras permite que os sauás supram suas necessidades tendo menores custos no seu processamento.

Apesar das folhas jovens apresentarem alto conteúdo de proteína, o gênero *Callicebus* não tem a capacidade de digerir grandes quantidades delas (Heiduck 1997). Assim, a ingestão de sementes e invertebrados ao longo do ano e de aves e ovos durante

épocas específicas fornece aos sauás proteína de alta qualidade, gordura e minerais essenciais (Richard 1985), complementando a sua dieta.

Esse trabalho mostrou, ainda, que há seletividade na escolha das espécies vegetais arbóreas-arbustivas utilizadas para consumo pelos sauás. As espécies não são consumidas de acordo com sua abundância no ambiente e há outros fatores envolvidos nessa preferência. Dentre esses fatores, podemos sugerir a qualidade do alimento que essas espécies fornecem e a sua alta produção de frutos.

Houve maior seletividade por espécies que ofereciam frutos carnosos do que aquelas com frutos secos, folhas ou flores. A seleção por esse tipo de alimento pode ser explicada com base na teoria do forrageio ótimo (MacArthur & Pianka 1966; Pyke *et al.* 1977). Uma das previsões desse modelo é que existe uma preferência por itens alimentares mais rentáveis e que, portanto, se deve ser seletivo quando o item alimentar rentável é comum e ignorar alimentos de baixa qualidade, independentemente de quão abundantes sejam. Apesar das espécies mais utilizadas apresentarem baixa abundância relativa quando comparadas às demais espécies, como os seus recursos (frutos carnosos) são ricos em energia (Richards 1985), há maior preferência por elas não importando a abundância das espécies de menor qualidade (que oferecem frutos secos, folhas ou flores).

Sabe-se que há uma relação alométrica entre o DAP e o tamanho da copa da árvore (Alves & Santos 2002; O'Brien *et al.* 1995; Shugart *et al.* 1981): árvores de maior DAP apresentam maior copa e, conseqüentemente, possuem maior biomassa reprodutiva (Niklas 1993), como frutos (Peters *et al.* 1988). Assim, o fato dessas espécies mais utilizadas para alimentação apresentarem maior diâmetro na altura do peito (DAP) do que

as demais, indica que também há uma preferência por indivíduos com maior produtividade de recursos. Embora as árvores mais utilizadas na dieta dos sauás sejam altas (14m), estão dentro da faixa de altura de 41% das plantas do local, estando próximas do dossel (15 a 25m) (Santos 1998).

Ainda de acordo com a teoria do forrageio ótimo (MacArthur & Pianka 1966; Pyke *et al.* 1977), para a otimização da eficiência de forrageio, são considerados a rentabilidade dos recursos alimentares e o tempo gasto em procura. Como há maior retorno (em quantidade) no forrageio de árvores de maior DAP, é mais vantajoso utilizá-las para forragear, mesmo que o tempo gasto na sua procura seja maior, do que utilizar fontes que ofereçam menor qualidade (como frutos secos, folhas e flores) e quantidade de recursos.

Assim, os recursos que oferecem grande retorno, seja por qualidade (por serem frutos carnosos), quantidade (por apresentarem alto DAP), ou ambos (como parece ser o caso) foram mais utilizados independentemente da abundância daqueles de menor qualidade. Enquanto as árvores de menor porte, com menor quantidade e/ou qualidade de recursos, parecem ser utilizadas de forma mais oportunista, a escolha de árvores zoocóricas e de grande porte parece ser uma estratégia adotada a fim de maximizar a rede de energia consumida, otimizando o seu forrageio.

As matas fragmentadas, na maioria das vezes, apresentam composição e dinâmica diferentes de matas contínuas. Em fragmentos, a combinação da alta mortalidade de árvores e a consequente proliferação de espécies secundárias pode dificultar a existência de frugívoros, devido à baixa diversidade de recursos e abundância de frutos (Chiarello 1999). Como consequência, a dieta de primatas em fragmento pode ser constituída por

espécies vegetais diferentes e de menor riqueza do que a de grupos de matas contínuas (Onderdonk & Chapman 2000). Por outro lado, a menor abundância de itens alimentares em fragmentos também pode levar à incorporação de espécies vegetais pouco usuais, resultando no aumento do número de espécies utilizadas. Para investigar essas possibilidades, analisamos a diversidade e a riqueza de espécies vegetais consumidas pelos sauás e comparamos com outros trabalhos, incluindo um fragmento menor e uma mata funcionalmente contínua.

Dois desses trabalhos foram realizados na Serra do Japi, mata funcionalmente contínua (com 35.000ha), sendo um com um casal da espécie (Caselli & Setz 2011) e outro com um grupo de cinco indivíduos (Caselli com pess., com parte do trabalho comparativo publicado Nagy-Reis *et al.* 2011). O terceiro trabalho foi realizado em um fragmento pequeno (40ha) com um grupo de quatro indivíduos (Neri 1997).

Ao contrário do que prevíamos, a dieta do nosso grupo de estudo foi bastante diversa ( $H_c' = 3,31$ ) e rica em espécies (92) e famílias (34) vegetais, estando acima do registrado nos demais trabalhos (42 a 63spp. e 26 a 28 famílias – Neri 1997 e Caselli & Setz 2011, respectivamente).

No entanto, o tempo de coleta desses outros trabalhos foi menor do que no presente estudo (12 meses e 547 horas de observação), sendo de apenas cinco meses (273 horas) para Neri (1997) e nove (253 horas) para Caselli & Setz 2011. Assim, além desses trabalhos apresentarem menor esforço amostral, ainda não completaram um ano de coleta, período mínimo para completar o ciclo fenológico de muitas plantas (Begon *et al.* 2007). Dessa forma, muitas espécies provavelmente não foram observadas sendo

utilizadas simplesmente por não se encontrarem no seu estágio reprodutivo durante a coleta de dados.

Isso se mostra especialmente claro quando os dados de riqueza são comparados entre dois grupos com esforço amostral semelhante. Em Nagy-Reis *et al.* (2011), comparamos nossos dados com o segundo grupo de mata “contínua” (com 13 meses e 477 horas de observação) e vimos que o número de espécies arbóreas utilizadas para consumo de frutos foi bastante semelhante (54 e 52 spp., respectivamente).

Como em fragmentos há menor diversidade de árvores (Hill & Curran 2003) e abundância de recursos (Arroyo-Rodrigues 2006), o tempo gasto em forrageio pelos primatas pode ser maior nesse ambiente do que em florestas contínuas (Irwin 2008). No entanto, como também registrado em outros dois estudos (Onderdonk & Chapman 2000, trabalho com seis espécies de primatas em 20 fragmentos; Umaphy & Kumar 2000, estudo com *Macaca silenus*), isso não foi observado. O tempo gasto em forrageio foi muito semelhante entre todos os grupos, seja em fragmento pequeno (32% - Neri 1997), intermediário (31% - presente estudo), ou mata “contínua” (35% - Caselli & Setz 2011 e 38% - Nagy-Reis *et al.* 2011).

Em algumas espécies, a flexibilidade na dieta é a estratégia adotada para lidar com a degradação do ambiente, podendo ocorrer mudanças na incorporação de itens alimentares à dieta. Geralmente, há menor ingestão de frutos e, dependendo da espécie, aumento na ingestão de folhas, flores ou insetos (Tutin 1999; Umaphy & Kumar 2000).

O nosso grupo de estudo apresentou uma dieta frugívora, com ingestão de frutos (69%) próximo ao encontrado nos outros trabalhos, seja em mata “contínua” (56% - Caselli & Setz 2011; 67% - Nagy-Reis *et al.* 2011) ou em fragmento pequeno (64% -

Neri 1997). Já a ingestão de folhas (14%) e invertebrados (11%) foi mais semelhante ao encontrado para os grupos de matas contínuas (16% e 11% respectivamente - Caselli & Setz 2011; 13% e 15% - Caselli com pess.) do que o que foi observado para o grupo de fragmento pequeno (5% e 3% - Neri 1997).

Tanto em um dos grupos de mata “contínua” quanto no de fragmento pequeno, a ingestão de flores foi superior (10% a 24% - Caselli & Setz 2011 e Neri 1997, respectivamente) ao encontrado no presente estudo (2%). Nossos resultados se assemelham mais com o segundo grupo de mata “contínua” (3% - Caselli com pess.). O maior registro de ingestão de flores pelos outros trabalhos pode ser em função das características da vegetação dos locais de coleta ou pelo menor período amostral (amostrando mais em períodos de maior floração das plantas).

Até o momento, a ingestão de aves por *C. nigrifrons* não tinha sido registrada, mas foi também observada por Caselli & Gestich (com. pess.) durante o mesmo período do ano. Já a ingestão de ovos, embora não muito frequente, também foi observada por Caselli & Gestich (com. pess.) e registrada, até o momento, apenas por Neri (1997).

Outra estratégia de flexibilidade na dieta para lidar com a fragmentação seria o uso de vegetação secundária e espécies-chave (Chiarello 1999; Marsh 2003), ou seja, espécies que provém recurso vital, especialmente durante períodos de escassez (Payton *et al.* 2002). Além dessa plasticidade comportamental e alimentar, a capacidade de usar a matriz de entorno do fragmento também possibilita a persistência das espécies nesse tipo de ambiente (Marsh 2003).

No caso dos sauás, essa flexibilidade de dieta incluiu a incorporação de espécies de plantio que foram introduzidas à mata ou ao seu entorno. Para se alimentarem das

goiabas, os sauás chegavam a sair da mata e entrar nas fazendas adjacentes. Em uma das vezes, os dois adultos do grupo chegaram a andar pelo pasto (utilizando somente o chão) por 20m até alcançarem as goiabeiras. Apesar do grupo ter a capacidade de utilizar a matriz de entorno do fragmento para aquisição de alimento, eles também acabam se tornando mais vulneráveis à predação, especialmente por animais domésticos.

Em ambientes fragmentados, as lianas provenientes do efeito de borda ou do próprio processo de sucessão dos fragmentos também são uma alternativa de alimento. Uma vez que seguem padrões fenológicos alternativos e não a precipitação como a maioria das árvores (DeWalt *et al.* 2010; Schnitzer 2005), fornecem alimentos menos sazonais. Ainda, como seu padrão fenológico, na maioria das vezes, é complementar ao das espécies arbóreas, sua presença resulta em uma disponibilidade constante de recurso (Morellato & Leitão-Filho 1996).

O uso de lianas como alimento por espécies de primatas que vivem em fragmentos já foi observado em algumas espécies como: *Callicebus melanochir* (Müller 1996), *C. coimbrai* (Souza-Alves *et al.* 2011), *Leontopithecus chrysomelas* (Guidorizzi 2008), *Alouatta clamitans* (Chiarello 1994; Martins 2009) e *Brachyteles arachnoides* (Martins 2009). Como esperado, as lianas também tiveram uma alta contribuição para a dieta do *C. nigrifrons* em fragmento, contribuindo especialmente com seus frutos e folhas jovens.

Além das espécies de lianas representarem quase metade das dez espécies vegetais mais consumidas, a sua utilização na dieta foi praticamente a mesma das árvores e arbustos (48% vs. 52%). A localização da área de vida do grupo (como veremos no próximo capítulo) indica que o fato do grupo viver próximo à borda do fragmento contribui para a incorporação de lianas provenientes do efeito de borda. De maneira

semelhante, no outro estudo com *C. nigrifrons* realizado em fragmento (Neri 1997), das quatro espécies mais importantes na dieta do grupo, três eram lianas. Contrariamente, nos grupos de mata “contínua”, as lianas representaram uma minoria entre as dez espécies mais importantes da dieta (Caselli & Setz 2011; Nagy-Reis *et al.* 2011).

É importante ressaltar que nosso estudo foi realizado em um fragmento (245ha) que pode ser considerado grande (Marsh 2003). Como não realizamos nenhuma análise comparando a vegetação do fragmento estudado com a da mata “contínua”, não podemos afirmar se tais semelhanças na dieta e comportamento são em função da flexibilidade dos sauás ou se a degradação do habitat em que vivem não foi grande o suficiente para alterar significativamente esses padrões. Dessa forma, é possível que em fragmentos menores, essa plasticidade comportamental e alimentar não seja suficiente para manter os padrões apresentados por grupos de matas contínuas.

Em síntese, nossos resultados apoiam a ideia de que os sauás otimizam o seu forrageio selecionando espécies de alta qualidade que ainda oferecem altas quantidades de recursos, utilizando os recursos de menor qualidade e quantidade apenas de forma oportunista. Ainda, os sauás apresentaram uma certa plasticidade comportamental e alimentar para sobreviverem em ambientes fragmentados. Essa estratégia não se baseia em mudanças no tempo despendido em forrageio ou reestruturação da dieta, mudando a amplitude ou a contribuição relativa de cada item alimentar. Ela se baseia na capacidade de incluir espécies atípicas e vegetação secundária, utilizando as lianas como espécies-chave, o que permite manter a proporção de cada item alimentar, em especial de frutos carnosos, mesmo estando em ambientes degradados. Isso parece garantir que a qualidade

de sua dieta, pelo menos à grosso modo, não seja comprometida, conferindo à espécie uma maior possibilidade de sobrevivência à longo prazo.

## 6. Referências Bibliográficas

- Altmann, S. A. & Wagner, S. S. (1978). A general model of optimal diet. *In*: Chivers, D. J. & Herbert, J. (Eds.). *Recent advances in primatology*. Academic Press, Maryland Hights.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 40:227-267.
- Alves, L. F & Santos, F. A. M. (2002). Tree allometry and crown shape of four tree species in Atlantic rain forest, south-east Brazil. *J. of Trop. Ecology* 18:245-260.
- Arroyo-Rodríguez, V. & Mandujano, S. (2006). Forest fragmentation modifies habitat quality for *Alouatta palliata*. *Int. J. of Primatol.* 27(4):1079-1096.
- Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2007). *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. Artmed, Porto Alegre.
- Cant, J. G. H. & Temerin, L. A. (1984). A conceptual approach to foraging adaptations in primates. *In*: Rodman, P. S. & Cant, J. G. H. (Eds.). *Adaptations for foraging in nonhuman primates*. Columbia University Press, New York.
- Caselli, C. B. & Setz, E. Z. F. (2011). Feeding ecology and activity pattern of black-fronted titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in a semideciduous tropical forest of southern Brazil. *Primates* 52(4):351-359.
- Chiarello, A. G. (1994). Diet of brown howler monkey *Alouatta fusca* in a semi-deciduous forest fragment of southeastern Brazil. *Primates* 35:25-34.

- Chiarello, A. G. (1999). Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biol. Conserv.* 89:71-82.
- Cielo, R. F. (2007). *Organização, estrutura e amostragem em uma floresta estacional semidecídua*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DeWalt, S. J.; Schnitzer, S. A.; Chave, J.; Bongers, F.; Burnham, R. J.; Cai, Z. Q.; Chuyong, G.; Clark, D. B.; Ewango, C. E. N.; Gerwing, J. J.; Gortaire, E.; Hart, T.; Ibarra-Manríquez, G.; Ickes, K.; Kenfack, D.; Maíca, M. J.; Makana, J. R.; Martínez-Ramos, M.; Mascaro, J.; Moses, S.; Müller-Landau, H. C.; Parren, M. P. E.; Parthasarathy, N.; Pérez-Salicrup, D. R.; Putz, F. E.; Romero-Saltos, H.; Thomas, D. (2010). Annual rainfall and seasonality predict pan-tropical patterns of liana density and basal area. *Biotropica* 42:309–317.
- Govaerts, R. M.; Sobral, P.; Ashton, F.; Barrie, B.; Holst, L.; Landrum, K.; Matsumoto, F. F.; Mazine, E. N.; Lughadha, C.; Proenca, I.; Soares-Silva, P.; Wilson & Lucas, E. (2008). *World Checklist of Myrtaceae*. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens.
- Guidorizzi, E. C. (2008). *Ecologia e comportamento de mico-leão-da-cara-dourada, Leontopithecus chrysomelas (Kuhl, 1820) (Primates, Callitrichidae), em um fragmento de floresta semidecidual em Itororó, Bahia, Brasil*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- Hammer, O.; Harper, D. & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistic Software Package for Education and Data Analyses. *Paleontologia Eletrônica* 4:9.
- Heiduck, S. (1997). Food choice in masked titi monkeys (*Callicebus personatus melanochir*): selectivity or opportunism? *Int. J. of Primatol.* 18(4):487-502.
- Hill, J. L. & Curran, P. J. (2003). Area, shape and isolation of tropical forest fragments:

- Effects on tree species diversity and implications for conservation. *J. of Biogeogr.* 30:1391–1403.
- Irwin, M. T. (2008). Feeding ecology of *Propithecus diadema* in forest fragments and continuous forest. *Int. J. of Primatol.* 29:95-115.
- Lorenzi, H. (2002). *Árvores brasileiras – Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, 01 e 02. Inst. Plantarum, Nova Odessa.
- MacArthur, R. H. & Pianka, E. R. (1966). On optimal use of a patchy environment. *The Am. Naturalist* 100(916):603-609.
- Marsh, L. K. (2003). *Primates in fragments: Ecology and conservation*. Kluwer Academics / Plenum Publishers, New York.
- Martins, M. M. (2009). Lianas as food resource for brown howlers (*Alouatta guariba*) and southern muriquis (*Brachyteles arachnoides*) in a forest fragment. *Animal Biodiversity and Conservation* 32(1):51-58.
- Morellato, P. C. & Leitão-Filho, H. F. (1996). Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28(2):180-191.
- Müller, K-H. (1996). Diet and feeding ecology of masked titis (*Callicebus personatus*). In: Norconk, M. A., Rosenberger, A. L. & Garber, P. A. (Eds.). *Adaptive Radiations of Neotropical Primates*. Plenum Press, New York.
- Nagy-Reis, M. B.; Caselli, C. B. & Setz, E. Z. F. (2011). Dieta de sauás (*Callicebus nigrifrons*) em matas com diferentes graus de perturbação. In: XIV Congresso Brasileiro de Primatologia. *Anais*. Curitiba.
- Neri, F. M. (1997). *Manejo de Callicebus personatus, Geoffroy 1812, resgatados: Uma tentativa de reintrodução e estudos ecológicos de um grupo Silvestre na Reserva*

- Particular do Patrimônio Natural Galheiro – Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Niklas, K. J. (1993). The allometry of plant reproductive biomass and stem diameter. *Am. J. of Botany* 80(4):416-467.
- O'Brien, T.; Hubbell, Spiro, P.; Condit, R. & Foster, R. B. (1995). Diameter, height, crown and age relationship in eight Neotropical tree species. *Ecology* 76(6):1926-1939.
- Onderdonk, D. A. & Chapman, C. A. (2000). Coping with forest fragmentation: The primates of Kinbale National Park, Uganda. *Int. J. of primatol.* 21(4):587-611.
- Payton, I. J.; Fenner, M. & Lee, W. G. (2002). *Keystone species: the concept and its relevance for conservation management in New Zealand*. Department of Conservation, Wellington.
- Peters, R. H.; Cloutier, S; Dubé, D.; Evans, A.; Hastings, P.; Kaiser, H.; Kohn, D. & Sarwer-Foner, B. (1988). The allometry of the weight of fruit on trees and shrubs in Barbados. *Oecologia* 74(4):612-616.
- Pyke, G. H.; Pulliam, H. R. & Charnov, E. L. (1977). Optimal foraging: A selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology* 52(2):137-154.
- Ramos, V. S.; Durigan, G.; Franco, G. A. D. C.; Siqueira, M. F. & Rofrigues, R. R. (2007). *Árvores da floresta estacional semidecidual: Guia de identificação de espécies*. Ed. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ramos-Fernández, G. & Ayala-Orozco, B. (2003). Population size and habitat use of spider monkeys at Punta Laguna, Mexico. In: Marsh, L. (Ed.). *Primates in fragments: Ecology and Conservation*. Kluwer Academic / Plenum Publishers,

New York.

- Richard, A. F. (1985). *Primates in nature*. W. H. Feedman and Co., New York.
- Santos, K. (1998). *Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do Ribeirão Cachoeira, Campinas, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Schnitzer, S. A. (2005). A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *The Am. Natural*. 166(2):262-276.
- Setz, E. Z. F. (1991). Métodos de quantificação de comportamentos de primatas em estudos de campo. In: Rylands A. B. & Bernardes, A. T. (Eds.). *A primatologia no Brasil*, 3. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Shugart, H. H.; West, D. C. & Emanuel, W. R. (1981). Patterns and dynamics of forest: an application of simulation models. In: West, D. C.; Shugart, H. H. & Botkin, D. (Eds.). *Forest succession: concepts and application*. Springer-Verlag, New York.
- Souza-Alves, J. P.; Fontes, I. P. Chagas, R. R. D. & Ferrari, S. F. (2011). Seasonal versatility in the feeding ecology of a group of titis (*Callicebus nigrifrons*) in the Northern Brazilian Forest. *Am. J. of Primatol*. 73:1-11.
- Strier K. B. (2007). *Primate behavioral ecology*. Pearson Press, Boston.
- Tutin, C. E. G. (1999). Fragmented living: Behavioral ecology of primates in a forest fragment in Lopé Reserve, Gabon. *Primates* 40(1):249-265.
- Umapathy, G. & Kumar, A. (2000). Habitat fragmentation and feeding ecology. *Primate Report* 58:67-82.

- Waterman, P. G. & Kool, K. M. (1994). Colobine food selection and plant chemistry. *In:* Davies, A. G. & Oats, J. F. (Eds.). *Colobine monkeys : Their ecology, behavior and evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wrangham, R.W.; Chapman, C.A.; Clark-Arcadi, A.P. & Isabirye-Basuta, G. (1996). Social ecology of Kanyawara chimpanzees: Understanding the costs of great ape groups. *In:* McGrew, W.A. Marchant, L.F. & Nishida, T. (Eds.). *Great Ape Societies*. Cambridge University Press, Cambridge.

## **CAPÍTULO 2: Uso do tempo e do espaço por *Callicebus nigrifrons***

### **Resumo**

O padrão de atividade e o uso do espaço reflete como os animais estruturam suas tarefas diárias e se organizam no ambiente, seja ao longo de sua área de vida ou pelo uso vertical do espaço. Com o objetivo de estudar o padrão de atividade e o uso do espaço de sauás, observações sistemáticas de um grupo habituado foram conduzidas ao longo de um ano. Durante esse período, os sauás passaram a maior parte do tempo parados (45%), forrageando (31%) e locomovendo (21%), sendo as atividades de catação, vocalização e brincadeira menos frequentes (3%). A área de vida do grupo foi de 17ha, com área central de 6ha e percurso diário médio de 1.239m. O consumo de folhas e outras partes vegetativas, possivelmente pela sua distribuição uniforme, influenciou o tempo gasto em descanso e as distâncias percorridas diariamente. Quase um terço das árvores de alimentação se localizam nas áreas de maior intensidade de uso, distribuindo-se de forma agregada, enquanto as árvores de dormir se distribuem mais uniformemente por toda a área de vida do grupo. Assim, a localização das árvores de alimentação parece ser mais importante na determinação do uso da área do grupo do que as árvores de dormir. Foram usadas 36 árvores de dormir de pelo menos 16 espécies e 10 famílias. A espécie das árvores de dormir não é tão importante para a sua escolha, mas sim suas características, como porte e cobertura, havendo preferência por árvores maiores com lianas e galhos oferecendo proteção. A preferência por essas características, sua baixa reutilização e sua distribuição uniforme estão de acordo com a ideia de que a predação e o forrageio podem ser uma forte pressão seletiva moldando a escolha desses sítios.

## **Abstract**

The activity pattern and space use reflect how animals structure their daily activity and organize themselves in the habitat, either along their home range area or vertical use of space. In order to study titi monkey's activity pattern and space use, we conducted systematic observations on a habituated group for one year. During this period, titi monkeys spent most of their time resting (45%), foraging (31%) and moving (21%), while grooming, vocalizing, and playing were less frequent (3%). Their home range area was 17ha, with 6ha of core area and 1,239m of daily path length. Leaf and other vegetative parts consumption, possibly due to their uniform distribution, had an influence on time spent resting and daily path length. Almost one third of feeding trees were located in highly-used intensity areas, with aggregated distribution, while sleeping trees were more evenly distributed along the group home range area. Thus, feeding trees location seems to be more important in determining home range area than sleeping trees location. Titis used 36 sleeping trees of at least 16 species and 10 families. Sleeping trees species is not as important for titi monkeys as their characteristics, such as size and coverage; there is a preference for larger trees with lianas and branches that offer protection. The preference for these characteristics, their low reuse rate and uniform distribution are in accordance with the idea that predation and foraging could be a high selective pressure shaping the choice of sites.

## 1. Introdução

O uso do tempo pode ser analisado em termos de padrão de atividade da espécie e reflete como o grupo estrutura suas tarefas diárias. O tempo alocado a cada atividade, como forrageio, descanso, catação, vocalização e deslocamento pode variar de acordo com as características de cada espécie, sendo influenciado principalmente pelo seu metabolismo e dieta. Mas tais padrões também podem ser influenciados pelos aspectos ambientais, densidade populacional e disponibilidade de recurso, variando sazonalmente.

O uso do espaço inclui não somente a sua utilização horizontal, como tamanho de área de vida, rotas e deslocamentos diários, mas também, embora menos estudada, a sua utilização vertical, como a escolha de sítios de dormir e altura do estrato arbóreo utilizado para deslocamento e forrageio.

A área de vida pode ser definida como a área em que os animais usam ao realizar suas atividades, como forragear e se reproduzir (Burt 1943). Ela pode mudar ao longo da vida de um indivíduo mas, ao contrário do território, não é defendida ativamente (Burt 1943). A área em que um animal vive precisa fornecer todos os recursos necessários ao seu residente (Grant *et al.* 1992) e os animais devem forragear em uma área grande o suficiente para suprir suas demandas energéticas e nutricionais (Chapman & Chapman 2000).

O tamanho da área de vida é determinado tanto por fatores intrínsecos quanto extrínsecos aos indivíduos (McLoughlin & Ferguson 2000) e o mesmo pode-se dizer do deslocamento diário. Ambos estão associados a fatores como: (a) hábitos alimentares (Milton & May 1976); (b) peso corporal e metabolismo (Grant *et al.* 1992); (c) disponibilidade, tamanho e distribuição dos recursos, como alimento (Milton & May

1976), sítio de dormir e fonte de água (Barton *et al.* 1991); (d) tamanho do grupo (Barton *et al.* 1991; Takasaki 1981); (e) pressão de predação (McLoughlin & Ferguson 2000); (f) qualidade de habitat (Takasaki 1981); e (g) competição com grupos vizinhos (Adams 2001).

Devido à alta heterogeneidade na composição de espécies vegetais de florestas tropicais (Richards 1952), os frutos carnosos se distribuem de forma irregular no espaço e no tempo, enquanto as folhas são dispersas de maneira mais uniforme no ambiente. Dessa forma, em geral, os folívoros tem menor áreas de vida e se deslocam menos à procura de alimento do que os frugívoros ou onívoros (Milton & May 1976), que precisam percorrer áreas maiores a procura de seu alimento distribuído em manchas. Dentre as espécies que consomem tanto folhas quanto frutos, a proporção desses itens na dieta irá influenciar o tamanho da sua área de vida (Milton & May 1976) e o percurso diário.

Da mesma forma que a distribuição dos recursos afeta o tamanho da área de vida e os deslocamentos diários dos primatas, ela também afeta o orçamento de suas atividades. Como folívoros precisam se deslocar menos a procura de alimento, o tempo gasto em locomoção e forrageio por eles também acaba sendo menor do que de frugívoros (Clutton-Brock & Harvey 1977). Mas essa maior proporção de tempo gasto em descanso pelos folívoros não é apenas resultado do menor tempo gasto em outras atividades, mas também pelas suas restrições metabólicas. As folhas possuem um alto conteúdo de fibras, matéria de difícil digestão (Richard 1985), explicando esse padrão geral em que folívoros são menos ativos do que frugívoros.

A escolha dos sítios de dormir está relacionada às estratégias para lidar com o forrageio, a predação e o parasitismo (Anderson 2000). A sua localização dentro da área

de uso do grupo e, principalmente, sua proximidade às fontes de alimento parece ser um fator importante para a otimização do forrageio (Chapman 1989; Fogaça 2009; Zhang 1995). Enquanto a sua frequência de uso e a escolha por suas características, como porte e cobertura, parecem ser as principais estratégias contra predação (Anderson 2000). Ainda, a frequência de uso das árvores de dormir e a sua não reutilização em dias consecutivos também pode ser considerada um estratégia para evitar parasitas transmitidos pelas fezes (Anderson 2000).

## **2. Objetivos e hipóteses**

Estudar o padrão de atividade de *C. nigrifrons*, analisando a influência da ingestão de folhas e outras partes vegetativas no seu deslocamento, forrageio e descanso.

Avaliar o uso do espaço nas suas duas dimensões:

- Horizontal: estudar os percursos diários e a área de vida. Avaliar a influência da ingestão de partes vegetativas nas distâncias percorridas e estudar a distribuição das árvores de alimentação e de dormir na área de uso.
- Vertical: avaliar a altura do estrato arbóreo que *C. nigrifrons* utiliza e investigar a seleção por árvores de dormir.

Comparar os resultados com outros trabalhos do gênero e da espécie, para uma descrição dos padrões de vida de *C. nigrifrons*. Através dessa comparação, também investigar as diferenças e semelhanças entre grupos de mata contínua e de fragmentos.

Como as folhas são alimentos de difícil digestão, baixo retorno energético e se distribuem uniformemente no espaço, sua ingestão pode influenciar as distâncias

percorridas diariamente e o tempo gasto em forrageio, descanso e locomoção. Assim, é esperado que o seu consumo seja inversamente relacionado ao tempo gasto em locomoção e às distâncias percorridas, mas diretamente relacionado ao tempo gasto em descanso.

Primatas que vivem em fragmentos de mata devem adotar alguma estratégia para lidar com a baixa quantidade e qualidade de recursos alimentares desses ambientes. Alguns primatas adotam estratégias para poupar energia, reduzindo suas áreas de vida e percursos diários, enquanto outras acabam investindo mais na procura do alimento, aumentando as distâncias percorridas e o tamanho de suas áreas de vida. Dessa forma, é esperado observar alguma dessas duas estratégias no padrão de uso do espaço horizontal pelos sauás.

Ainda, tendo em vista que a predação e o forrageio exercem fortes pressões seletivas sobre a escolha de sítios de dormir em primatas, é esperado que haja uma preferência por árvores de maior porte e que elas se distribuam uniformemente ao longo da área de vida.

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Uso do tempo**

Os dados foram coletados através do método "varredura instantânea" com cinco minutos de intervalo (Altmann, 1974; Setz, 1991). Em cada varredura, o comportamento de cada animal visível foi registrado. As categorias de comportamento foram: forrageio, parado, locomoção, catação, vocalização e brincadeira.

Para determinar o padrão de atividade do grupo, foram estabelecidas as proporções de tempo gasto com cada atividade. Para isso, foi feita a razão entre o número de registros obtidos para cada atividade durante os eventos de varredura instantânea e o número de registros totais ao longo do dia em cada mês.

Para testar a relação entre a proporção de partes vegetativas (folhas e pontas de lianas) na dieta e o tempo gasto em forrageio, locomoção e descanso foram realizadas regressões lineares. Como as variáveis foram testadas par a par, usamos a correção de Bonferroni para evitar a ocorrência de erro do tipo I (falso positivo).

Para determinar o período de alerta, foi registrado o horário em que o grupo deixava a árvore de dormir no início do dia e o horário no qual o grupo assumia uma postura de dormir ao final do dia.

## 3.2. Uso do espaço

### 3.2.1. Área de vida e percurso diário

A posição do grupo (ponto médio aproximado entre os indivíduos) foi registrada a cada 10 minutos com o auxílio de um GPS e plotadas em um mapa. Para possibilitar a comparação dos resultados de área de vida com outros trabalhos, ela foi calculada por dois métodos diferentes: a) método do Mínimo Polígono Convexo (MPC), baseando-se na posição dos pontos (Hayne 1949); e b) método do Kernel Adaptativo, baseando-se na distribuição dos pontos (Worton 1989).

O cálculo por ambos os métodos foi realizado no software R 2.13.0 (R Development Core Team 2011), utilizando o pacote AdehabitatHR (Calenge 2006). Para os cálculos com Kernel Adaptativo, foi utilizada a função KernelUD e fator de

suavização (“*smoothing factor*”)  $h_{ref}$ . As estimativas de ambos os métodos foram feitas com base em 95% dos pontos.

A área central (“*core area*”) foi considerada aquela com a presença de 50% ou mais dos pontos de localização do grupo e também foi calculada através desses dois métodos. Já a intensidade de uso foi calculada através do método de Kernel Adaptativo, uma vez que, ao contrário do MPC, é capaz de distinguir áreas de alta e baixa intensidade de uso.

A localização das árvores utilizadas pelo grupo para alimentação e para dormir também foram registradas com o GPS e plotadas no mapa de utilização da área. Devido ao baixo número de pontos de árvores de alimentação e de dormir, não foi possível calcular a sua intensidade de uso pelo método de Kernel Adaptativo. Assim, sua localização foi comparada com os resultados de intensidade de uso total da área de vida.

As distâncias percorridas diariamente (“*path length*”) foram calculadas através da soma das distâncias entre pontos consecutivos obtidos pelo GPS, o que foi feito com o auxílio do software GPS TrackMaker 13.7 (Junior 2010). Para o cálculo das distâncias dos percursos diários, foram utilizados somente os dias completos e os quase completos (dias com horas de observação igual ou superior a 90% da média do período de alerta do grupo naquele mesmo mês).

Para analisar a influência da dieta sobre o percurso diário, foi testada a relação entre o deslocamento diário e o consumo de frutos carnosos ou partes vegetativas (folhas e pontas de lianas), através de duas regressões lineares. Para isso, cada percurso diário foi dividido pelo número de horas de atividade do dia (período de alerta), retirando a interferência das diferenças no comprimento do dia.

*A posteriori*, para investigar se a relação encontrada entre deslocamento diário e consumo de partes vegetativas foi simplesmente devido à relação entre esse consumo e o tempo gasto em repouso, testamos a relação entre o deslocamento diário e o tempo gasto em repouso através de uma regressão linear.

### 3.2.2. Seleção das árvores de dormir

A fim de caracterizar a utilização do estrato arbóreo pelo grupo durante as suas atividades diárias, a intervalos de 10 minutos, foi registrada a altura média em que o grupo se encontrava. Essa altura média de utilização do espaço vertical foi comparada com a altura média em que os sauás dormiam.

As árvores utilizadas pelo grupo para dormir foram marcadas, identificadas e caracterizadas. As identificações foram feitas com o auxílio de profissionais especialistas (José Ataliba Gomes e Prof. Jorge Tamashiro). Foram registrados o seu diâmetro do tronco na altura do peito (DAP), diâmetro de copa, altura total (medida com um estimador de distância a laser “*rangefinder*”) e a presença de lianas. O DAP e a altura das árvores de dormir foram comparados com os das árvores de alimentação através de testes *t*, com transformação logarítmica quando necessário.

Quando era visível, a altura do galho em que os sauás passavam a noite e a sua cobertura (por galhos ou lianas) também eram registradas. Também foi calculado o índice de seletividade (conforme descrito no Capítulo 1) para a escolha das espécies. A densidade absoluta de indivíduos por hectare foi retirada de outro trabalho realizado na área de estudo (Cielo 2007) e a partir dela foi calculada a abundância relativa de cada espécie (Anexo 1).

Todos os testes estatísticos foram realizados no software STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc. 2008).

## 4. Resultados

### 4.1. Uso do tempo

Com um período de alerta diário médio de 9 horas e 47 minutos ( $\pm 1h23min$ ), os sauás passaram a maior parte do tempo parados (45%), forrageando (31%) e locomovendo (21%). As atividades de catação, vocalização e brincadeira representaram juntas aproximadamente 3% (Fig. 01).



Fig. 01. Padrão de atividade do grupo.

Não houve correlação entre a proporção de partes vegetativas (folhas e pontas de lianas) na dieta e o tempo gasto em forrageio ( $p = 0,160$ ;  $F = 2,30$ ; g.l. = 1) ou locomoção ( $p = 0,066$ ;  $F = 4,24$ ; g.l. = 1). No entanto, a proporção de partes vegetativas esteve relacionada com a proporção de tempo em que o grupo ficou parado ( $p = 0,015$ ;  $F = 8,56$ ;

g.l. = 1): quanto maior a proporção de partes vegetativas na dieta, maior o tempo gasto em repouso (Fig. 02).

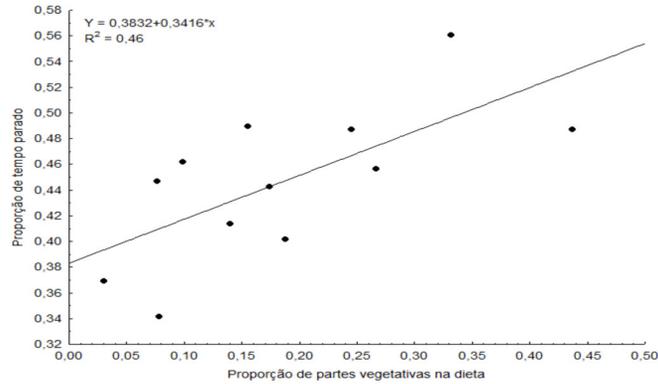


Fig. 02. Relação entre a proporção de tempo que os sauás ficaram parados e a proporção de partes vegetativas na dieta.

## 4.2. Uso do espaço

### 4.2.1. Área de vida e percurso diário

A área de vida do grupo, localizada próxima à borda do fragmento (Fig. 03), foi de 17,2ha pelo método MPC (Fig. 04) e 19,5ha pelo Kernel Adaptativo, com área central de 6,4ha e 6,1ha, respectivamente.



Fig. 03. Localização da área de vida do grupo no fragmento.

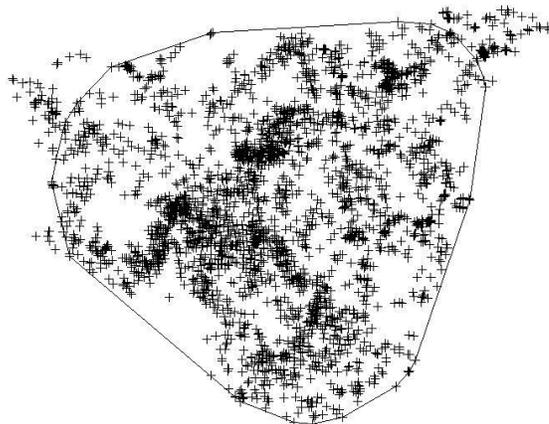


Fig. 04. Área de vida e pontos da posição do grupo ao longo de um ano.

Quase um terço das árvores de alimentação (46 de 178 indivíduos) se localizam nas áreas de maior intensidade de uso. As árvores de alimentação se distribuem de forma agregada, com menor espaçamento entre os indivíduos, e ocorrem em maior concentração nessas áreas do que é observado nas áreas de menor utilização (Fig. 05). Por outro lado, as árvores de dormir têm uma distribuição mais uniforme ao longo de toda a área de vida do grupo, com apenas 16% delas (6 de 37) localizadas nas áreas de maior intensidade de uso (Fig. 05).

O grupo percorreu em média 1.239m ( $\pm 440,9$ m) por dia, com deslocamento médio de 2,1 metros por minuto ( $\pm 0,7$ m/min). O percurso diário não esteve relacionado com a proporção de frutos carnosos na dieta do grupo ( $p = 0,180$ ;  $F = 2,10$ ; g.l. = 1), mas sim com a proporção de partes vegetativas (folhas e pontas de lianas) ( $p = 0,047$ ;  $F = 5,08$ ; g.l. = 1), sendo menor quanto maior a ingestão desses itens (Fig. 06).

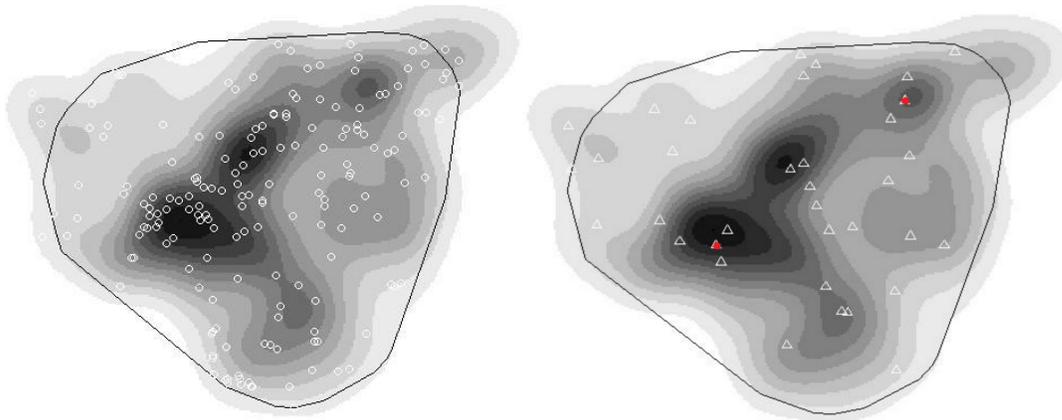


Fig. 05. Intensidade de uso da área de vida do grupo com a localização das principais árvores de alimentação (n = 178) (representadas pelos círculos) (esq.) e árvores de dormir (n = 37) (representadas pelos triângulos, com as utilizadas mais de 5 vezes marcadas em vermelho) (dir.).

O deslocamento diário não esteve relacionado com a proporção de tempo gasto em repouso ( $p = 0,250$ ;  $F = 1,48$ ; g.l. = 1). Assim, a relação entre a proporção de partes vegetativas na dieta e o deslocamento diário não foi em função da correlação entre descanso e partes vegetativas encontrada anteriormente.

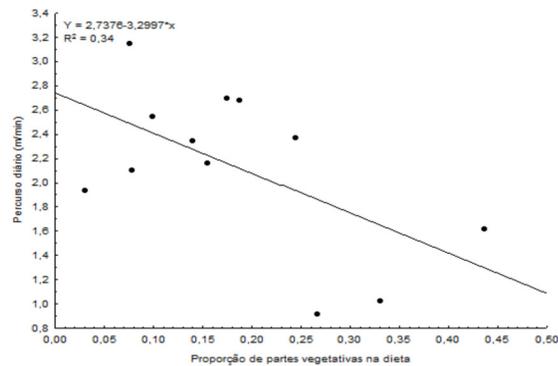


Fig. 06. Relação entre o deslocamento diário (m/min) e a proporção de partes vegetativas na dieta do grupo.

#### 4.2.2 Utilização do espaço vertical e seleção das árvores de dormir

Durante o período observado, os animais ocuparam diversas alturas do estrato arbóreo, utilizando eventualmente até o chão para forragear, se locomover e brincar, mas a altura média utilizada por eles foi de 9m ( $\pm 0,82m$ ).

O grupo utilizou 36 árvores de dormir em 61 noites. Foram usadas pelo menos 16 espécies de 10 famílias (Tab. 01), sendo as principais (em ordem decrescente): Fabaceae, Apocynaceae, Anacardiaceae, Moraceae e Euphorbiaceae.

Tab. 01. Lista das espécies arbóreas utilizadas pelo grupo para dormir, suas famílias, número de indivíduos de cada espécie (N), número de vezes que foram utilizadas (Uso) e porcentagem de utilização.

Família	Espécie	N	Uso	% de Uso
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polineura</i> Mull. Arg.	7	17	27,9
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	5	5	8,2
Cesalpinoideae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	3	4,9
Fabaceae	<i>Acacia polyphila</i> DC.	1	1	1,6
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	3	4,9
	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	2	2	3,3
	Sp. 1	1	1	1,6
	<i>Taquigale multijuga</i> Benth.	1	1	1,6
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	1	1	1,6
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	1	1	1,6
	<i>Ficus glabra</i> Vell.	2	2	3,3
Phyllanthaceae	<i>Savia dictyocarpa</i> Mull. Arg.	3	4	6,6
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.	2	3	4,9
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	1	2	3,3
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	1	1	1,6
Indeterminadas		6	14	23
Total		37	61	

As seis espécies de árvores de dormir mais importantes foram (em ordem decrescente): *Aspidosperma polineura*, *Astronium graveolens*, *Savia dictyocarpa*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea courbaril* e *Gallesia integrifolia*, representando juntas 57% dos usos. Os sauás apresentaram preferência por metade dessas espécies, enquanto o uso da outra metade (composta pelas três espécies mais utilizadas dentre essas seis) pareceu se dar conforme sua abundância relativa no local (Fig. 07).

Cada árvore foi utilizada em média menos de duas vezes, sendo a maioria usada somente uma vez (72% dos indivíduos) e duas usadas seis ou sete vezes (uma *A. polyneura* e outra não identificada, totalizando 5% dos eventos) (para detalhes de sua localização na área do grupo, ver Fig. 05b). No entanto, a reutilização de árvores de dormir ocorreu somente uma vez em dias consecutivos.

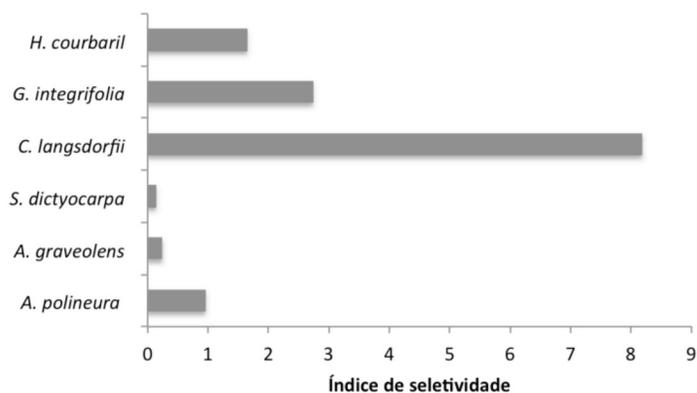


Fig. 07. Índice de seletividade para as seis espécies mais importantes de árvores de dormir.

As árvores de dormir (AD) tem, em média, 23m ( $\pm$  4,5m) de altura, 63cm ( $\pm$  29,6cm) de DAP e 18m ( $\pm$  7,5m) de diâmetro de copa. Elas apresentam maior porte do

que as árvores que foram utilizadas na alimentação (AA) (diferença de DAP entre ADs e AAs:  $t = -9,68$ ; g.l. = 131;  $p < 0,001$ ; diferença de altura de ADs e AAs:  $t = -9,36$ ; g.l. = 131;  $p < 0,001$ ) (Fig. 08).

Todas as árvores de dormir possuíam lianas próximas à copa e em 64% delas, o grupo dormia emaranhado entre elas, sendo visíveis em poucos casos. Os galhos em que os sauás dormiam tinham altura média de 17,3m e em 93% dos casos, possuíam algum tipo de cobertura (lianas ou outros galhos).

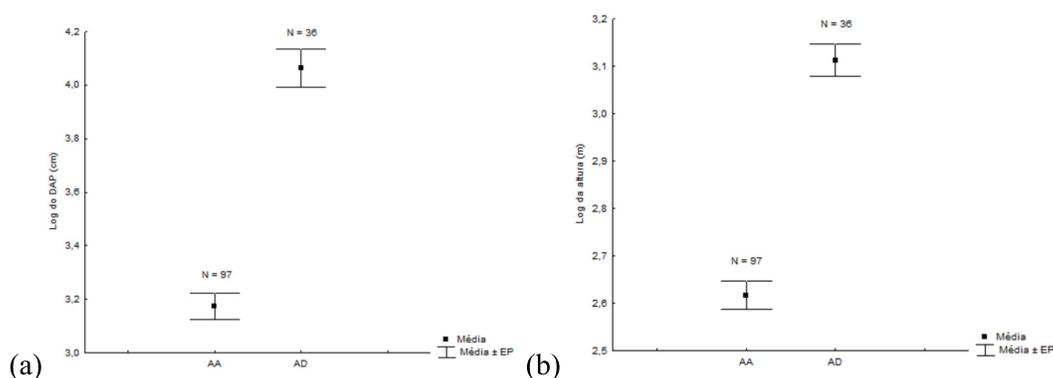


Fig. 08. Diâmetro na altura do peito (DAP) (a) e altura (b) das árvores utilizadas para alimentação (AA) e para dormir (AD).

## 5. Discussões e conclusões

A proporção de tempo alocado às atividades de forrageio (31%) e locomoção (21%) foi semelhante ao descrito em outros trabalhos com a espécie (31 a 40% e 21 a 25%, respectivamente; Caselli 2008; Neri 1997). No entanto, os sauás descansaram (45%) um pouco mais do que registrado em outros trabalhos (26 a 29% Caselli 2008; Neri 1997). Essa diferença na proporção de tempo destinado ao descanso entre os grupos parece ser pela diferença de tempo alocado às demais atividades (catação, vocalização e

brincadeira). Enquanto essas atividades somadas foram responsáveis por apenas 3% dos registros no nosso estudo, elas foram de 9 a 11% nos demais trabalhos (Caselli 2008; Neri 1997).

O padrão de atividade pode ser influenciado por diversos fatores além das características de cada espécie. Assim, a diferença observada entre os grupos pode ser dada pelos aspectos ambientais dos diferentes locais de estudo, densidade de indivíduos da espécie em cada área ou até mesmo por diferenças individuais.

As atividades de forrageio, descanso e locomoção podem ser influenciadas pela dieta, em especial pela ingestão de folhas. Como as folhas requerem mais tempo em processamento e pouco em manuseio, pode haver uma relação negativa entre a sua ingestão e o tempo alocado ao forrageio (Clutton-Brock 1977), mas isso não foi encontrado para o nosso grupo de estudo.

Como as folhas possuem grandes quantidades de carboidratos estruturais, como celulosas, ligninas e hemicelulosas, são itens de difícil digestão (Garber 1987; Richard 1985). Assim, em função do seu processamento, a ingestão de folhas pode aumentar o tempo gasto em descanso, diminuindo também o tempo alocado à locomoção. Como esse item fornece baixo teor energético, o descanso pode ainda ser uma estratégia para poupar energia. Apesar da proporção de folhas e outras partes vegetativas na dieta não ter afetado o tempo gasto em locomoção, o tempo alocado ao descanso foi influenciado por ela, sendo maior quanto maior a sua proporção na dieta.

Em diversos grupos de primatas, as distâncias percorridas diariamente também são influenciadas pela proporção de folhas na dieta (Clutton-Brock 1977). Isso também foi observado no nosso grupo de saúás: conforme houve o aumento do consumo de partes

vegetativas, as distâncias percorridas diariamente também diminuiram. No entanto, as distâncias percorridas diariamente não estiveram relacionadas com o tempo gasto em repouso. Assim, podemos dizer que a diminuição nas distâncias percorridas não se deve ao aumento do tempo gasto em descanso resultante da ingestão de folhas.

Dessa forma, outros fatores não relacionados às questões energéticas envolvidas na ingestão de folhas devem estar influenciando essa relação entre o consumo de partes vegetativas e as distâncias percorridas pelo grupo. Podemos sugerir que a distribuição uniforme das folhas e o pequeno deslocamento necessário para encontrar tais recursos poderia ser um dos responsáveis por essa redução das distâncias percorridas.

Fatores climáticos, como temperatura ambiente e precipitação, apesar de não analisados, também poderiam influenciar os padrões comportamentais observados. Dados os custos da termorregulação, o tempo gasto em repouso e as distâncias percorridas diariamente podem ser afetados, especialmente pela temperatura. No entanto, tal relação entre temperatura e descanso não foi observada em trabalho anterior com a espécie (Caselli 2008).

A área de vida do grupo (17ha pelo MPC) foi intermediária ao registrado anteriormente para a espécie. Ela foi maior do que o registrado para um casal de mata funcionalmente contínua (8ha – Caselli 2008), mas menor do que a de um grupo de fragmento menor (48ha – Neri 1997). Já a média das distâncias percorridas diariamente (1.239m) foi bastante semelhante a um dos trabalhos (1.270m - Neri 1997 vs. 573m - Caselli 2008).

A proporção de folhas na dieta, que poderia influenciar as distâncias percorridas diariamente (como vimos anteriormente), foi semelhante ao trabalho em mata “contínua”

(14% vs. 16% - Caselli 2008), assim, ela não parece explicar essa diferença entre os dois grupos. As distâncias percorridas diariamente, assim como a área de vida dos primatas, também são influenciadas pelo tamanho de grupo (Takasaki 1981; Barton *et al.* 1991), competição com grupos vizinhos (Adams 2001) e qualidade de habitat (Takasaki 1981).

Como a demanda energética é maior conforme o tamanho de grupo aumenta, as áreas de vida e as distâncias percorridas diariamente também precisam aumentar, ampliando as possibilidades de se encontrar todos os recursos necessários para suprir essa necessidade metabólica. Dadas as diferenças no tamanho de grupo entre nosso estudo (com média quatro indivíduos) e o de mata “contínua” (com um casal), era esperada essa diferença entre os tamanhos de área de vida e percursos diários. Da mesma forma, dadas as semelhanças de tamanho de grupo entre nosso estudo e o de fragmento pequeno (Neri 1997) (ambos com quatro indivíduos), era esperado que as áreas de vida e os percursos diários fossem semelhantes. As distâncias percorridas diariamente de fato foram parecidas, mas a área de vida do grupo de estudo de Neri (1997) foi quase três vezes maior. Essa divergência poderia ser explicada pela diferença na competição com grupos vizinhos entre as duas áreas: enquanto no estudo de Neri (1997) os sauás consistiam no único grupo presente no fragmento, na nossa área estimamos que haja pelo menos outros dez grupos.

Essa diferença de tamanho de área de vida entre os três grupos de sauás também pode ser em decorrência das diferenças de qualidade de habitat entre as áreas de estudo. Fragmentos de mata possuem composição e estrutura florística diferente de matas contínuas, apresentando menor quantidade e qualidade de recursos aos primatas (Arroyo-Rodríguez & Mandujano 2006). Essa menor qualidade de habitat em fragmentos

florestais poderia contribuir para áreas de vida e percursos diários maiores nesses grupos em comparação àqueles de mata contínua. Assim, seria esperado esse gradiente de tamanho de área de vida e percurso diário, sendo ambos maiores em grupos de fragmentos pequenos, menores em matas “contínuas” e intermediários em fragmentos grandes. Dessa forma, talvez a melhor explicação para o padrão encontrado seria a combinação destes três fatores: diferenças no tamanho dos grupos, competição com vizinhos (ou outras espécies) e qualidade de habitat.

O uso da área de vida dos sauás parece ser influenciada pelo padrão de distribuição de suas árvores de alimentação. A maior agregação dessas árvores em áreas de maior intensidade de uso do grupo indica que elas seriam mais importantes na determinação do uso da área em detrimento das árvores de dormir.

O alto número de sítios de dormir e a sua distribuição uniforme ao longo da área de vida do grupo podem aumentar a eficiência de forrageio dos sauás. Com esse padrão de distribuição, as distâncias entre as fontes alimentares e as árvores de dormir são reduzidas, diminuindo o tempo gasto em deslocamento e as distâncias percorridas (Chapman 1989). Essa ideia é ainda apoiada pelo fato de que as duas árvores de dormir mais utilizadas pelo grupo se localizam na área de maior intensidade de uso, onde a maioria das árvores de alimentação se concentra.

Além disso, esse alto número de sítios de dormir e a sua baixa reutilização, especialmente em dias consecutivos, implica em uma menor previsibilidade por parte dos predadores. Assim, essa seria uma estratégia para diminuir a chance de serem predados, uma vez que isso dificulta que o predador aprenda e preveja onde o grupo passará cada noite (Anderson 2000).

Esses resultados se assemelham com alguns trabalhos com *Callicebus*, em que o número de árvores de dormir utilizadas também foi grande e com baixa reutilização (Kinzey *et al.* 1977 - *C. lucifer*; Kinzey & Becker 1983 - *C. personatus*; Neri 1997 - *C. nigrifrons*). Dois outros trabalhos, no entanto, observaram tendências diferentes: em um deles, um grupo de *C. melanochir* utilizou apenas seis árvores de dormir diferentes ao longo do estudo (Heiduck 2002). Em outro, *C. coimbrai* utilizou somente três árvores de dormir, sendo todas da mesma espécie (*Licania littoralis*, Chrysobalanaceae) e, ainda, retornou para a mesma árvore em um quarto das noites consecutivas (Souza-Alves *et al.* 2011).

Esses dois trabalhos apresentaram alguns aspectos interessantes ao explicar esse padrão encontrado, mostrando outras pressões exercidas sobre a seleção de árvores de dormir. No primeiro, a área de vida dos sauás se localizava em um fragmento pequeno com alto grau de distúrbio (parte constituído por vegetação em regeneração e floresta de corte seletivo), onde as árvores de grande porte eram escassas. Já no segundo, a escolha do sítio de dormir pelos sauás se mostrou ser uma resposta à competição com outra espécie de primata (*Cebus xanthosternos*). Assim, outros fatores, como a disponibilidade de árvores e a competição também influenciam a escolha dos sítios de dormir, explicando padrões contrários ao esperado pela lógica da predação e forrageio.

Ao contrário do que foi observado para *C. coimbrai* (Souza-Alves *et al.* 2011) e o que ocorre com as árvores de alimentação (Capítulo 1), não houve forte preferência pelas espécies de árvores de dormir, sendo metade delas utilizadas conforme sua abundância relativa no ambiente. A espécie da árvore pode ser importante na alimentação, uma vez que cada uma fornece recursos específicos, mas para as árvores de dormir, talvez esse

não seja o fator principal mediando a sua escolha. A localização e as características físicas das árvores, que estão associados a fatores como estratégias de forrageio e predação, são mais importantes e não estão necessariamente relacionados à espécie vegetal.

De forma semelhante a outros trabalhos com primatas (Anderson 1984; Fogaça 2009; Heiduck 2002; Kinzey *et al.* 1977), as árvores de dormir utilizadas pelo *C. nigrifrons* são de grande porte. Quando recolhidos para dormir, os sauás ficaram em média a 17m, altura superior àquela usada durante suas atividades diárias (9m). As árvores de dormir ainda são maiores do que as árvores utilizadas para alimentação e a maioria das árvores do local de estudo. Enquanto a maioria das árvores da mata medem de 10 a 15m e possuem DAP de 10 a 20cm (Santos 2003), as árvores de dormir que os sauás utilizaram apresentaram 23m e 63cm, respectivamente. Apenas 13% das árvores do local de estudo possuem essa faixa de altura (15 a 20m) e, uma porcentagem ainda menor de árvores apresenta DAP semelhante (2%) (Santos 2003).

O maior porte dessas árvores e a cobertura por lianas conferem aos sauás maior proteção contra predação, uma vez que dificultam o acesso de predadores, proporcionando barreiras físicas e visuais, diminuindo a sua detecção. Ainda, tais características poderiam proporcionar maior segurança quanto a fatores climáticos, oferecendo maior resistência aos ventos e tempestades.

Em suma, o padrão de atividade foi influenciado pela dieta, apresentando uma relação positiva entre a proporção de folhas consumidas e o tempo gasto em descanso. A ingestão de folhas e outras partes vegetativas, possivelmente pelo seu padrão uniforme de

distribuição, também influenciou negativamente as distâncias percorridas diariamente. O tamanho da área de vida do grupo foi intermediário aos valores registrados para a espécie até o momento e podemos sugerir que as diferenças no tamanho dos grupos, a competição e a qualidade de habitat podem explicar as diferenças encontradas. A localização das árvores de alimentação parece ser mais importante na determinação do uso da área de vida do grupo do que a das árvores de dormir. A seleção de árvores para dormir por *C. nigrifrons* não se dá pela espécie, mas sim pelas suas características, como porte e cobertura, havendo preferência por árvores maiores com lianas e galhos oferecendo proteção. A preferência por essas características, juntamente com o grande número de árvores utilizadas para dormir e, principalmente, a sua baixa frequência de reutilização, estão de acordo com a ideia de que a predação poderia ser uma forte pressão seletiva moldando a escolha desses sítios. A distribuição uniforme das árvores de dormir pela área de vida do grupo sugere, ainda, que essa escolha poderia também estar relacionada às estratégias de forrageio.

## **6. Referências bibliográficas**

- Adams, E. S. (2001). Approaches to the study of territory size and shape. *Ann. Rev. of Ecology and Systematics* 32:277-303.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 40:227-267.
- Anderson, J. R. (1984). Ethology and ecology of sleep in monkeys and apes. *Adv. Stud. Behav.* 14:165-229.

- Anderson, J. R. (2000). Sleep-related behavioural adaptations in free-ranging anthropoid primates. *Sleep Medicine Reviews* 4(4):355-373.
- Arroyo-Rodríguez, V. & Mandujaro, S. (2006). Forest fragmentation modifies habitat quality for *Alouatta palliata*. *Int. J. of Primatol.* 27(4):1079-1096.
- Barton, R. A.; Whiten, A.; Strum, S. C.; Byrne, R. W. & Simpson, A. J. (1991). Habitat use and resource availability in baboons. *Animal Behav.* 43(5):831-844.
- Burt, W. H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *J. of mammalogy* 24(3):346-352.
- Calenge, C. (2006). The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197:516-519.
- Caselli, B. C. (2008). *Ecologia alimentar, padrão de atividade e uso de espaço por Callicebus nigrifrons (Primates: Pitheciidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Chapman, C. A. (1989). Spider monkey sleeping sites: Use and availability. *Am. J. of Primatol.* 18:53-60.
- Chapman, C. A. & Chapman, L. J. (2000). Determinants of group size in primates: The importance of travel costs. In: Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.). *On the move: How and why animals travel in groups*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Cielo, R. F. (2007). *Organização, estrutura e amostragem em uma floresta estacional semidecídua*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Clutton-Brock, T. H. & Harvey, P. H. (1977). Species differences in feeding and ranging behaviour in primates. In: Clutton-Brock, T. H. (Ed.). *Primate ecology: Studies of*

*feeding and ranging behaviour in lemurs, monkeys and apes*. Academic Press, Maryland Hights.

Fogaça, M. D. (2009). *Escolha de árvore e sítio de dormir e sua influência na rota diária de um grupo de Cebus nigritus, no Parque Estadual Carlos Botelho, SP*.  
Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Garber, P. (1987). Foraging strategies among living primates. *Ann. Rev. Anthropol.* 16:339-364.

Grant, J. W. A.; Chapman, C. A. & Richardson, K. S. (1992). Defended versus undefended home range size of carnivores, ungulates and primates. *Behav. Ecol. and sociobiol.* 31(3):149-161.

Hayne, D. W. (1949). Calculation of size of home range. *J. Mammal.* 30:1-18.

Heiduck, S. (2002). The use of disturbed and undisturbed forest by masked titi monkeys *Callicebus personatus melanochir* is proportional to food availability. *Oryx* 36(2):133-139.

Junior, O. F. (2010). GPS TrackMaker. GeoStudio Technology Ltd. Belo Horizonte, Brasil. URL [www.gpstm.com](http://www.gpstm.com).

Kinzey, W. G.; Rosenberger, P.; Heisler, P. S.; Prowse, D. L. & Trilling, J. S. (1977). A preliminary field investigation of the yellow handed titi monkey, *Callicebus torquatus*, in Northern Peru. *Primates* 18(1):151-181.

Kinzey, W. G. & Becker, M. (1983). Activity pattern of the masked titi monkey, *Callicebus personatus*. *Primates* 24(3):337-343.

McLoughlin, P. D. & Ferguson, S. H. (2000). A hierarchical pattern of limiting factors helps explain variation in home range size. *Ecoscience* 7(2):123-130.

- Milton, K. & May, M. L. (1976). Body weight, diet and home range area in primates. *Nature* 259(4443):459-462.
- Neri, F. M. (1997). *Manejo de Callicebus personatus, Geoffroy 1812, resgatados: Uma tentativa de reintrodução e estudos ecológicos de um grupo Silvestre na Reserva Particular do Patrimônio Natural Galheiro – Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [www.R-project.org](http://www.R-project.org).
- Richard, A. F. (1985). *Primates in nature*. W. H. Feedman and Co., New York.
- Richards, P. W. (1952). *The Tropical Rain Forest*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Santos, K. (2003). *Caracterização florística e estrutural de onze fragmentos de mata estacional semidecidual da área de proteção ambiental do município de Campinas - SP*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Souza-Alves, J. P.; Fontes, I. P.; Chagas, R. D. & Ferrari, S. F. (2011). Seasonal versatility in the feeding ecology of a group of titis (*Callicebus coimbrai*) in the Northern Brazilian Forest. *Am. J. of Primatol.* 73:1-11.
- Setz, E. Z. F. (1991). Métodos de quantificação de comportamentos de primatas em estudos de campo. In: Rylands A. B. & Bernardes, A. T. (Eds.). *A primatologia no Brasil*, 3. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Statsoft, Inc. (2008). STATISTICA: Data analysis software system, Tulsa, EUA. URL [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

- Takasaki, T. (1981). Troop size, habitat quality, and home range area in Japanese macaques. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 9:277-281.
- Worton, B. J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70(1):164-168.
- Zhang, S. Y. (1995). Sleeping habitats of brown capuchin monkeys (*Cebus apella*) in French Guiana. *Am. J. of Primatol.* 36, 327-335.

### **CAPÍTULO 3: Estratégias e respostas relacionadas à abundância de recursos alimentares por *Callicebus nigrifrons***

#### **Resumo**

A abundância dos recursos e o modo como esses são distribuídos no ambiente influenciam as estratégias adotadas para a otimização de energia durante o forrageio. Assim, nosso objetivo foi investigar as diferenças na dieta, uso do espaço e padrão de atividade de sauás entre períodos com diferente produtividade de recursos alimentares. Para isso, observações sistemáticas de um grupo habituado de sauás foram realizadas por um ano de forma paralela à coleta de dados sobre a abundância de recursos alimentares. Os frutos carnosos, que constituem o item mais energético na dieta dos sauás, foram os únicos consumidos de forma proporcional à sua abundância no ambiente. O consumo de partes vegetativas, como esperado pela teoria do forrageio ótimo, esteve negativamente relacionado com a abundância de frutos carnosos. Durante os períodos de alta abundância de recursos alimentares, os sauás consumiram mais frutos carnosos, flores e insetos. Ainda, investiram mais na sua defesa, através de vocalizações, e procura, se locomovendo e explorando mais o ambiente, além de percorrerem maiores distâncias. Por outro lado, durante os meses de baixa produtividade, houve um aumento no consumo de itens pouco energéticos e diminuição de espécies na dieta, além de utilização de fontes menores, diminuição do tempo gasto em locomoção e aumento de inatividade. Assim, estando de acordo com a teoria do forrageio ótimo, o aumento do consumo de itens menos rentáveis (tanto em qualidade quanto em quantidade) se deu à medida que os itens mais energéticos se tornaram escassos no ambiente. Dessa forma, a resposta dos sauás durante períodos de baixa produtividade envolve tanto mudanças na dieta quanto no padrão de atividade e no uso do espaço. Durante períodos de baixa produtividade de recursos alimentares, os sauás adotam uma estratégia do tipo baixo custo/baixo retorno, consumindo itens menos calóricos mas ainda abundantes no espaço, investindo pouco na procura de alimentos e conservando energia.

## **Abstract**

Resource availability and distribution have an influence on energy intake optimization strategies during foraging. Thus, our objective was to investigate differences in diet, space use, and activity pattern in titi monkeys during periods of different resource availability. We systematically collected data on a habituated group during one year in parallel with resource abundance information. Fleshy fruits, which are the most energetic resource in the titis diet, were the only item consumed proportionally to their abundance in the environment. Plant vegetative parts consumption, as expected by optimal foraging theory, was negatively related to fleshy fruits abundance. During high resource availability, titi monkeys consume more fleshy fruits, flowers, and insects. They also invest more in defense, using vocalizations, and in food search, moving and exploring more the environment besides traveling longer distances. Conversely, during low resource availability, there is a higher consumption of low-energy items, an increased number of species in the diet, the utilization of smaller sources, a decrease in time spent moving, and an increase in inactivity. Therefore, in accordance with optimal foraging theory, the increase in consumption of less-profitable items occurred as higher energy items became scarce in the habitat. Thus, titi monkeys' response to low resource availability involves changes in diet, activity pattern, and space use. During low resources availability periods, titi monkeys adopted a low-cost/low-return strategy, consuming lower energy but abundant items, investing less in food search, and conserving energy.

## 1. Introdução

As estratégias envolvidas na alimentação dependem não só das características anatômicas e fisiológicas dos animais e da qualidade do alimento. Os alimentos possuem diferentes padrões de distribuição no espaço e no tempo, apresentando disponibilidade sazonal. Alimentos de alta qualidade, como os frutos, geralmente estão disponíveis durante um curto período de tempo, com distribuição em manchas, enquanto recursos de baixa qualidade, como folhas, estão disponíveis o ano todo de maneira uniforme no espaço (Strier 2007).

Assim, além das diferenças no conteúdo nutricional, taxa de renovação e digestibilidade, a abundância, distribuição e disponibilidade sazonal dos recursos vegetais também tem enorme impacto nos padrões de alimentação dos primatas (Garber 1987). Portanto, o uso do alimento é determinado pelas restrições das dietas e preferências dos animais e modulado pela disponibilidade dos recursos (Hemingway & Bynum 2005).

Segundo a teoria do forrageio ótimo (MacArthur & Pianka 1966; Pyke *et al.* 1977), os animais devem maximizar de modo global a ingestão de energia durante a atividade de forrageio. Os primatas podem apresentar maior seletividade quando alimentos mais rentáveis (como frutos carnosos) são mais comuns, consumindo-os conforme sua abundância no ambiente (Harrison 1984). Assim, a disponibilidade dos recursos alimentares e o modo como esses são distribuídos no ambiente irão influenciar as estratégias adotadas para otimização de energia durante o forrageio e a dieta.

Quando há a redução na quantidade de alimentos disponíveis no ambiente, especialmente daqueles mais utilizados pela espécie, essas podem adotar basicamente duas estratégias quanto ao modo de obtenção de energia. Os animais podem passar a

forragear e a se locomover mais pelo ambiente a procura desses itens mais calóricos, apesar de escassos, investindo mais tempo e energia nessa procura, mas tendo alto retorno energético. Outra estratégia seria se alimentar de itens menos calóricos, mas mais abundantes e de distribuição uniforme no ambiente, e conservar energia ficando mais inativos (DaSilva 1992).

As estratégias para lidar com a escassez sazonal de recursos, seja ela de alto custo/alto retorno ou a de baixo custo/baixo retorno (Norberg 1977), envolvem mudanças comportamentais relacionadas ao uso do espaço, como alterações na área de vida e nas distâncias percorridas diariamente, além de mudanças na dieta.

Em uma estratégia de baixo custo/baixo retorno, as distâncias percorridas e o tempo gasto em locomoção podem ser reduzidos, minimizando o tempo alocado à procura de recursos, a fim de se poupar energia e se expor menos a predadores. Já em uma estratégia de maximização de energia, o animal aumenta a sua área de vida, as distâncias percorridas e o tempo gasto em deslocamento a fim de aumentar a probabilidade de encontrar alimento (Hemingway & Bynum 2005).

Outra possibilidade relacionada à área de vida é a mudança temporária do animal para outra localidade, podendo mudar de habitat ou apenas de área de uso (Hemingway & Bynum 2005). Nesse tipo de resposta, o animal se move ao longo de habitats e fora de sua área de uso convencional a procura de áreas mais produtivas. Para que ela seja adotada, é necessário que haja heterogeneidade ecológica em escala temporal e espacial e que o grão ambiental seja maior do que a área de vida da espécie. Esse tipo de resposta ocorre, principalmente, onde a área de vida não possui todos os habitats da paisagem (Hemingway & Bynum 2005).

Um exemplo bastante estudado é a mudança temporária de área de uso entre igapós e terras firmes na Amazônia, que ocorre de acordo com a oferta diferencial de recursos nessas áreas em diferentes estações (Defler 1996 - *Lagothrix lagothricha*; Palacios & Rodriguez 2001 - *Alouatta seniculus*; Peres 1994 - *Cebus albifrons* e *Saimiri* sp.). Essa resposta também está relacionada ao tamanho corporal, tamanho de grupo, organização social e territorialidade da espécie (Hemingway & Bynum 2005).

Juntamente com a maioria dessas estratégias, há a flexibilidade da dieta, que representa 70% das respostas à escassez de alimento (Hemingway & Bynum 2005). Essa ocorre quando os recursos de maior valor energético se tornam escassos demais para serem explorados e são substituídos por itens disponíveis que requerem menor energia para serem encontrados e consumidos.

Assim, consiste basicamente no uso de recursos alternativos, podendo ser (a) a troca por um item diferente dentro de uma mesma categoria de alimento (como por exemplo, mudança da espécie de fruto consumido); (b) a troca por um item de outra categoria alimentar (por exemplo, substituição de fruto por folha); ou, ainda, (c) usar espécies-chave (Hemingway & Bynum 2005). As espécies-chave, ou alimento crítico, são consideradas recursos cuja exploração é vital para sustentar a população durante épocas de escassez de alimento (Payton *et al.* 2002).

Os recursos alternativos mais importantes durante esses períodos são as folhas (novas e maduras) e outras partes vegetativas (como ramos e brotos). Esse tipo de resposta pode ser acompanhado pelo aumento da variedade da dieta (ampliação da dieta), aumentando o número de espécies consumidas. No entanto, espécies com grandes especializações morfológicas são mais limitadas e, portanto, possuem menor flexibilidade

de dieta do que espécies com dentição e sistema digestório mais generalizados (Hemingway & Bynum 2005).

As respostas comportamentais relacionadas à área de vida e as respostas alimentares variam em função da região, uma vez que as características florísticas e fenológicas são particulares de cada região biogeográfica. A mudança de habitat é mais comum em ambientes com pouca sazonalidade, enquanto a diminuição nas distâncias percorridas, aumento da amplitude da dieta e respostas fisiológicas estão mais associados a situações em que as estações secas são mais longas (Hemingway & Bynum 2005).

## **2. Objetivos e hipóteses**

Analisar a influência da abundância dos recursos na dieta dos sauás e verificar qual o tipo de resposta é adotada por eles durante períodos de baixa produtividade. Seria mudanças na dieta? No padrão de atividade? Ou ainda, no uso do espaço?

Sabendo que o uso do alimento é fortemente influenciado pela sua abundância no ambiente, são esperadas diferenças sazonais na dieta, padrão de atividade e uso do espaço. Os sauás devem adotar uma das seguintes estratégias para lidar com a baixa abundância de frutos carnosos: investir mais na procura desses recursos, se locomovendo mais, percorrendo maiores distâncias e aumentando sua área de vida, mas ter alto retorno energético por continuarem comendo frutos carnosos (estratégia alto custo/alto retorno). Ou, ainda, aumentar a diversidade de itens e espécies consumidos, utilizando alimentos ainda abundantes embora menos energéticos, como flores e frutos secos, e conservar

energia, ficando mais inativos, diminuindo o tempo gasto em locomoção, as distâncias percorridas e o tamanho de área de vida (baixo custo/baixo retorno).

### **3. Metodologia**

#### 3.1. Coleta de dados

Os dados comportamentais e de dieta foram coletados através do método "varredura instantânea" com cinco minutos de intervalo (Altmann 1974; Setz 1991). O padrão de atividade e a dieta do grupo foram estabelecidos através das proporções dos registros de cada atividade (forrageio, parado, locomoção, catação, vocalização e brincadeira) e item ingerido (fruto carnoso, fruto seco ou semente, folha, flor, ponta de liana (ramos e brotos) e inseto). As árvores utilizadas pelo grupo para alimentação foram marcadas e caracterizadas (diâmetro do tronco na altura do peito (DAP) e altura).

A área de vida do grupo e as distâncias percorridas diariamente foram calculadas utilizando os pontos de GPS registrados em campo a cada 10min. A área de vida foi calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo (MPC) (Hayne 1949), com 95% dos pontos. A área central de ocupação do grupo ("*core area*") foi calculada pelo MPC com base em 50% ou mais dos pontos, enquanto a intensidade de uso foi calculada através do método de Kernel Adaptativo (Worton 1989). Os cálculos de área de vida foram realizados no software R 2.13.0 (R Development Core Team 2011), utilizando o pacote AdehabitatHR (Calenge 2006), e as distâncias percorridas diariamente calculadas com o software GPS TrackMaker 13.7 (Junior 2010).

O esforço amostral foi semelhante entre os dois períodos de produtividade (2.572 registros comportamentais e de dieta (varreduras instantâneas) nos meses de baixa produtividade vs. 2.450 nos de alta produtividade), viabilizando as comparações.

Para mais detalhes, ver metodologia do capítulo 1 (dieta) e 2 (uso do espaço e padrão de atividade) da dissertação.

### 3.2. Abundância de alimento e sua influência sobre padrões de dieta e comportamento

Para se estimar a abundância de frutos carnosos, sementes/frutos secos e flores para cada mês, foram utilizados coletores de frutos (“*fruit traps*”) (Smythe 1970). Os coletores de frutos foram montados em maio de 2010, após dois meses de acompanhamento do grupo de estudo para a delimitação de sua área de vida. Foram utilizadas 100 bandejas de alumínio de 18,4 x 27,8cm distribuídas em cinco transectos no interior da área de vida do grupo. Os coletores foram dispostos a uma distância de 20m entre si e a 1m na lateral de cada transecto, conforme Terborgh (1983). A área total amostrada foi de 5,12m<sup>2</sup>, o que representa 0,003% da área de vida do grupo, valor dentro do que é utilizado na maioria de trabalhos com coletores de frutos (0,00003 a 0,017%) (Chapman *et al.* 1994).

Essa metodologia foi escolhida pois permite estimarmos a biomassa de cada item (frutos carnosos, sementes/frutos secos e flores) utilizando os recursos provenientes tanto de espécies arbóreas e arbustivas, quanto de lianas. Isso seria muito difícil através de outros métodos, considerando, principalmente, o curto tempo disponível para a realização do trabalho e a falta de uma equipe para o auxílio da coleta de dados.

A coleta do conteúdo das bandejas e a pesagem de cada item (frutos carnosos, sementes/frutos secos e flores) foi realizada quinzenalmente. A biomassa de cada item

em cada mês foi determinada pelo seu peso úmido total (somando o conteúdo de todos os coletores naquele mês). Os três meses com menor biomassa de frutos carnosos foram considerados os meses de baixa produtividade e os três meses com maior biomassa de frutos carnosos, os meses de alta produtividade.

### 3.3. Análise dos dados

Para investigar a estratégia de consumo adotada quanto à abundância de recursos no ambiente, foi testada a relação entre a biomassa mensal de frutos carnosos, frutos secos + sementes e flores e o seu consumo mensal (em porcentagem). Para isso foram utilizadas regressões lineares (para frutos carnosos e frutos secos + sementes) e a correlação de Spearman (para flores - uma vez que esses dados não seguiam as premissas dos testes paramétricos).

A dieta, uso do espaço (área de vida e percurso diário) e padrão de atividade foram comparados entre os meses de baixa e alta produtividade de frutos carnosos:

O consumo de frutos carnosos, sementes/frutos secos, partes vegetativas (folhas + ponta de lianas/ramos e brotos), flores e insetos foi comparado entre os meses de alta e baixa produtividade através do teste qui-quadrado de contingência. Esse mesmo teste foi utilizado para comparar o padrão de atividade (forrageio, parado, locomoção, catação, vocalização e brincadeira) entre esses dois períodos (baixa e alta produtividade). Para isso, foram somados todos os registros (de dias com mais de 5 horas de observação) de cada atividade ou consumo de cada item em cada período (baixa e alta produtividade). A interpretação dos resultados do qui-quadrado foi feita pela inspeção gráfica dos resíduos (diferença dos valores observados e esperados) e para tornar essa análise viável, foi utilizada a correção de Pearson (Quinn & Keough 2002). Resíduos grandes indicam alta

diferença entre o esperado e o observado, sendo valores próximos de zero considerados iguais ao esperado ao acaso (Quinn & Keough 2002).

A diversidade de espécies vegetais utilizadas pelos sauás foi calculada pelo Índice de Shannon e comparada entre os meses de baixa e alta produtividade através do teste t para diversidade, utilizando o software PAST 8.9 (Hammer *et al.* 2001).

O DAP e a altura das árvores de alimentação foram comparados entre os meses de baixa e alta produtividade através do teste t e do teste de Mann-Whitney, respectivamente (uma vez que os dados de altura não seguiam as premissas dos testes paramétricos).

Para analisar se há diferença nas distâncias percorridas diariamente entre os meses de baixa e alta produtividade, cada percurso diário foi dividido pelo número de horas de atividade do dia (período de alerta), retirando a interferência das diferenças no comprimento do dia entre os meses. Esse deslocamento diário, agora medido em termos de velocidade (metros por minuto), foi comparado utilizando a ANOVA aninhada, com todos os dias completos amostrados em cada mês de cada período de produtividade.

O tamanho da área de vida também foi comparado entre esses dois períodos (baixa e alta produtividade) utilizando o teste de Mann-Whitney (mais uma vez porque tais dados não seguiam as premissas dos testes paramétricos).

Também foi examinada a relação entre a abundância de frutos carnosos e o deslocamento diário através de uma regressão linear entre essa e a biomassa de frutos carnosos mensal.

Os testes estatísticos (com exceção do teste t para diversidade) foram realizados pelo programa STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc. 2008). Quando necessário, os dados foram transformados utilizando o arco seno (no caso de proporções) ou o seu logaritmo.

#### 4. Resultados

De acordo com o conteúdo dos coletores de frutos, os três meses com menor biomassa de frutos carnosos (0g) foram junho, julho e agosto, sendo considerados os meses de baixa produtividade. Já os meses de outubro, dezembro e abril foram considerados os meses de alta produtividade, apresentando a maior biomassa de frutos carnosos (média de 13g por mês) (Fig. 01). A biomassa de frutos secos + sementes e de flores se encontra na figura 02.

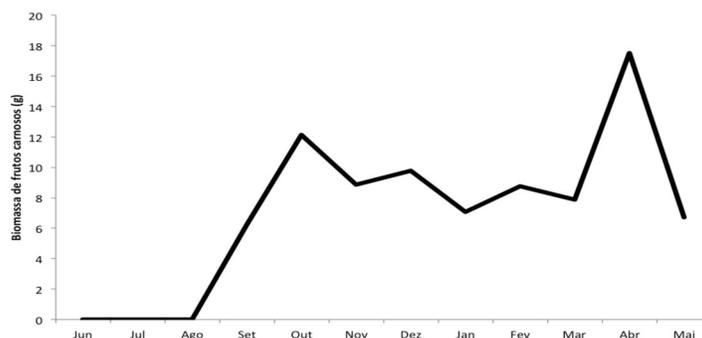


Fig. 01. Peso bruto total (g) dos frutos carnosos obtidos pelos coletores.

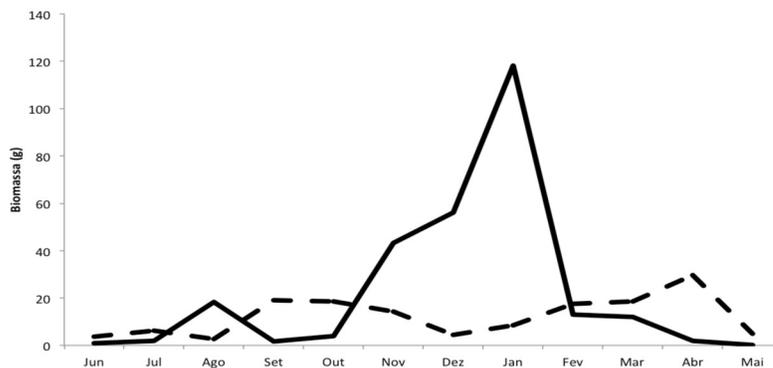


Fig. 02. Peso bruto total (g) dos frutos secos + sementes (linha tracejada) e flores (linha contínua) obtidos pelos coletores.

Enquanto o consumo de sementes e flores se deu de forma independente à sua abundância no ambiente ( $p = 0,460$ ;  $F = 0,58$ ; g.l. = 1 e  $p = 0,179$ ;  $r_s = -0,42$ ;  $N = 12$ , respectivamente), o consumo de frutos carnosos foi maior quanto mais abundante esse recurso era no ambiente ( $p = 0,044$ ;  $F = 5,32$ ; g.l. = 1) (Fig. 03). Ainda, a proporção de partes vegetativas na dieta esteve inversamente relacionada com a abundância de frutos carnosos ( $p = 0,020$ ;  $F = 7,37$ ; g.l. = 1).

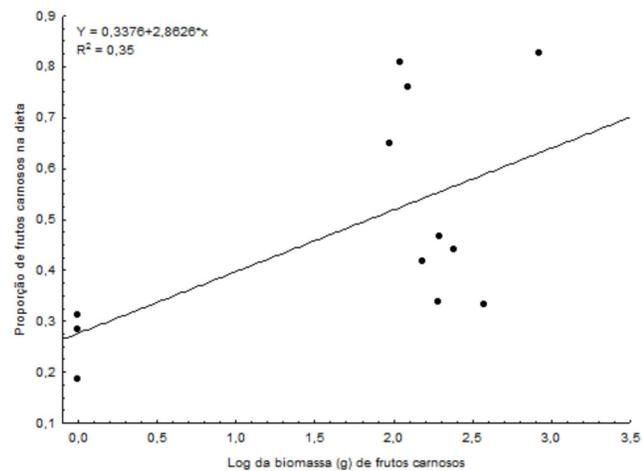


Fig. 03. Relação entre a proporção de tempo gasto em consumo de frutos carnosos e a biomassa (g) desse item nos coletores de frutos.

Assim, a dieta foi diferente entre os meses de alta e baixa produtividade ( $\chi^2 = 180,41$ ; g.l. = 4;  $p < 0,001$ ) (Fig. 04). Os sauás ingeriram mais frutos carnosos, flores e insetos nos meses de alta produtividade do que o esperado ao acaso e menos nos meses de baixa produtividade. Já o consumo de sementes e partes vegetativas (folhas e pontas de lianas) foi maior nos meses de baixa produtividade do que o esperado ao acaso e menor nos meses de alta produtividade.

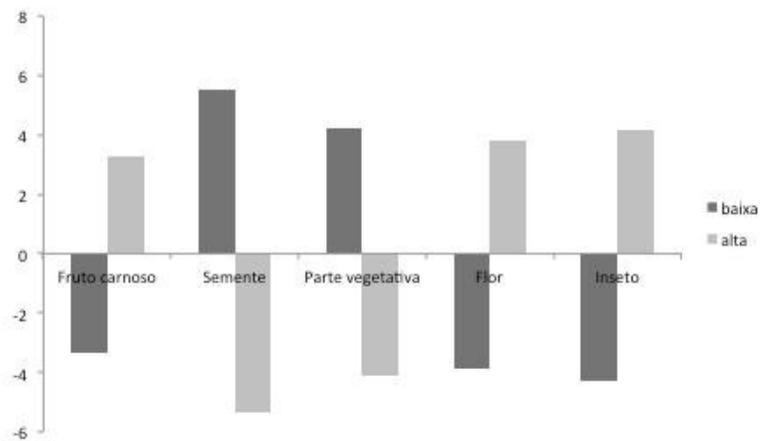


Fig. 04. Diferenças na dieta entre os meses de baixa e alta produtividade: valores negativos indicam consumo menor do que o esperado ao acaso e valores positivos, consumo maior do que o esperado ao acaso.

A diversidade de espécies vegetais consumidas foi maior nos meses de baixa produtividade do que nos de alta produtividade ( $t = 3,06$ ; g.l. = 1019;  $p = 0,002$ ) (Fig. 05).

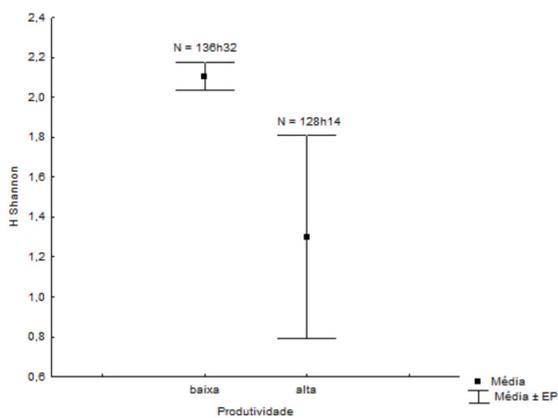


Fig. 05. Diversidade ( $H'_e$  Shannon) de espécies vegetais consumidas nos meses de baixa e alta produtividade.

As árvores utilizadas para alimentação apresentaram características distintas entre os meses de baixa e alta produtividade. Durante os meses de alta produtividade, as árvores utilizadas para alimentação apresentavam maior porte, sendo mais altas ( $U = 158$ ;  $Z = 2,57$ ;  $p = 0,01$ ) e de maior diâmetro na altura do peito (DAP) ( $t = 2,85$ ; g.l. = 55;  $p = 0,006$ ) do que as utilizadas durante os meses de baixa produtividade (Fig. 06a e b).

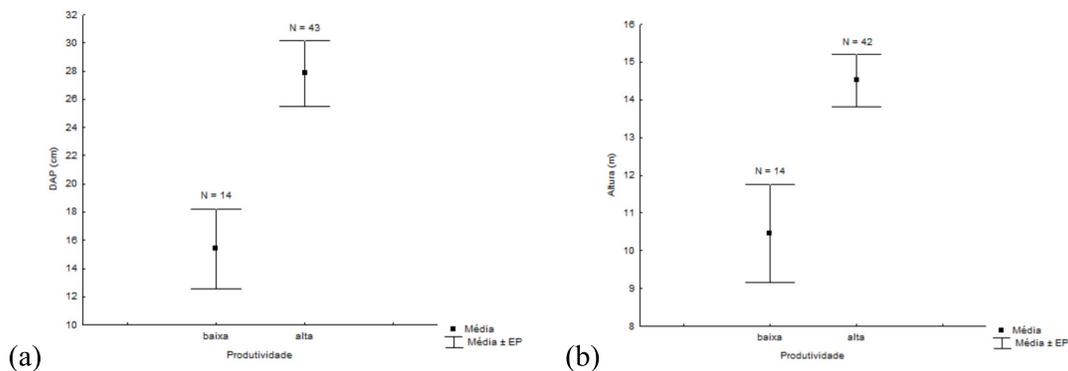


Fig. 06. Diferença do diâmetro na altura do peito (DAP) (a) e altura (b) das árvores de alimentação utilizadas nos meses de baixa e alta produtividade.

O padrão de atividade também foi diferente entre os meses de baixa e alta produtividade ( $\chi^2 = 60,72$ ; g.l. = 5;  $p < 0,001$ ) (Fig. 07), sendo apenas a proporção de tempo gasto em forrageio semelhante. As atividades de locomoção, vocalização e brincadeira foram maiores nos meses de alta produtividade do que o esperado ao acaso e menores nos meses de baixa produtividade. O comportamento de ficar parado e a catação foram maiores nos meses de baixa produtividade do que o esperado ao acaso e menores nos meses de alta produtividade. Assim, enquanto nos meses de alta produtividade os animais ficaram mais ativos, se locomovendo, brincando e vocalizando mais, durante os meses de baixa produtividades, os animais ficaram mais quietos, se locomovendo menos

e ficando mais parados. As cópulas foram observadas exclusivamente em abril de 2010 e maio de 2011, pouco antes dos meses de baixa produtividade, e o nascimento de um filhote foi observado em setembro de 2010, pouco antes do início dos meses de alta produtividade.

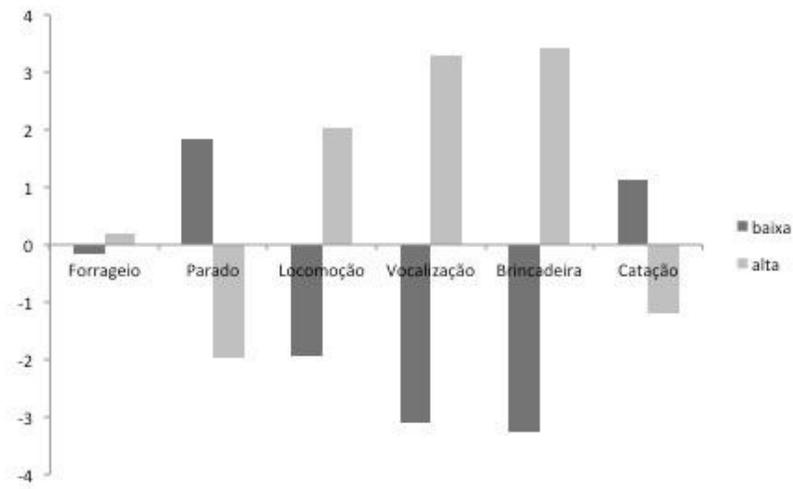


Fig. 07. Diferenças no padrão de atividade entre os meses de baixa e alta produtividade: valores negativos indicam atividade exercida menor do que o esperado ao acaso, valores positivos, maior do que o esperado ao acaso e valores próximos de zero, semelhante ao esperado ao acaso.

As distâncias percorridas diariamente também variaram entre as estações ( $p = 0,001$ ;  $F = 15,73$ ; g.l. = 1) (Fig. 08). Os meses de baixa produtividade apresentaram percursos diários menores, com média de 652,9m por dia ( $\pm 383,8m$ ) (1,23m/min), do que os meses de alta produtividade, com média de 1.412,4m por dia ( $\pm 522m$ ) (2,34m/min). Ainda, a variação nos deslocamentos diários é influenciada pela abundância de frutos carnosos ( $p = 0,035$ ;  $F = 5,91$ ; g.l. = 1) (Fig. 09).

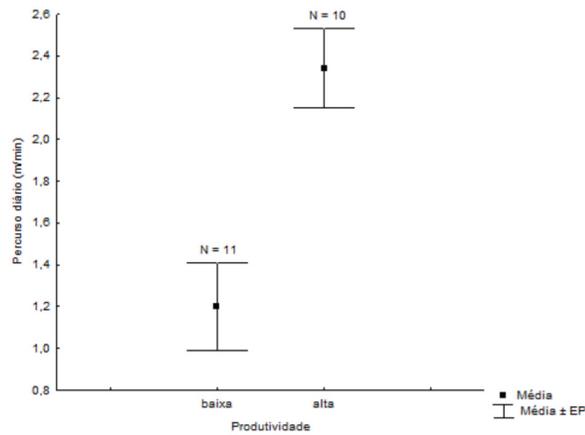


Fig. 08. Deslocamento diário (m/min) nos meses de baixa e alta produtividade.

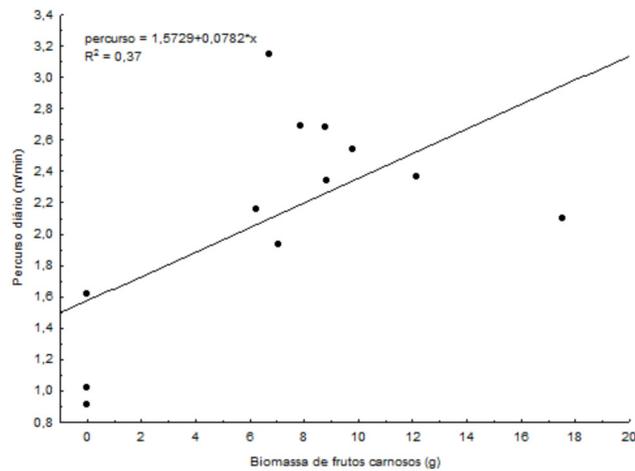


Fig. 09. Relação entre a biomassa de frutos carnosos (g) e o deslocamento diário do grupo (m/min).

O tamanho da área de vida do grupo não diferiu entre os meses de baixa e alta produtividade ( $U = 4$ ;  $Z = -0,22$ ;  $p = 0,827$ ). No entanto, o seu padrão de utilização foi distinto: houve menor sobreposição das áreas utilizadas durante os meses de baixa produtividade (Fig. 10) do que nos meses de alta produtividade (Fig. 11). Enquanto nos

meses de alta produtividade a utilização da área de vida esteve concentrada em apenas uma área central, nos meses de baixa produtividade, o ambiente foi utilizado de forma mais difusa (Fig. 12). Durante esse período, as áreas de maior utilização estiveram dispostas em três centros espalhados por toda a sua área de vida, com parte localizada fora do seu limite.

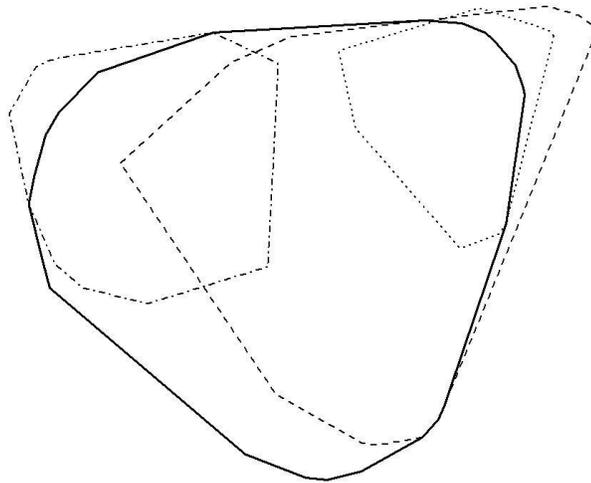


Fig. 10. Área de vida total com as áreas de uso dos três meses de baixa produtividade: linha preenchida = área de vida total do grupo; linha pontilhada = agosto; linha tracejada = julho; linha com ponto e traço = junho.

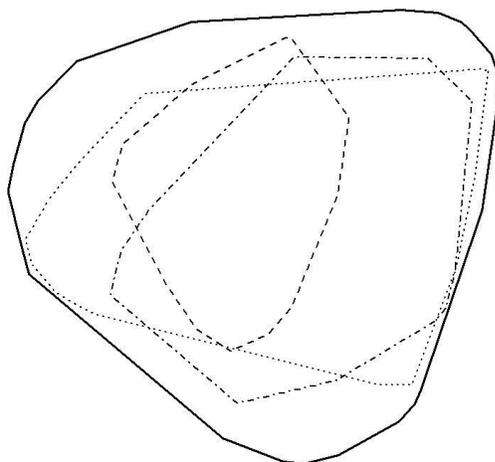


Fig. 11. Área de vida total com as áreas de uso dos três meses de alta produtividade: linha preenchida = área de vida total do grupo; linha pontilhada = abril; linha tracejada = dezembro; linha com ponto e traço = outubro.

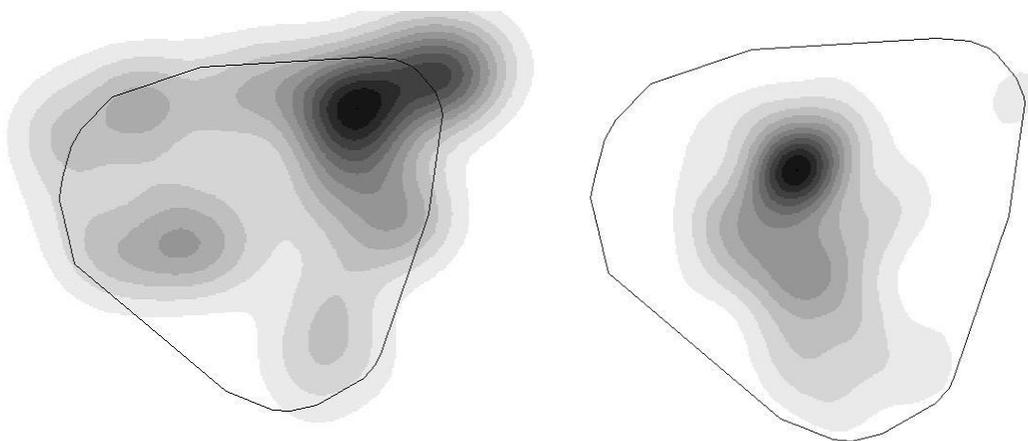


Fig. 12. Área de vida do grupo com a intensidade de uso nos meses de baixa produtividade (à esq.) e de alta produtividade (à dir.).

## 5. Discussão e conclusões

De acordo com a teoria do forrageio ótimo, para a otimização na aquisição de energia, a escolha dos itens alimentares deve ser dada conforme a disponibilidade dos alimentos de alto-*ranking*, independentemente da abundância dos recursos de menor valor energético (MacArthur & Pianka 1966; Pyke *et al.* 1977). Podemos dizer que a alimentação dos sauás segue essa previsão do modelo: existe preferência por itens alimentares mais rentáveis, como frutos carnosos, e esses são consumidos conforme a sua abundância no ambiente. Contrariamente, os itens de menor valor energético, como sementes e flores, foram consumidos de forma independente à sua abundância. Ainda, as folhas e outras partes vegetativas tiveram seu consumo modulado pela abundância dos frutos carnosos, como também previsto pela teoria do forrageio ótimo.

Como o consumo dos alimentos foi influenciado pela produtividade de frutos carnosos, como esperado, a dieta foi diferente entre os meses: durante os meses de alta produtividade, houve maior consumo de frutos carnosos, flores e insetos. Além do consumo de frutos carnosos, o consumo de insetos também pareceu seguir a sua abundância no ambiente, uma vez que essa também é a estação em que tais itens são mais abundantes no local (Sakane & Castilho, dados não publicados).

As árvores utilizadas para alimentação durante os meses de alta produtividade foram maiores tanto em altura quanto em diâmetro na altura do peito (DAP), indicando o uso de fontes mais produtivas (Niklas 1993; Peters *et al.* 1988). Como há maior rentabilidade no forrageio de árvores maiores, a sua escolha durante esses períodos de alta produtividade, independentemente da abundância das árvores de menor porte, também pode ser considerada uma estratégia de otimização de obtenção energia.

Durante os meses de alta abundância de recursos energéticos, como frutos carnosos, os sauás investem mais energia na sua procura e, possivelmente na sua defesa, se locomovendo e vocalizando mais ao longo de sua área de vida. Esse também acabou sendo o período em que houve o nascimento do infante do grupo, estratégia que, devido ao maior retorno energético, possibilita suprir as demandas energéticas extras do cuidado parental, como amamentação e transporte do infante. Durante essa época, também observa-se mais brincadeiras, talvez pelo fato de agora terem mais energia disponível para gastarem em tal atividade ou ainda por terem um filhote no grupo, indivíduo presente na maioria das brincadeiras.

Por outro lado, durante os meses de baixa produtividade, observou-se o aumento do consumo de itens menos energéticos, como sementes e partes vegetativas, além da utilização de fontes menores (árvores de menor DAP) e a diminuição dos deslocamentos diários. Assim, estando de acordo com as previsões da teoria do forrageio ótimo, o aumento do consumo de itens menos rentáveis (tanto em qualidade quanto em quantidade) se deu a medida que os itens mais energéticos se tornaram escassos no ambiente.

Durante esses meses, os sauás pareceram adotar a estratégia do tipo baixo custo/baixo retorno, em que os animais deixam de investir na procura de itens mais calóricos e escassos, e passam a se alimentar de itens menos energéticos, mas de distribuição mais uniforme (DaSilva 1992). Como consequência dessa dieta menos calórica, os animais acabam ficando mais inativos e percorrendo menores distâncias, a fim de conservar energia e possibilitar a digestão desses itens mais fibrosos (Richard 1985).

Apesar dos meses de baixa produtividade coincidirem com os meses mais frios da área de estudo, a temperatura média desse período no local não é muito baixa (18,5°C). Assim, a ausência de um aumento nas atividades de forrageio durante o período de baixa produtividade poderia indicar que não houve aumento dos custos em termorregulação (Caselli & Setz 2011; DaSilva 1992). Resultados semelhantes foram encontrados para *C. torquatus* (Easley 1982), *C. melanochir* (Müller 1996) e *C. brunneus* (Wright 1985), em que, apesar de não haver diferenças no comportamento de forrageio entre as estações, a locomoção e o descanso variaram. No entanto, tais resultados diferem do que se tinha para *C. nigrifrons* (Caselli & Setz 2011) e essa divergência, como as autoras sugerem, provavelmente está nas diferenças de amplitudes térmicas experimentadas pelos sauás nos diferentes locais estudados. Em decorrência da maior altitude da área de estudo de Caselli & Setz (2011), a temperatura média no mês mais frio era de 13,5°C, o que implicaria em maiores custos de termorregulação e levaria ao aumento do tempo gasto em forrageio durante esses períodos.

Com a distribuição em manchas dos frutos carnosos (Strier 2007), durante períodos de alta produtividade, os sauás ficaram mais restritos à essas manchas e apresentaram menor área central do que em períodos de escassez. Contrariamente, quando tais recursos se tornaram escassos, os sauás passam a usar uma área central maior com vários núcleos de alta intensidade de uso, ou seja, passam a explorar o ambiente de forma mais dispersa.

A flexibilidade de dieta observada para os sauás, na verdade, representa a maioria das respostas à escassez de alimento por primatas (Hemingway & Bynum 2005). No nosso grupo de estudo, ela constituiu basicamente pela troca de itens mais energéticos

(frutos carnosos) e fontes mais rentáveis (árvores maiores) por recursos alternativos, como sementes, partes vegetativas e árvores menores. Acompanhada dessa estratégia, os sauás também aumentaram a variedade da dieta, não só incorporando esses itens menos energéticos, mas também utilizando uma maior diversidade de espécies, ampliando sua dieta.

Assim, os sauás apresentam estratégias de forrageio diferentes em função da abundância dos recursos energéticos, como frutos carnosos. A resposta adotada por eles durante os meses de baixa produtividade envolve tanto mudanças na dieta quanto no padrão de atividade e no uso do espaço. Durante tais períodos, há maior inclusão de itens menos rentáveis e de maior número de espécies na dieta, os indivíduos permanecem mais inativos, percorrendo menores distâncias diárias e, ainda, usam o ambiente de forma mais dispersa ao longo de sua área de vida. Dessa forma, podemos dizer que durante períodos de baixa produtividade de recursos, os sauás adotam uma estratégia do tipo baixo custo/baixo retorno, consumindo itens menos calóricos mas ainda abundantes no espaço, investindo pouco na procura de alimentos e conservando energia.

## **6. Referências Bibliográficas**

- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 40:227-267.
- Calenge, C. (2006). The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197:516-519.

- Caselli, C. B. & Setz, E. Z. F. (2011). Feeding ecology and activity pattern of black-fronted titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*) in a semideciduous tropical forest of southern Brazil. *Primates* 52(4):351-359.
- Chapman, C. A.; Wrangham, R. & Chapman, L. J. (1994). Indices of habitat-wide fruit abundance in Tropical Forests. *Biotropica* 26(2):160-171.
- DaSilva, G. L. (1992). The western black-and-white colobus as a low energy strategist: Activity budgets, energy expenditure and energy intake. *J. of Anim. Ecol.* 61:79-91.
- Defler, T. R. (1996). Aspects of the ranging pattern in a group of wild woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*). *Am. J. of Primatol.* 38:289-302.
- Easley, S. P. (1982). *Ecology and behavior of Callicebus torquatus, Cebidae Primates*. Tese de doutorado, Washington University, St. Louis.
- Garber, P. (1987). Foraging strategies among living primates. *Ann. Rev. Anthropol.* 16:339-364.
- Hammer, O.; Harper, D. & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistic Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Eletrônica* 4:9.
- Harrison, M. J. S. (1984). Optimal foraging strategies in the diet of the green monkey, *Cercopithecus sabaues*, at Mt. Assirik, Senegal. *Int. J. of Primatol.* 5(5):435-471.
- Hayne, D. W. (1949). Calculation of size of home range. *J. Mammal.* 30:1-18.
- Hemingway, C. A. & Bynum, N. (2005). The influence of seasonality on primate diet and ranging. In: Brockman, D. K. & vanShaik, C. P. (Eds.). *Seasonality in primates: Studies of living and extinct human and non-human primates*. Cambridge University Press.

- Junior, O. F. (2010). GPS TrackMaker. GeoStudio Technology Ltd. Belo Horizonte, Brasil. URL [www.gpstm.com](http://www.gpstm.com).
- MacArthur, R. H. & Pianka, E. R. 1966. On optimal use of a patchy environment. *The Am. Naturalist* 100(916):603-609.
- Müller, K-H. (1996). Diet and feeding ecology of masked titis (*Callicebus personatus*). In: Norconk, M. A., Rosenberger, A. L. & Garber, P. A. (Eds.). *Adaptive Radiations of Neotropical Primates*. Plenum Press, New York.
- Niklas, K. J. (1993). The allometry of plant reproductive biomass and stem diameter. *Am. J. of Botany* 80(4):416-467.
- Norberg, R. A. (1977). An ecological theory on foraging time and energetics and choice of optimal food-searching method. *J. of Anim. Ecol.* 46(2):511-529.
- Palacios, E. & Rodriguez, A. (2001). Ranging patterns and use of space in a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern Colombian rain-forest. *Am. J. of Primatol.* 55:233-251.
- Payton, I. J.; Fenner, M. & Lee, W. G. (2002). *Keystone species: the concept and its relevance for conservation management in New Zealand*. Department of Conservation, Wellington.
- Peres, C. A. (1994). Primate responses to phenological changes in an Amazonian Terra Firme forest. *Biotropica* 26(1):98-112.
- Peters, R. H.; Cloutier, S; Dubé, D.; Evans, A.; Hastings, P.; Kaiser, H.; Kohn, D. & Sarwer-Foner, B. (1988). The allometry of the weight of fruit on trees and shrubs in Barbados. *Oecologia* 74(4):612-616.

- Pyke, G. H.; Pulliam, H. R. & Charnov, E. L. (1977). Optimal foraging: A selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology* 52(2):137-154.
- Quinn, G. & Keough, M. (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [www.R-project.org](http://www.R-project.org).
- Richard, A. F. (1985). *Primates in nature*. W. H. Feedman and Co., New York.
- Setz, E. Z. F. (1991). Métodos de quantificação de comportamentos de primatas em estudos de campo. In: Rylands A. B. & Bernardes, A. T. (Eds.). *A primatologia no Brasil*, 3. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Smythe, N. (1970). Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a Neotropical forest. *Am. Naturalist* 104:25-35.
- Statsoft, Inc. (2008). STATISTICA: Data analysis software system, Tulsa, EUA. URL [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Strier, K. B. (2007). *Primate behavioral ecology*. Pearson Press, Boston.
- Terborgh, J. T. (1983). *Five New World primates*. Princeton University Press, Princeton.
- Worton, B. J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70(1):164-168.
- Wright, P. C. (1985). *The costs and benefits of nocturnality for Aotus trivirgatus (the night monkey)*. Tese de doutorado, New York City University, New York.

## **Considerações Finais**

Além da abordagem descritiva da dieta e do comportamento de *Callicebus nigrifrons*, esse trabalho também trouxe informações sobre como os sauás interagem com o ambiente fragmentado, mostrando a importância relativa de alguns de seus componentes para a permanência da espécie nesses locais. Foi observado que os sauás são seletivos tanto para as árvores utilizadas para alimentação quanto para dormir, havendo preferência, em ambos os casos, por árvores de grande porte. Para as árvores de dormir, outra característica fundamental é a presença de lianas, que conferem proteção contra predadores e intemperes. As lianas também são importantes na dieta dos sauás, podendo inclusive ser consideradas espécies-chave. O seu alto consumo possibilita que a proporção de frutos carnosos seja mantida na dieta, ainda que em períodos de baixa produtividade de recursos alimentares. Assim, a ingestão de lianas sustenta a qualidade da dieta dos sauás em ambientes degradados, conferindo à eles maior possibilidade de sobrevivência à longo prazo. Dessa forma, se torna evidente a importância da presença de árvores de grande porte e de lianas nos remanescentes florestais, uma vez que esses contribuem não somente para a alimentação dos primatas, mas também como sítios de dormir. Assim, é fundamental levar em consideração tais aspectos durante planos de manejo e conservação da espécie e dos ambientes que ela habita.

## Anexo 1

Lista das espécies arbóreas mais importantes para a dieta (1) e para utilização como sítio de dormir (2), sua densidade absoluta por hectare (DA) e a abundância relativa (AR) com base nos dados apresentados por Cielo 2007 (1.080 indivíduos identificados em uma área de 6,5ha no interior da área de vida do grupo de estudo). Sd = espécie sem dados.

(1)

Espécies	DA	AR
<i>Ixora gardneriana</i>	2	1,2
<i>Calycorectes acutatus</i>	5	3,0
<i>Brosimum glaziovii</i>	13	7,8
<i>Neomitranthes glomerata</i>	Sd	Sd
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	4	2,4
<i>Eugenia glazioviana</i>	4	2,4
<i>Alchornea glandulosa</i>	4	2,4
<i>Rauwolfia sellowii</i>	1	0,6
<i>Endlicheria paniculata</i>	2	1,2
<i>Trichilia catigua</i>	44	26,5

(2)

Espécies	DA	AR
<i>Aspidosperma polineura</i>	49	29,5
<i>Astronium graveolens</i>	59	35,5
<i>Savia dictyocarpa</i>	88	53,0
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1	0,6
<i>Hymenaea courbaril</i>	3	1,8
<i>Gallesia integrifolia</i>	5	3,0