

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**ECOLOGIA COGNITIVA E FORRAGEIO SOCIAL EM  
*Saguinus bicolor* (SPIX, 1823)**

**Renata Bocorny de Azevedo  
Orientador: Dr. Júlio César Bicca-Marques**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PORTO ALEGRE – RS – BRASIL  
2006**

## SUMÁRIO

<b>FIGURAS</b> .....	iii
<b>TABELAS</b> .....	v
<b>DEDICATÓRIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
Análise do desempenho do grupo .....	16
Análise do desempenho individual .....	24
<b>RESULTADOS</b> .....	26
Desempenho do grupo .....	27
Desempenho individual .....	35
<b>DISCUSSÃO</b> .....	40
Ecologia cognitiva e forrageio social de <i>S. bicolor</i> .....	40
Implicações para a biologia da conservação do sauim-de-coleira.....	45
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	50

## FIGURAS

Figura 1. Mapa com a localização da mata da Universidade Federal do Amazonas.....	9
Figura 2. Captura e marcação do grupo de saúns-de-coleira: (a) disposição das armadilhas tipo “Tomahawk” para a captura dos animais, (b) biometria dos animais e (c) marcação individual com colares de contas plásticas coloridas.....	10
Figura 3. Processo de medida e marcação dos saúns-de-coleira: (a) pesagem dos animais dentro de um saco de pano com o auxílio de balanças Pesola e (b) implantação de “microship” subcutaneamente.....	11
Figura 4. Representação esquemática da Estação de Alimentação, mostrando a distribuição das plataformas de alimentação (n <sup>os</sup> de 1 a 8) e do observatório.....	13
Figura 5. Cronograma das atividades desenvolvidas durante a pesquisa.....	14
Figura 6. Condições do experimento que testou o uso da informação visual, espacial e olfativa juntas.....	17
Figura 7. Condições do experimento que testou o uso da informação espacial. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.....	18
Figura 8. Condições do experimento que testou a integração da informação espacial e quantitativa. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.....	19
Figura 9. Condições do experimento controle. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.....	20
Figura 10. Condições do experimento que testou o uso da informação visual. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.....	21

Figura 11. Condições do experimento que testou o uso da informação olfativa. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.....	22
Figura 12. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de inspeções a plataformas com recompensa) durante o experimento que testou o uso da informação visual, olfativa e espacial juntas. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso (25%). Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.....	28
Figura 13. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de inspeções a plataformas com recompensa) durante os experimentos que testaram o uso de informação espacial e a integração desta informação com a quantidade de alimento disponível. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso (25%). Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.....	29
Figura 14. Porcentagem de escolha de cada tipo de plataforma de alimentação para a realização da primeira inspeção em cada sessão durante o experimento testando o uso da informação quantitativa (PSR=plataforma sem recompensa; PR ½=plataforma com ½ banana; PR 3=plataforma com 3 bananas). A linha contínua representa a probabilidade ao acaso de 50%, enquanto a linha pontilhada representa a probabilidade de 12,5%. O número de sessões nas quais cada tipo de plataforma foi escolhida é mostrado sobre cada barra.....	30
Figura 15. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de inspeções a plataformas com recompensa) durante o experimento controle. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso (25%). Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.....	31
Figura 16. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de inspeções a plataformas com recompensa) durante o experimento que testou o uso da informação visual. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso (25%). Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.....	34
Figura 17. Porcentagem de inspeções realizadas por cada indivíduo a plataformas de alimentação em todos os experimentos (N=231). Barra branca=batedor; barra listrada=oportunista; barra preta= usurpador. A linha horizontal representa o investimento individual esperado baseado no tamanho do grupo. NS – não significativo; * p<0,05; ** p<0,02; ***p<0,01.....	37
Figura 18. Ordem de chegada dos indivíduos nas visitas às plataformas com recompensa.....	38

## TABELAS

Tabela 1. Desempenho observado do grupo pela análise das duas primeiras inspeções (O); frequências esperadas ao acaso (E); desempenho teórico obtido se os animais estivessem utilizando a estratégia “win-return” (WR); frequência das duas primeiras plataformas inspecionadas pelo grupo em determinada sessão que continham recompensa na sessão anterior (VA); frequência de inspeções com sucesso do total de primeiras duas (ou uma) inspeções ( $\Sigma$ ); resultado do teste das duas porcentagens (Z) e nível de significância (p)..... 32

Tabela 2. Comparação de alguns parâmetros do comportamento de forrageio dos membros do grupo de estudo. Os valores apresentados são média  $\pm$  desvio padrão, mediana [em colchetes] e tamanho da amostra (entre parênteses). A comparação entre os indivíduos foi realizada pela análise de variância de Kruskal-Wallis..... 36

Tabela 3. Desempenho individual em cada experimento medido pela porcentagem de inspeções a plataformas com recompensa em relação ao número total de plataformas inspecionadas. A significância pelo Teste Exato de Fisher também é mostrada..... 39

Dedico este trabalho a meus pais Renato Cortese de Azevedo e Ana Lúcia Bocorny de Azevedo, por todo amor a mim dedicado e por nunca pouparem esforços e sacrifícios para investir na minha criação e educação.

## AGRADECIMENTOS

Esse trabalho jamais seria realizado sem a ajuda, colaboração, carinho, dedicação, compreensão, companheirismo, apoio e amor de diversas pessoas que participaram direta e indiretamente deste projeto, desde sua concepção até sua finalização.

Aos meus pais, Renato e Ana Lúcia, por apoiarem todas as “loucuras” que invento e por terem me ensinado a ser forte e lutar pelos meus objetivos. Sem o suporte e amor de vocês nada teria acontecido. Serei eternamente grata a vocês!

Ao Leo, com certeza a maior conquista do meu mestrado, pelo amor, carinho e dedicação e por compreender e ter paciência com o ritmo do meu trabalho de campo.

Ao meu orientador Júlio César Bicca-Marques, pelos anos de parceria, pela confiança depositada em mim durante esses anos, por acreditar no meu potencial e apoiar a realização do meu trabalho em Manaus.

Aos meus avós, Osvaldo, Gina, Selmar e, especialmente, minha avó Lya, da qual herdei o amor pela natureza e que, com certeza, é minha maior incentivadora nessa difícil escolha.

Aos meus tios, especialmente minha tia Ana Eliza, por estar sempre presente na minha vida, por ser mais que uma tia, madrinha, mãe, irmã, amiga e por estar sempre pronta para me dar àquela ajudazinha no inglês. Ao meu tio Renato, pelas passagens fornecidas e por todo apoio e preocupação durante as minhas idas e vindas.

A toda minha família, pelos valores que me foram passados e pelo suporte emocional para enfrentar todas as dificuldades.

À minha família manauara, Marcelo, Mariana e Camila, não existem palavras para agradecer o que vocês fizeram por mim. Mal me conheciam e me receberam com todo carinho como um membro da família. Sem o apoio de vocês, esse trabalho jamais seria realizado. À Cristina, pela companhia, apoio e longas conversas.

Aos meus amigos de longa data pela amizade durante esses milhões de anos e por estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida. Jú, por muitas vezes me trazer de volta ao mundo real com todo o carinho e delicadeza. Rê Loira, por compartilhar e alimentar meus devaneios sempre com frases positivas que me fazem crer

que qualquer loucura é possível. Sue, por tornar minha vida sempre mais alegre com seus abraços energéticos. Dani, pela paciência em ouvir minhas longas histórias e pelo apoio em todas as minhas empreitadas. Carla, pela parceria em toda e qualquer indiada sempre com muita alegria e carinho. Dê, pelos conselhos e pela cumplicidade durante todos esses anos. Minha vida sem vocês não teria a menor graça.

Aos meus eternos colegas de laboratório, que mais que colegas se tornaram grandes amigos, Flávia, Carina, Dani, Aline, Fê, Felipe, Adri, Helis e Thiago, pelos inúmeros eventos gastronômicos que resultaram em muitas risadas e descontração.

Aos amigos do laboratório de Ecologia da Universidade Federal do Amazonas, Sâmia, Grace, Abraham, Marisângela, Fabiano, Mizael, Dila, Jero, Sandro, Erick, Edson e Érika pela hospitalidade com que fui recebida e por estarem sempre dispostos a me ajudar em tudo.

Aos meus amigos de Manaus, Dri, Dani Previattelli, Lú, Si, Letícia, Mário, Nana, Rafa, Dani Troll, César, Daniela, Marina e Dadão por tornarem meus dias em Manaus muito mais alegres e pela grande amizade que eu espero que seja para sempre.

Ao Seu Barriga, Jamaica e Moleque, meu trio de aranhas, pela companhia durante todo o projeto e por me ensinarem inúmeras lições de convivência. Ao Sabugo, Bernardo, Clarisse, Sombra, Mafalda, Carla e Amaral, pela companhia e carinho em todos os momentos do projeto. A saudade de vocês é muito grande.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

À Fundação O Boticário de Proteção à Natureza pelo financiamento deste projeto.

E, finalmente, não poderia deixar de agradecer aos sauias, personagens principais desse trabalho, pela paciência e colaboração e por me tornarem ainda mais apaixonada pela primatologia!

## RESUMO

O estudo experimental do comportamento de forrageio de primatas em ambiente natural permite analisar os tipos de informação ecológica (espacial, temporal e perceptual) que os animais utilizam na tomada de decisões durante a busca por alimento. O sucesso no forrageio depende amplamente da maneira como os animais representam e integram as informações ecológicas do ambiente e das relações sociais entre os indivíduos do grupo. O presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de um grupo de saúns-de-coleira (*Saguinus bicolor*) composto por cinco indivíduos em associar informações espaciais (distribuição dos recursos alimentares), visuais (diferença entre bananas plásticas e verdadeiras), olfativas (cheiro de banana) e quantitativas (variação na quantidade de alimento disponível) à presença de alimento em uma estação artificial de alimentação, identificar a estratégia de forrageio adotada por diferentes indivíduos e avaliar sua relação com o sexo, a idade e a posição hierárquica. O estudo foi desenvolvido em uma porção de floresta situada na cidade de Manaus, AM. O desenho experimental envolveu a construção de uma Estação de Alimentação composta por oito plataformas de alimentação semelhantes. Bananas verdadeiras, bananas plásticas e bananas verdadeiras dentro de saquinhos de tela metálica foram utilizados como isca durante a condução dos experimentos. De abril a setembro de 2005, uma série de seis experimentos foi desenvolvida ao longo de 120 dias. Cada experimento ofereceu diferentes condições aos animais de acordo com a habilidade cognitiva testada. O grupo demonstrou ser capaz de utilizar as informações espaciais, visuais, olfativas e quantitativas fornecidas assim como, utilizar diferentes estratégias para obter sucesso no forrageio. Perante o conflito de informação espacial e perceptual (visão e olfato), o grupo demonstrou que a visão e/ou olfato são mais salientes na localização dos recursos alimentares do que a informação espacial. Além disso, quando a localização das plataformas com recompensa era constante os animais de fato retornavam diretamente para as plataformas que continham alimento na sessão anterior com uma probabilidade significativamente acima do acaso, constatando que a adoção de uma estratégia “win-return” para encontrar o alimento era vantajosa. Os animais também foram capazes de integrar a informação espacial adquirida anteriormente com a maior quantidade de alimento. Além disso, o grupo apresentou evidências por preferir determinados locais de alimentação, talvez em função da direção de chegada à Estação ou pela própria localização das plataformas. Finalmente, o grupo aprendeu a diferenciar visualmente bananas falsas de verdadeiras. A análise dos indivíduos do grupo indica que os animais adotam diferentes estratégias de forrageio de acordo com o investimento empregado na procura por alimento. Alguns indivíduos dependeram basicamente da informação ecológica, adotando uma estratégia de batedor, enquanto outros dependeram da informação social, adotando uma estratégia de usurpador. O grupo demonstrou ser extremamente tolerante, não sendo observada nenhuma interação agonística ao longo de todo o estudo. As informações desse trabalho poderão auxiliar na conservação da espécie.

## ABSTRACT

### COGNITIVE ECOLOGY AND SOCIAL FORAGING IN *Saguinus bicolor* (SPIX, 1823)

Experimental field studies of foraging behavior allow to evaluate the kinds of ecological information (spatial, temporal and perceptual) primates use in their decision-making. In social species, foraging success is highly dependent on how animals represent and integrate ecological and within-group social cues. This study evaluates the ability of a wild group of bare-faced tamarins (*Saguinus bicolor*) composed of five individuals of associating spatial (distribution of food resources), visual (differences between real and sham bananas), olfactory (food smell) and quantitative (variation in the amount of food available) cues to the presence of food in an artificial feeding station. It also identifies the foraging strategies adopted by individual group members and evaluates whether they are sex-, age- or social rank-based. The study site was located in a forest fragment in Manaus, State of Amazonas, Brazil. The experimental design involved the establishment of a Feeding Station composed of eight visually similar feeding platforms. Real bananas, plastic bananas and inaccessible real bananas inside wire-mesh cages were used as bait during the experiments. A series of six experiments exposing the tamarins to different foraging tasks were conducted during 120 days from April to September 2005. The study group used spatial, visual, olfactory and quantitative cues in their foraging decisions. When the location of food rewards was predictable over time, the tamarins adopted a win-return rule for revisiting productive feeding platforms. However, when faced with conflicting spatial and perceptual cues, the tamarins relied on visual and/or olfactory cues in choosing where to search for food. In addition, the study group showed evidence of preferring particular feeding platforms, probably selected due to its location or the direction of arrival at the Feeding Station. Finally, the analysis of the individual behavior showed that group members varied in their foraging effort. Whereas some individuals actively searched for food and behaved as searchers, others relied on social cues and behaved as joiners. None agonistic interaction was recorded during the entire study, suggesting that bare-faced tamarins are highly tolerant toward group mates at feeding sites. The information accumulated in this research may help design conservation strategies for saving this primate from extinction.

## INTRODUÇÃO

Os estudos com primatas neotropicais oferecem a oportunidade de explorar as relações adaptativas e funcionais entre as habilidades cognitivas e o comportamento de forrageio (Garber & Paciulli, 1997), fornecendo importantes elucidações acerca da sua evolução (Kamil, 1994; Tomasello & Call, 1997).

Visto que a disponibilidade das fontes alimentares dos primatas tropicais varia temporal e espacialmente, a dispersa distribuição apresentada por muitas dessas fontes, a distância entre as árvores e a densa vegetação são alguns dos desafios encontrados por estes primatas durante o forrageio. Dependendo de fatores tais como os ciclos reprodutivos e de frutificação de cada espécie vegetal, a quantidade de alimento disponível pode variar em questão de horas, dias, semanas ou anos. Frutos maduros podem permanecer na mesma árvore durante vários dias ou até semanas. Outros alimentos, como néctar ou goma, apresentam um padrão de renovação diferente, podendo permanecer disponíveis somente por algumas horas (Bicca-Marques, 2005).

Com isso, o sucesso no forrageio está amplamente relacionado com a habilidade dos animais em reduzir o tempo e a energia alocada para localizar e re-localizar fontes de alimentação produtivas (Garber, 2000). Os animais devem ser capazes de integrar e armazenar as informações ecológicas em relação à disponibilidade das fontes alimentares para um eficiente forrageio (Gallistel, 1989). A representação interna do ambiente em relação à quantidade de alimento disponível em diferentes locais da área de vida dos animais e a hierarquia das informações armazenadas, assim como as soluções comportamentais para novos problemas ecológicos e sociais encontrados durante a busca por alimento, podem variar amplamente entre as espécies. Por exemplo, um animal que seleciona os frutos que serão consumidos através da cor e não da consistência, está utilizando a informação visual para solucionar um desafio de forrageio. Neste caso, ele aprendeu que para determinar se um fruto está maduro ou não é mais vantajoso utilizar sua cor do que sua consistência. Já para animais que forrageiam em áreas pequenas e são capazes de mapear as árvores em frutificação, pode ser mais vantajoso depender da informação espacial para localizar as árvores que apresentam frutos maduros. A habilidade em re-utilizar informações adquiridas em experiências prévias aumenta a

probabilidade desses animais solucionarem efetivamente os novos problemas encontrados durante a aquisição de alimento (Garber & Dolins, 1996).

Estudos em cativeiro apresentam evidências de que os primatas adotam diferentes regras de forrageio e são capazes de aplicar cada uma a um determinado tipo de problema. Tais regras incluem quando abandonar uma área, quando retornar, ocupar ou não uma área já ocupada por outro indivíduo, qual o próximo lugar a ser inspecionado e qual indivíduo seguir ou monitorar a fim de localizar novas fontes alimentares. As regras podem diferir entre as espécies e, até mesmo, entre os indivíduos de uma espécie. Porém, pouco se sabe sobre como os grupos localizam os locais de alimentação e se as espécies se diferenciam na hierarquia de utilização das informações espacial, temporal, visual e olfativa. Entender a relação entre essas informações e as regras de forrageio é essencial para entender a dinâmica ecológica dos grupos (Garber, 2000; Garber & Paciulli, 1997).

Para compreender os mecanismos envolvidos na obtenção de um eficiente forrageio se faz necessário contemplar a importância das relações sociais. Diversos estudos têm demonstrado que os indivíduos tendem a aumentar o sucesso no forrageio se o mesmo for realizado em grupo (Janson & DiBitetti, 1997). Ao forragear em grupo, a fonte alimentar descoberta por um indivíduo pode ser explorada pelos demais. O compartilhamento das fontes alimentares é bastante comum em diversas espécies de vertebrados e invertebrados (Koops & Giraldeau, 1996). Esta característica parece ser uma consequência inevitável de indivíduos que vivem em grupos sociais e é classificada como a principal vantagem de se viver em grupo (Garber, 2000). Em grupos que forrageiam de maneira coesa, como diversas espécies do gênero *Saguinus*, todos os indivíduos do grupo têm acesso às mesmas informações tais como quais locais de alimentação foram previamente visitados, onde os recursos já foram exauridos e onde eles continuam produtivos. Contudo, é possível que os membros do grupo representem e utilizem as informações espacial, temporal, perceptiva e social de diferentes maneiras. Sendo assim, diferentes estratégias são empregadas na solução dos problemas relacionados à localização de alimento, detecção de predadores e cooperação na defesa dos recursos, conferindo vantagens cruciais para o sucesso do grupo como um todo (Garber, 2000).

Durante a localização das fontes alimentares, os indivíduos podem depender tanto de informações ecológicas como sociais. Diferentes indivíduos adotam estratégias variadas para localizar o alimento, sendo que alguns dependem principalmente de informação ecológica e outros de informação social (Bicca-Marques & Garber, 2005). Com isso, os ambientes ecológico e social representam um conjunto complexo de desafios, cujas soluções requerem considerações sobre a distribuição e disponibilidade de alimento, bem como sobre as relações sociais dentro do grupo (Garber & Paciulli, 1997; Janson, 1996; Rose, 1994). A redução da ingestão de alimentos em função do número de indivíduos explorando a mesma fonte alimentar poderia ser apontado como um possível custo do forrageio em grupo. Por isso, à medida que a produtividade da fonte diminui e/ou ocorra um aumento no tamanho do grupo, este custo pode aumentar profundamente, especialmente para os animais subordinados (Janson, 1988). Cant & Temerin (1984) expressam essa complexidade ao declararem que as habilidades cognitivas possuem um papel integral em todos os aspectos do processo de forrageio.

Estudos comportamentais e cognitivos com primatas têm sido tradicionalmente conduzidos em duas linhas: estudos experimentais em cativeiro e estudos de observação em ambiente natural. Os estudos em cativeiro dão pouca importância aos fatores ecológicos, desestimulando respostas mais fidedignas ao que ocorre em ambiente natural. Já os estudos em ambiente natural se concentram basicamente em explicar como os animais se comportam dentro de um contexto ecológico e social, sendo que os processos de aprendizado são pouco contemplados (Garber & Dolins, 1996). O estudo de primatas em ambiente natural é determinante para entender como as condições ambientais podem ter influenciado evolutivamente o desenvolvimento de comportamentos específicos das espécies, o contexto social e ecológico em que se desenvolveram, assim como seus custos e benefícios (Garber & Lavalley, 1999).

Para melhor entender a tomada de decisões durante o forrageio em primatas na natureza, uma nova abordagem metodológica tem sido aplicada – os estudos experimentais de campo. Tais estudos permitem o controle das informações disponíveis ao animal que está forrageando para auxiliar na determinação da hierarquia das informações espaciais, temporais e perceptuais usadas na tomada de decisões (Bicca-

Marques, 2000). Na região Neotropical somente sete espécies foram estudadas sob esta abordagem: soim-de-boca-branca (*Saguinus mystax*; Garber & Dolins, 1996), macaco-prego-de-cara-branca (*Cebus capucinus*; Garber & Paciulli, 1997), macaco-prego (*Cebus nigritus*; Janson, 1996; Janson & DiBitetti, 1997), bigodeiro, soim-de-cara-suja, zogue-zogue e macaco-da-noite (*Saguinus imperator*, *Saguinus fuscicollis*, *Callicebus cupreus* e *Aotus nigriceps*, respectivamente; Bicca-Marques, 2000, 2003, 2005; Bicca-Marques & Garber, 2003, 2004, 2005; Dominy *et al.*, 2003). O estudo de várias espécies sob condições experimentais similares fornece o contexto ideal para identificar e comparar como diferentes espécies e indivíduos dentro de um grupo social solucionam problemas de forrageio semelhantes na natureza (Garber & Lavalley, 1999).

Baseado em dados coletados em ambiente natural, Garber (1989) propôs que *S. mystax* e *S. fuscicollis* mantêm mapas mentais detalhados da distribuição das principais espécies alimentares em suas áreas de uso. Os animais visitavam com maior frequência as áreas de alimentação de maior tamanho do que as áreas menores. Com isso, a representação espacial e a associação de pontos de referência são essenciais para a eficiente navegação nas áreas utilizadas pelos grupos (Bennett, 1996). Na ausência de informação olfativa e visual, os primatas podem depender da informação espacial para localizar e re-localizar os locais de alimentação. Isto tem sido demonstrado nos estudos de Janson com macacos-prego (Janson, 1996; Janson & DiBitetti, 1997). Como no estudo de Garber (1989) com os soins, Janson & DiBitetti (1997) observaram que os macacos-prego davam preferência pelas áreas de alimentação maiores e que, conseqüentemente, poderiam suprir um maior número de indivíduos, sugerindo que os primatas apresentam uma grande habilidade em lembrar e navegar entre suas áreas de alimentação e integrar esta informação com a expectativa em relação à quantidade de alimento disponível. Da mesma forma, o estudo de Bicca-Marques e colaboradores demonstra a importância da informação espacial durante o forrageio dentro de uma área de alimentação (tal como um aglomerado de árvores em frutificação).

O sucesso no forrageio está amplamente relacionado com a habilidade dos indivíduos em utilizar a informação espacial para voltar às áreas produtivas de alimentação (Garber, 1989, 2000; Garber & Dolins, 1996; Janson, 1996). Para isso, se faz

necessário à aplicação de diferentes regras, formuladas a partir da informação espacial, acerca da distribuição dos recursos alimentares que apresentam diferentes taxas de renovação. A regra de “win-return”, por exemplo, se aplica à exploração de áreas ricas em alimento e/ou que apresentam uma rápida taxa de renovação, visto que, após a localização e exploração de uma área de alimentação produtiva, o grupo seria recompensado ao retornar a ela no futuro próximo. Por outro lado, a regra “win-shift” é mais apropriada à exploração de áreas pouco produtivas e com uma taxa de renovação lenta. Neste caso, os animais evitam visitar áreas que foram recentemente exploradas com sucesso. Já os animais que consomem alimentos com alta taxa de renovação adotam a estratégia “lose-return”, re-visitando locais de alimentação não produtivos explorados há pouco tempo (Bicca-Marques, 2005).

Diversos estudos evidenciam a adoção da estratégia “win-return” tanto em cativeiro como em ambiente natural. Em estudos realizados em ambiente natural, Bicca-Marques (2005) e Garber & Paciulli (1996) evidenciaram sua adoção por *C. cupreus*, *S. imperator*, *S. fuscicollis* e *S. mystax*, ao observarem que quando a localização das recompensas alimentares era constante ao longo do tempo os animais voltavam a visitá-las. Por outro lado, quando a localização das recompensas alimentares era imprevisível, os animais rapidamente paravam de utilizar essa regra.

No primeiro estudo realizado na natureza com indivíduos marcados com o objetivo de examinar quantitativamente a evidência de diferenças no comportamento de forrageio dentro do grupo, Bicca-Marques (2000, 2003; Bicca-Marques & Garber, 2005) observou que a posição hierárquica de um indivíduo pode exercer uma grande influência no comportamento de forrageio entre os soins. Os membros dos grupos tenderam a focar em uma estratégia de procura ativa por alimento utilizando informação ecológica ou de exploração do recurso encontrado por outros através do uso da informação social. Estes padrões comportamentais são compatíveis, respectivamente, com as estratégias de forrageio de batedores (“finders” ou “searchers”) e usurpadores (“joiners” ou “copiers”) descritas por Vickery *et al.* (1991); Winterhalder (1996); Giraldeau & Caraco (2000) e DiBitetti & Janson (2001).

O sucesso na adoção dessas estratégias depende da distribuição dos recursos, disponibilidade de alimento, tamanho do grupo, posição hierárquica dos indivíduos, grau de tolerância e número de indivíduos adotando cada estratégia (DiBitetti & Janson, 2001; Drea, 1998; Ranta *et al.*, 1996; Vickery *et al.*, 1991; Winterhalder, 1996). Em grupos que forrageiam de maneira coesa, a alta proximidade entre os indivíduos aumenta o número de usurpadores em função da facilidade de monitoramento dos membros do grupo. Além disso, áreas muito abertas, que apresentem itens alimentares que exijam maior manipulação (insetos, néctar, exsudados, etc.) ou com uma distribuição difusa dos recursos alimentares, demoram mais tempo para serem esgotadas favorecendo a adoção da estratégia de usurpador. Já o aumento de interações agressivas entre os indivíduos do grupo relacionadas à defesa dos recursos alimentares, diminui a incidência de usurpadores no grupo (Vickery *et al.*, 1991).

Barta & Giraldeau (1998) afirmam que em grupos que apresentam uma rígida hierarquia, indivíduos dominantes tendem a adotar a estratégia de usurpador enquanto os subordinados tendem a adotar a estratégia de batedor. Os dominantes monitoram as atividades dos subordinados e quando estes encontram alimento, os expulsam da fonte alimentar. Isto foi observado por Bicca-Marques e colaboradores em *S. imperator* (Bicca-Marques, 2000, 2003; Bicca-Marques & Garber, 2005; Dominy *et al.*, 2003). Conforme mencionado anteriormente, a viabilidade de adoção de uma estratégia de usurpador, no entanto, pode variar em decorrência de características da fonte alimentar. Durante a exploração de fontes facilmente esgotáveis, por exemplo, os batedores podem levar vantagem sobre os usurpadores ao chegarem primeiro ao recurso. Bicca-Marques & Garber (2005) observaram que indivíduos que chegavam primeiro a fontes alimentares produtivas apresentaram um aumento significativo na quantidade de alimento ingerido, sugerindo uma “vantagem do batedor” (DiBitetti & Janson, 2001).

Dentro do contexto apresentado, este trabalho visa (1) testar se os saúns-de-coleira (*Saguinus bicolor*) são capazes de associar informações espaciais, visuais, olfativas e quantitativas à presença de alimento em uma estação artificial de alimentação, (2) identificar a estratégia de forrageio adotada por diferentes membros de um grupo social e avaliar sua relação com o sexo, a idade e a posição hierárquica, (3) testar se alguma

classe sexo-etária ou algum indivíduo possui prioridade de acesso ao alimento e (4) avaliar a frequência e distribuição dos comportamentos de partilha de alimento e competição alimentar entre os indivíduos.

*Saguinus bicolor* pertence à subfamília Callitrichinae, a qual compreende os gêneros *Cebuella*, *Callithrix*, *Mico*, *Callimico*, *Saguinus* e *Leontopithecus* (Rylands *et al.*, 2000). O sauí-de-coleira (ou sauí-de-Manaus) é um sagüi endêmico da Amazônia brasileira. Ele é considerado o calitriquíneo mais ameaçado de toda a Amazônia (Mittermeier *et al.*, 1989). Sua vulnerabilidade está supostamente relacionada ao fato de sua área de ocorrência ser demasiadamente restrita (Ayres, 1980, 1982; Egler, 1983; Coimbra-Filho, 1987). O sauí-de-coleira ocorre em uma área de apenas cerca de 7.500 km<sup>2</sup> (Vidal, 2004), a qual abrange a cidade de Manaus e imediações; ou seja, exatamente na região de maior crescimento populacional nas últimas décadas na Amazônia. Além disso, é possível que o sauí-de-coleira esteja disputando e perdendo hábitat para a espécie vizinha, *Saguinus midas* (Subirá, 1998).

Os saúins-de-coleira vivem em grupos compostos por cerca de 10 indivíduos, os quais exploram uma área de vida que varia de 12 a 21 hectares. São insetívoro-frugívoros, se alimentando de insetos, frutos, néctar e exsudados (Egler, 1986). Em toda sua área de ocorrência, os saúins utilizam um mosaico de mata primária e secundária, campinas e campinaranas (Subirá, 1998), podendo haver uma variação sazonal através da utilização de uma mata mais alta na estação úmida e da capoeira na estação mais seca (Egler, 1986).

O atual estado de conservação das populações selvagens e o pequeno tamanho da população em cativeiro ameaçam criticamente a sobrevivência da espécie. Além disso, os animais mantidos em cativeiro são acometidos por diversas doenças, que resultam em uma alta taxa de mortalidade. A falta de informações ecológicas e comportamentais impede a adoção de medidas preventivas e o manejo correto desses animais (Gordo, com. pess.). Com isso, o presente estudo promoverá um aumento no conhecimento sobre o comportamento e a ecologia dos saúins-de-coleira e, desta forma, deverá fornecer subsídios para melhorar o manejo das populações em cativeiro e, possivelmente, para futuros programas de reintrodução.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma porção de floresta do Campus da Universidade Federal do Amazonas (3°04'59''S, 59°57'43''O), localizado na cidade de Manaus, AM (Figura 1). A área é um fragmento de floresta de terra firme com aproximadamente 711 hectares. A média anual de precipitação fica em torno de 2.286 mm. A região amazônica caracteriza-se por apresentar duas estações climáticas bem definidas, a estação seca, que tem duração de junho a novembro e a estação chuvosa, de dezembro a maio. Além do sauí-de-coleira (*S. bicolor*), habitam a área mais duas espécies de primatas: parauacu (*Pithecia pithecia*) e macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*).

Após a seleção da área de estudo, um grupo de *S. bicolor* composto por um macho adulto (GRIZ), duas fêmeas adultas (VER e COT), um macho jovem (JOV) e uma fêmea infante (FIL) foi capturado no dia 22 de dezembro de 2004, utilizando armadilha tipo “Tomahawk” (Figura 2a). Os animais foram, então, anestesiados, medidos e marcados individualmente com colares coloridos (Figuras 2b e 2c). Enquanto um animal era manipulado, os demais eram mantidos nas armadilhas cobertas por um pano escuro a fim de minimizar o estresse. Utilizando um êmbolo de madeira, o animal a ser trabalhado, era induzido a ir para o fundo da armadilha para que o anestésico Dopalen fosse aplicado intramuscular na coxa à dose de 0,01 ml. Esta dose foi calculada com base no peso médio dos sauíns (cerca de 500 g). O animal anestesiado era submetido aos procedimentos de sexagem, morfometria e marcação. Primeiramente, o animal era pesado com o auxílio de balanças Pesola (100 g, 200 g e 600 g) colocando-o dentro de um saco de pano (Figura 3a). Posteriormente, os dados biométricos eram anotados com o auxílio de um paquímetro. As seguintes medidas eram coletadas (todas em centímetros com precisão de 1 mm): comprimento total e da cauda, comprimento e largura do crânio, comprimento e largura das orelhas direita e esquerda, comprimento e largura das mãos direita e esquerda, comprimento das pernas direita e esquerda, comprimento e largura dos pés direito e esquerdo e largura da glândula genital. Em seguida, o animal recebia um colar de alumínio com contas plásticas coloridas. Cada animal recebia uma combinação de cores diferente para que pudesse ser identificado individualmente. Além do colar de

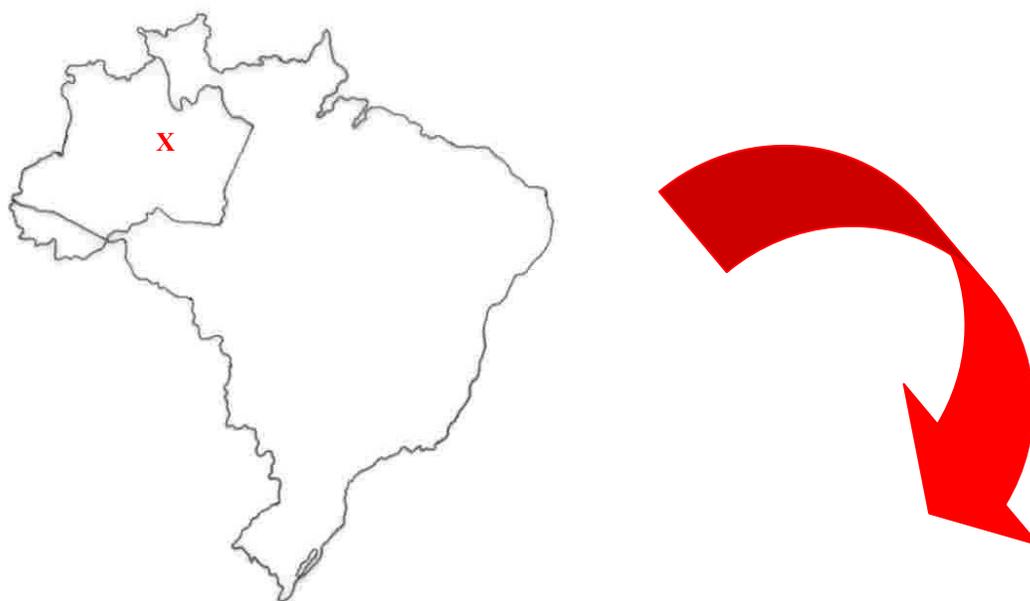


Figura 1. Mapa com a localização da mata da Universidade Federal do Amazonas (Google Earth, 2006).



**a**

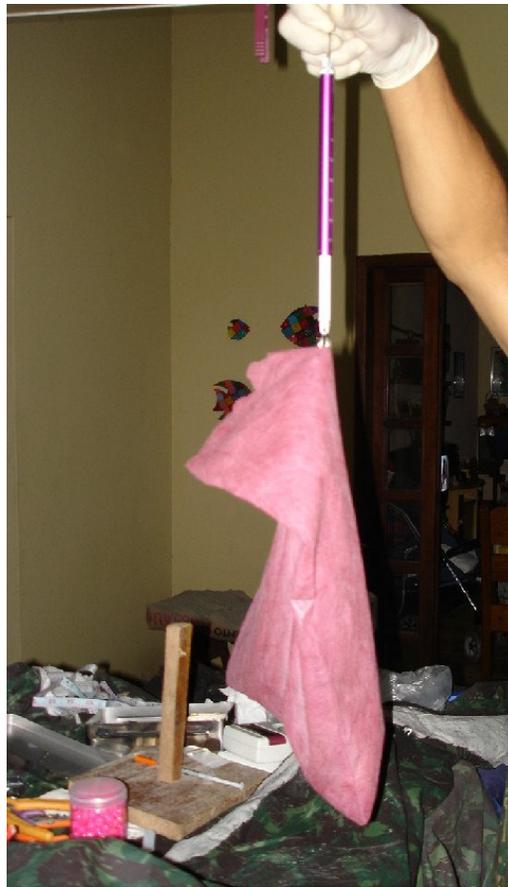


**b**



**c**

Figura 2. Captura e marcação do grupo de saúns-de-coleira: (a) disposição das armadilhas tipo “Tomahawk” para a captura dos animais, (b) biometria dos animais e (c) marcação individual com colares de contas plásticas coloridas.



**a**



**b**

Figura 3. Processo de medida e marcação dos sauins-de-coleira: (a) pesagem dos animais dentro de um saco de pano com o auxílio de balanças Pesola e (b) implantação de “microship” subcutaneamente.

identificação, cada animal teve um “microship” implantado subcutaneamente (Figura 3b). Após sua manipulação, o animal era colocado numa caixa para transporte de animais também mantida sob um pano escuro. Todos os animais capturados foram submetidos ao mesmo procedimento.

O grupo foi liberado no mesmo local da captura por volta das 6:00 da manhã do dia seguinte, após a confirmação de que todos os animais estavam completamente recuperados da anestesia. Esta parte do trabalho foi realizada com a colaboração do professor Marcelo Gordo da Universidade Federal do Amazonas.

O desenho experimental envolveu a construção de uma Estação de Alimentação (Figura 4) dentro da área utilizada pelo grupo de estudo. A Estação de Alimentação era composta por oito plataformas de alimentação (PA) semelhantes. Cada PA era constituída por uma placa de acrílico medindo 40 cm x 40 cm. As PAs foram distribuídas em um arranjo circular (aproximadamente 11 m de diâmetro) e colocadas a, aproximadamente, 1,5 m de altura acima do solo, próximas a galhos ou árvores para facilitar o acesso dos macacos. A Estação de Alimentação visa imitar uma árvore em frutificação onde cada PA representaria um galho desta árvore. O arranjo circular imitaria o diâmetro da copa. O comportamento dos animais foi monitorado a partir de um observatório localizado a 2 m de altura sobre o solo a, aproximadamente, 10 m da PA mais próxima. O observatório foi totalmente coberto por um pano camuflado a fim de evitar que os animais pudessem ver o observador. Após o estabelecimento da Estação de Alimentação, um período de ceva foi utilizado para habituar os animais às PAs. Antes do início dos experimentos propriamente ditos, todas as PAs deveriam ser visitadas pelo grupo a fim de assegurar que eram acessíveis aos macacos. Além disso, para garantir uma maior confiabilidade na coleta de dados, esse período de habituação (10 a 26 de abril) também foi utilizado para praticar a metodologia de registro das observações (um resumo das etapas da pesquisa é apresentada na Figura 5).

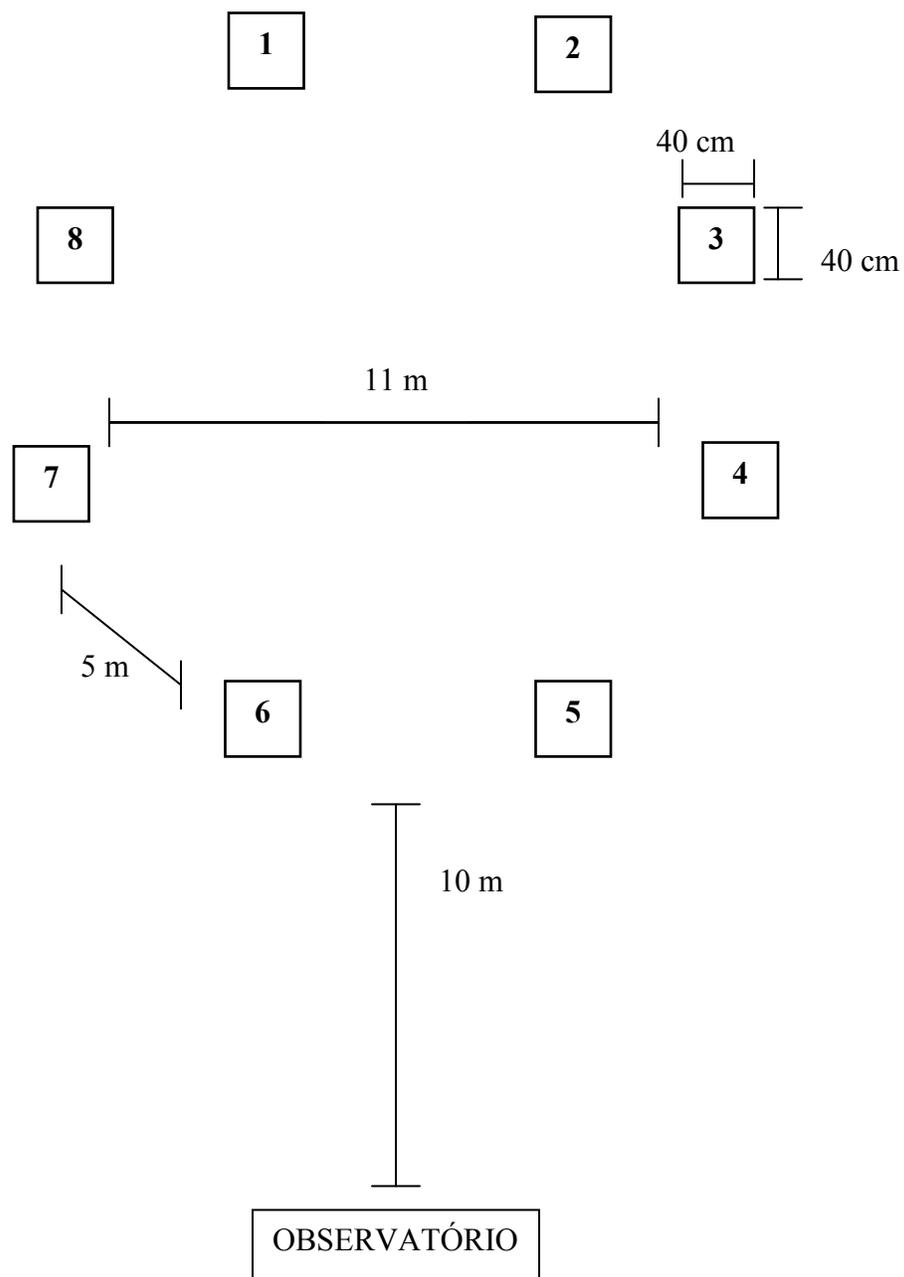


Figura 4. Representação esquemática da Estação de Alimentação, mostrando a distribuição das plataformas de alimentação (n<sup>os</sup> de 1 a 8) e do observatório.

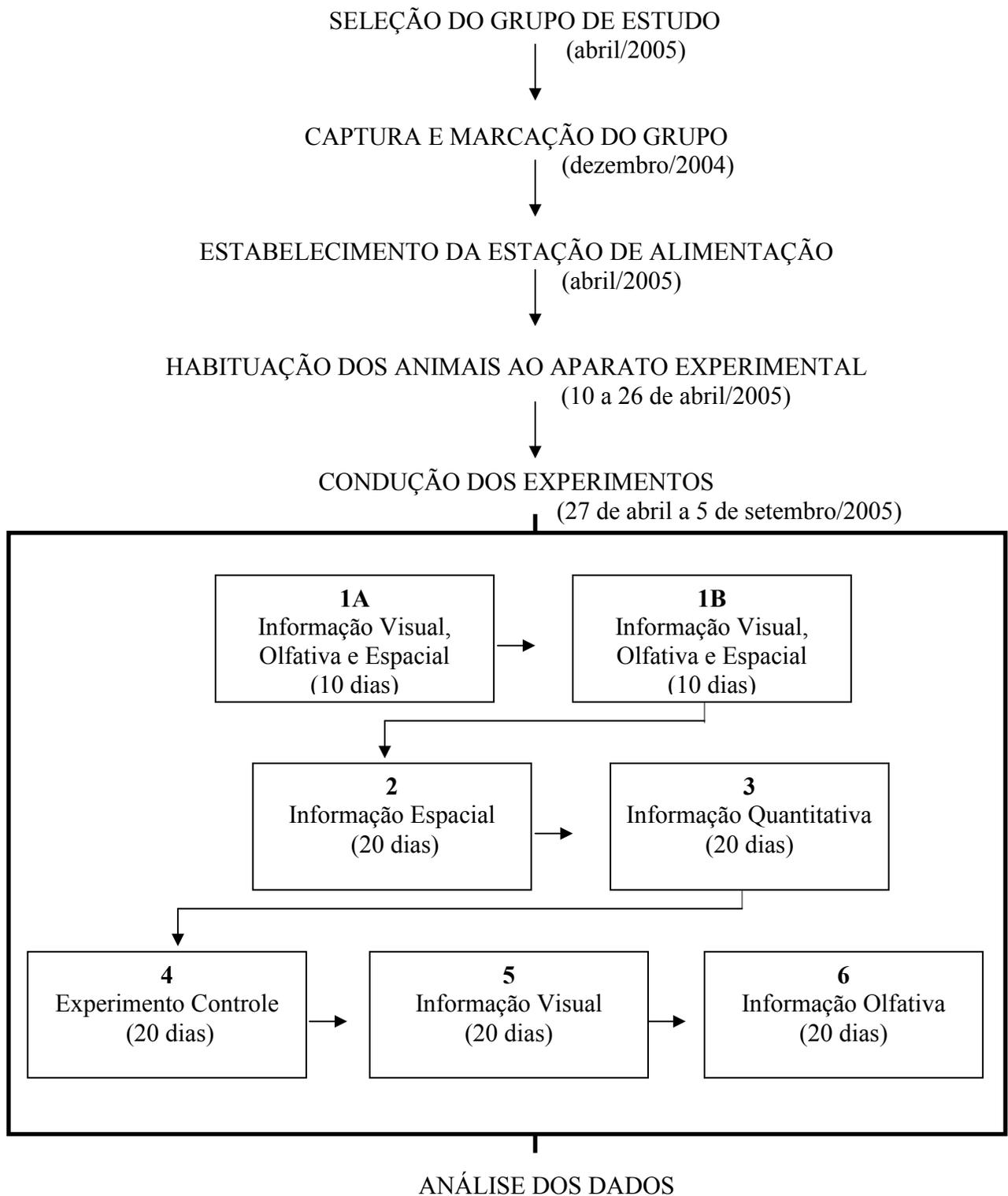


Figura 5. Cronograma das atividades desenvolvidas durante a pesquisa.

Bananas verdadeiras, bananas plásticas e bananas verdadeiras dentro de saquinhos de tela metálica foram utilizados como isca. As PAs eram iscadas no início da manhã e reiscadas após cada visita do grupo de estudo à Estação de Alimentação (sessão). Ao reiscar as plataformas, tomava-se o cuidado de verificar se os animais não estavam nas imediações para evitar que pudessem ver onde seriam colocadas as bananas verdadeiras.

Em cada sessão, duas PAs eram iscadas com uma banana verdadeira (plataformas com recompensa, PRs), enquanto as outras seis eram iscadas com falsas recompensas (banana plástica ou banana inacessível dependendo do protocolo; plataformas sem recompensa, PSRs). Conseqüentemente, existia uma probabilidade de 25% (2 PRs de um total de 8 PAs) de que os macacos selecionariam ao acaso as PRs. Todas as bananas (falsas e verdadeiras) eram amarradas a um gancho para evitar que os macacos levassem o fruto inteiro da plataforma. Nos experimentos que requeriam a eliminação da informação visual, folhas falsas (confeccionadas de tecido verde) cobriam as iscas sobre as PAs. Em alguns experimentos, a localização das PRs era constante, enquanto em outros sua localização era alterada a cada sessão de maneira aleatória. Para isso, foi utilizada uma tabela de números aleatórios elaborada através de sorteio. Todos os experimentos tiveram duração de 20 dias. Entre cada experimento foi realizado um intervalo de três dias a fim de evitar que o possível aprendizado dos animais em um experimento interferisse em seu desempenho no experimento seguinte. No entanto, para garantir a visitação do grupo nos experimentos subseqüentes, todas as PAs foram cevadas com bananas verdadeiras durante este período. As únicas exceções foram entre os experimentos 1A e 1B e entre os experimentos 2 e 3, quando não houve intervalo. Tal procedimento foi realizado para permitir que o aprendizado obtido em um experimento fosse avaliado no seguinte.

O grupo era monitorado das 6:00 às 16:00, horário no qual os animais normalmente começam a procurar um local para pernoitar (Gordo, com. pess.). Os dados foram coletados durante 120 dias, totalizando 1.200 horas de monitoramento da Estação de Alimentação. A coleta de dados foi realizada pelo método de todas as ocorrências (Martin & Bateson, 1993) e iniciava quando o grupo de estudo era visivelmente detectado nas proximidades da Estação de Alimentação. Em cada sessão, as seguintes informações

eram coletadas: horário e direção de chegada e partida do grupo, quantidade de alimento disponível nas PRs, ocorrência de alimentação, local de onde o animal inspecionava a plataforma (própria PA ou árvore), horário e duração de cada visita a cada PA e participantes, frequência e contexto das interações sociais. Considerava-se uma visita a uma PA quando os animais subiam nas mesmas ou quando as inspecionavam apoiados em outro substrato (galhos, troncos de árvores próximas) a menos de 1 m de distância.

No dia 27 de abril de 2005, após a habituação dos animais às PAs, iniciou-se uma série de experimentos com o objetivo de avaliar a habilidade dos sauíns-de-coleira em utilizar informações ecológicas (previsibilidade na localização do alimento, diferenças visuais e olfativas entre iscas verdadeiras e falsas e diferenças na quantidade de alimento) durante as decisões de forrageio. Os experimentos (Figuras 6 a 11) foram realizados seguindo a metodologia e a ordem utilizada por Bicca-Marques (2000; Bicca-Marques & Garber, 2003, 2004, 2005) para facilitar futuras comparações.

### **Análise do desempenho do grupo**

Todas as visitas às PAs foram registradas. Visitas a PRs foram consideradas escolhas com sucesso, enquanto visitas a PSRs foram consideradas escolhas sem sucesso. Cada visita do grupo à Estação de Alimentação era considerada uma sessão. A primeira visita de um membro do grupo a cada PA em uma dada sessão foi denominada de inspeção. Assim, o grupo poderia realizar um máximo de oito inspeções (oito PAs) em cada sessão, mas até 40 visitas a PAs se todos os indivíduos visitassem todas as PAs (= cinco indivíduos X oito PAs). Em cada experimento foi analisada a frequência acumulada de inspeções com sucesso e sem sucesso ao longo das sessões. A porcentagem de inspeções com sucesso em cada experimento foi comparada com o desempenho esperado ao acaso (25%) pelo teste das duas porcentagens (Z; Lehner, 1996) para avaliar se os sauíns-de-coleira eram capazes de utilizar as informações ecológicas disponíveis para encontrar as recompensas alimentares.

Como em cada sessão somente duas PAs continham recompensa, uma análise mais conservadora das habilidades cognitivas do grupo foi realizada com base no seu desempenho nas duas primeiras inspeções de cada sessão. Tal análise é mais robusta, pois

### Experimento 1 - Parte A - Informação Visual, Olfativa e Espacial juntas

**Objetivos:** Testar a habilidade dos macacos em associar juntamente informação visual, olfativa e espacial com a presença/ausência de recompensa alimentar em múltiplos locais de alimentação.

**Duração:** 10 dias

**Condições:** (a) informação visual disponível (PRs contêm uma banana verdadeira à mostra, enquanto PSRs contêm uma banana plástica à mostra);

(b) informação olfativa disponível (banana plástica não tem cheiro);

(c) informação espacial disponível (localização de PRs e PSRs permanece constante durante todo o experimento).

### Experimento 1 - Parte B - Informação Visual, Olfativa e Espacial juntas

**Objetivos:** (a) Avaliar a hierarquia entre as informações espaciais (localização do alimento) e perceptuais (visão e olfato) na primeira sessão do experimento; (b) idem Parte A.

**Duração:** 10 dias

**Condições:** as mesmas da Parte A, com exceção de que a localização das PRs é modificada na primeira sessão deste experimento e depois mantida constante durante todo o experimento.

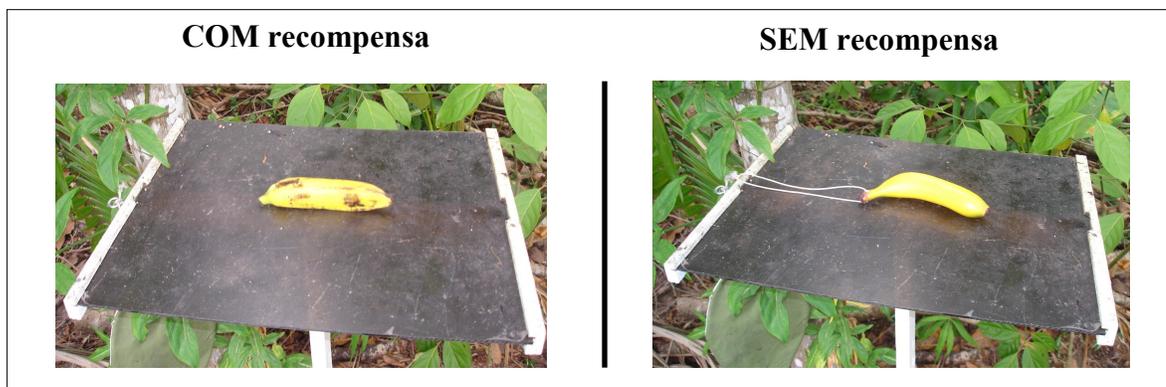


Figura 6. Condições do experimento que testou o uso da informação visual, espacial e olfativa juntas.

## Experimento 2 - Informação Espacial

**Objetivo:** Testar a habilidade dos macacos em selecionar locais de alimentação utilizando somente informação espacial.

**Duração:** 20 dias

**Condições:** (a) informação espacial disponível (localização das PRs é modificada em relação ao experimento prévio, mas se mantém constante durante este experimento);

(b) informações olfativas minimizadas (PSRs contêm uma banana verdadeira dentro de um saquinho de tela metálica);

(c) eliminação das informações visuais (folhas falsas escondem as iscas em todas as plataformas).

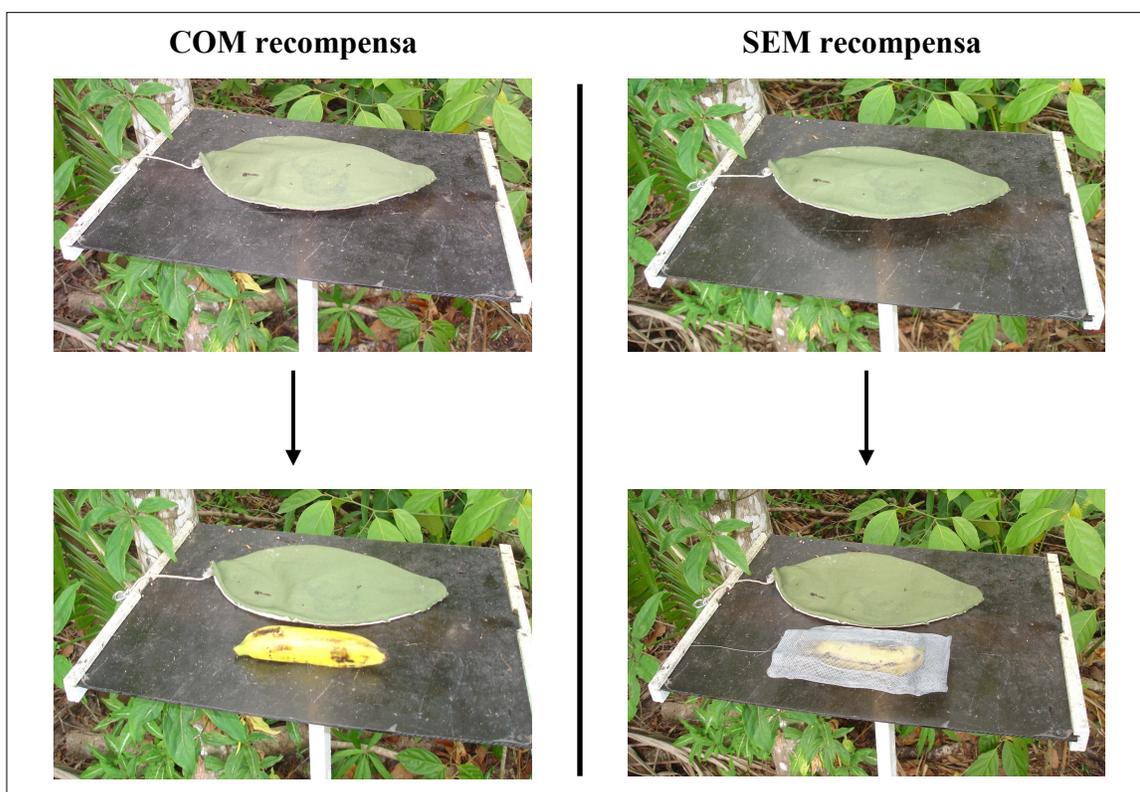


Figura 7. Condições do experimento que testou o uso da informação espacial. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.

### Experimento 3 - Informação Quantitativa

**Objetivo:** Testar a habilidade dos macacos em lembrar e integrar informação espacial e quantitativa (quantidade de alimento na plataforma) na tomada de decisões de forrageio.

**Duração:** 20 dias

**Condições:** (a) informações visuais e olfativas eliminadas como no experimento 2;

(b) informação espacial disponível e idêntica a do experimento 2;

(c) informação quantitativa disponível (a quantidade de alimento em cada PR é diferente; uma PR contém  $\frac{1}{2}$  banana verdadeira, enquanto a outra contém 3 bananas).

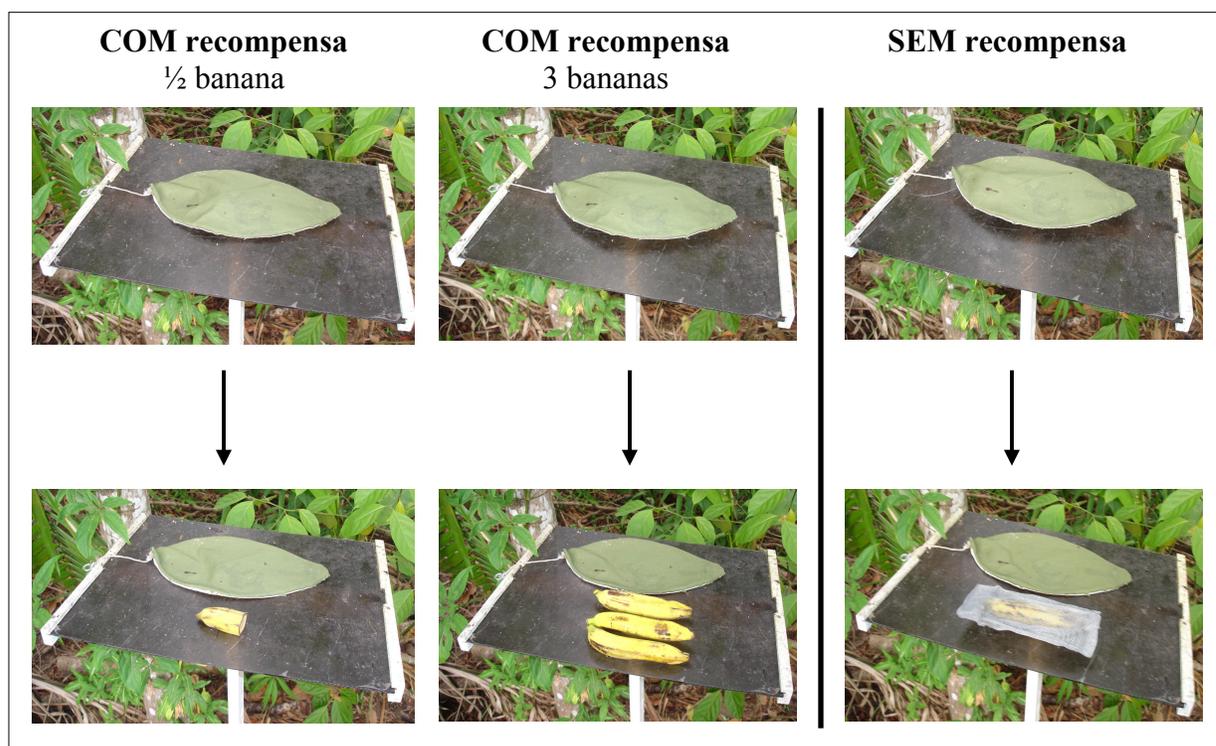


Figura 8. Condições do experimento que testou a integração da informação espacial e quantitativa. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.

## Experimento 4 - Controle

**Objetivo:** Testar se, na ausência de informação visual, olfativa e espacial, os macacos podem utilizar outra informação ecológica não controlada pelo desenho experimental na tomada de decisões de forrageio.

**Duração:** 20 dias

**Condições:** (a) informações visuais eliminadas como descrito no experimento 2;

(b) informações olfativas minimizadas como descrito no experimento 2;

(c) informação espacial indisponível (localização das PRs e PSRs é alterada aleatoriamente em cada sessão durante o experimento).

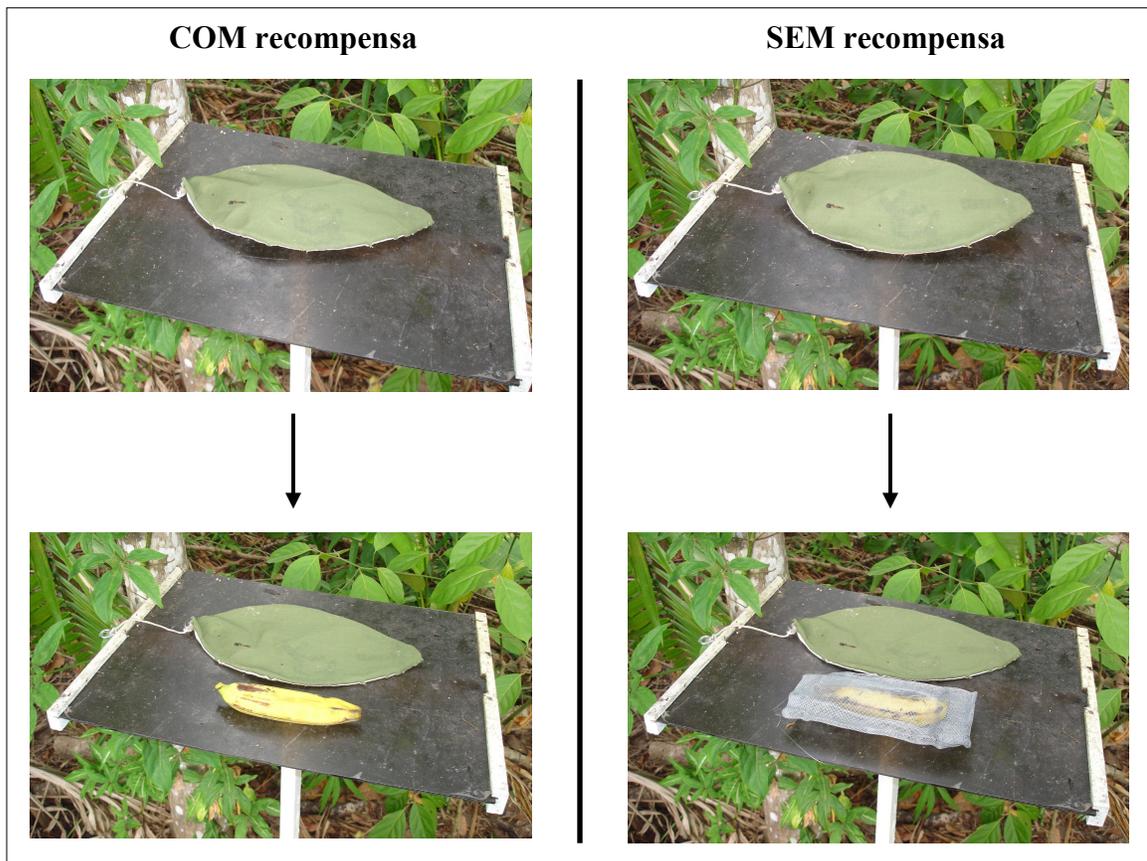


Figura 9. Condições do experimento controle. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.

## Experimento 5 - Informação Visual

**Objetivo:** Testar a habilidade dos macacos em selecionar locais de alimentação baseados somente no uso de informação visual (diferenças entre bananas verdadeiras e plásticas).

**Duração:** 20 dias

**Condições:** (a) informações visuais disponíveis (PRs contêm uma banana verdadeira sobre a folha falsa, enquanto as PSRs contêm uma banana plástica sobre a folha);

(b) informações olfativas minimizadas (PSRs contêm uma banana verdadeira dentro de um saquinho de tela metálica embaixo da folha falsa, enquanto as PRs têm um saquinho de tela metálica vazio embaixo da folha falsa a fim de dar o mesmo volume);

(c) informação espacial indisponível como descrito no experimento 4.

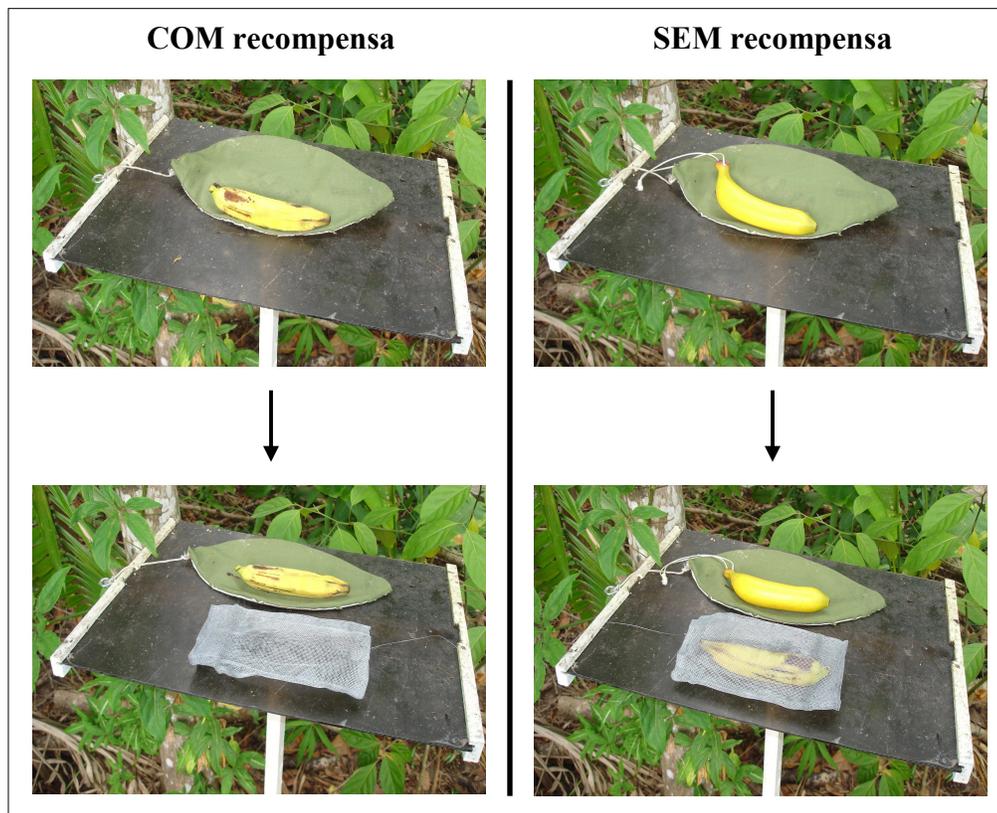


Figura 10. Condições do experimento que testou o uso da informação visual. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.

## Experimento 6 - Informação Olfativa

**Objetivo:** Testar a habilidade dos macacos em selecionar locais de alimentação utilizando somente informação olfativa (diferenças no cheiro entre bananas verdadeiras e falsas).

**Duração:** 20 dias

**Condições:** (a) informações olfativas disponíveis (PRs iscadas com uma banana verdadeira e PSRs iscadas com uma banana plástica; PRs são limpas com um pano úmido após cada sessão);

(b) informações visuais eliminadas como no experimento 2;

(c) informação espacial indisponível como no experimento 4.

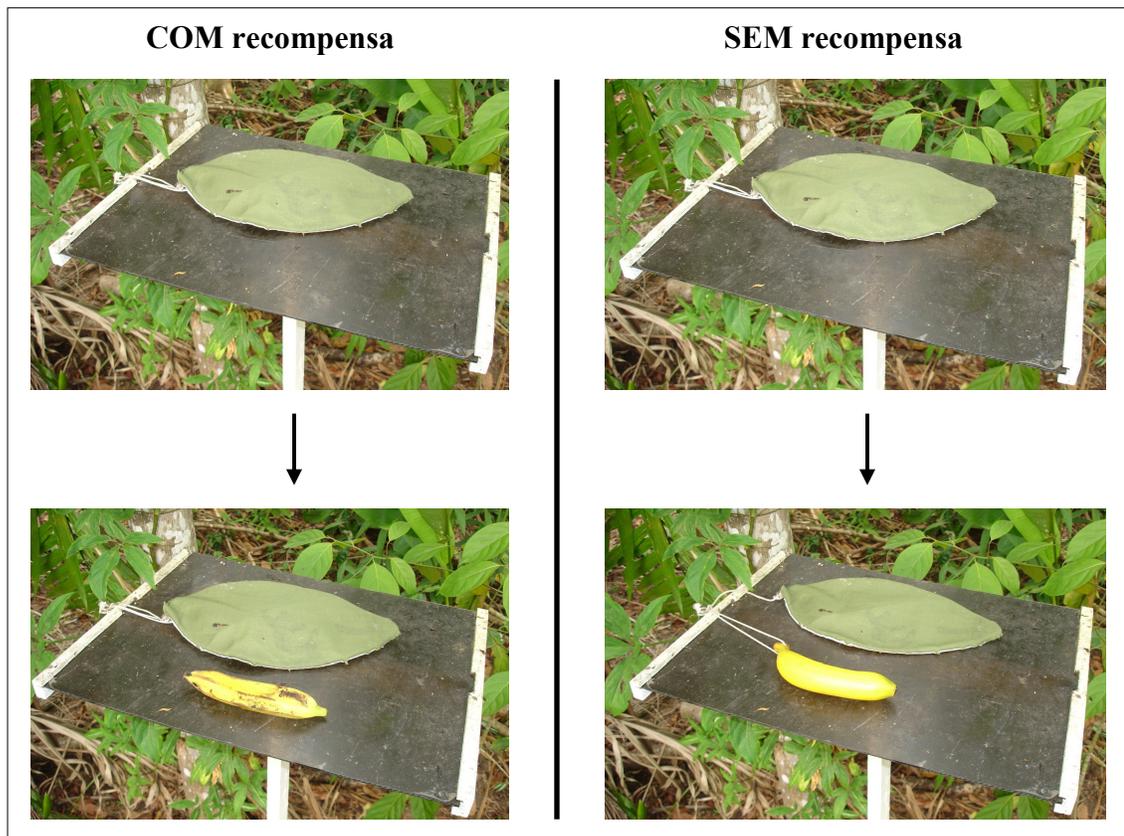


Figura 11. Condições do experimento que testou o uso da informação olfativa. As figuras superiores mostram a condição encontrada pelos macacos ao chegarem na Estação de Alimentação, enquanto as figuras inferiores ilustram o que os animais encontravam embaixo das folhas falsas.

caso a quantidade de alimento na Estação de Alimentação fosse suficiente para saciar todo o grupo ou se os animais aprendessem que apenas duas PAs continham recompensa em cada sessão, eles poderiam parar de procurar por alimento após encontrar ao acaso as duas PRs e, desta forma, apresentar uma performance acima do esperado sem terem aprendido a utilizar as informações ecológicas disponíveis.

Para a análise das duas primeiras inspeções, os desempenhos esperados ao acaso são, respectivamente, (1) 3,6% ( $2/8 \times 1/7$ ) para duas inspeções com sucesso, (2) 42,9% ( $2/8 \times 6/7 \times 2$ ) para apenas uma inspeção com sucesso nas duas primeiras escolhas e (3) 53,6% ( $6/8 \times 5/7$ ) para duas inspeções sem sucesso. Se o grupo visitou somente uma PA em determinada sessão, os desempenhos ao acaso são 25% ( $2/8$ ) para uma inspeção de PR e 75% ( $6/8$ ) para uma inspeção de PSR. Os dados das Partes A e B do experimento 1 foram agrupados pois avaliam as mesmas informações. Através do teste Z das duas porcentagens foi possível determinar se o desempenho final do grupo em cada experimento (medido pela porcentagem acumulada de inspeções com sucesso nas duas primeiras inspeções de cada sessão) desviou significativamente do esperado ao acaso (25%).

Para testar se o grupo estava utilizando uma estratégia de “win-return” (o grupo retorna diretamente para as PAs onde encontrou alimento na sessão anterior) também foram analisadas as duas (ou uma) primeiras inspeções de cada sessão. Para cada sessão foi calculado um desempenho teórico (WR), o qual seria obtido caso o grupo estivesse utilizando perfeitamente a estratégia “win-return”. Ou seja, se os animais sempre selecionassem as PAs que continham recompensa na sessão anterior para realizar suas duas primeiras inspeções (veja Bicca-Marques, 2005). Assim, o desempenho teórico em cada sessão variou de 0% a 100%; 0% se nenhuma das PRs da sessão anterior fossem PRs novamente na próxima sessão ( $0/2$ ), 50% se somente uma PR da sessão anterior fosse PR na sessão subsequente ( $1/2$ ) e 100% quando as duas PRs fossem as mesmas em ambas as sessões ( $2/2$ ). O desempenho teórico total em cada experimento foi comparado com o desempenho ao acaso de 25% através do teste das duas porcentagens para determinar se a adoção da estratégia “win-return” seria vantajosa para o grupo; ou seja, se a sua adoção auxiliaria os saúns-de-coleira a localizar rapidamente as duas PRs.

O desempenho real do grupo foi denominado visita anterior (VA). VA indica quantas das duas (ou uma) primeiras inspeções em uma determinada sessão foram realizadas em PRs da sessão anterior. Se na sessão anterior o grupo não inspecionou nenhuma PR, essa variável não foi calculada para a sessão subsequente. Para determinar se a porcentagem acumulada de VA apresentou diferença significativa em relação à performance ao acaso foi utilizado o teste das duas porcentagens. Naqueles experimentos em que VA foi significativamente maior que 25% é possível sugerir que o grupo estava utilizando a estratégia “win-return”.

O terceiro experimento tinha como objetivo verificar se os animais eram capazes de continuar visitando as PRs através da informação espacial adquirida no experimento anterior (Informação Espacial) e, além disso, escolher a plataforma com maior quantidade de alimento (3 bananas). Para isso, foi feita uma análise com base na primeira plataforma visitada pelo grupo em cada sessão. Se os animais estivessem utilizando a informação de quantidade, o esperado é que eles escolhessem mais vezes a plataforma com maior quantidade de alimento como primeira opção. O esperado, neste caso, seria de 12,5% (1/8) para a seleção da plataforma com maior quantidade de alimento e 87,5% para a escolha de qualquer outra plataforma (75% [6/8] para a escolha de plataformas sem recompensa e 12,5% [1/8] para a escolha da plataforma com menor quantidade de alimento – ½ banana). No entanto, caso o grupo estivesse utilizando a informação da localização das plataformas com recompensa disponível no experimento anterior (Espacial) e fosse observada uma performance acima do esperado ao acaso neste experimento (Quantitativo), uma melhor estimativa seria considerar a probabilidade ao acaso de 50% (1/2 PRs) para a seleção da plataforma com mais bananas, visto que as PRs neste experimento eram as mesmas do experimento anterior.

### **Análise do desempenho individual**

A fim de comparar o comportamento de forrageio dos indivíduos do grupo, alguns parâmetros foram analisados: (a) latência da primeira visita do indivíduo a uma PA após a chegada do grupo na Estação de Alimentação; (b) tempo de permanência dos animais nas PRs; (c) número de PAs visitadas por cada animal em cada sessão; (d) investimento no

fORAGEIO; (e) sucesso no forrageio; (f) desempenho no forrageio; (g) eficácia do forrageio e (h) ordem de chegada dos indivíduos durante as visitas às PRs.

A latência até a primeira visita do indivíduo a uma PA representa o tempo (em minutos) que o mesmo demorou após a chegada de seu grupo na Estação de Alimentação antes de visitar a sua primeira PA na sessão. O tempo de permanência (em minutos) de cada indivíduo nas PRs foi utilizado como estimativa do tempo que o animal gastou se alimentando. Apesar dos animais poderem permanecer por algum tempo nas PRs sem consumirem o alimento e de nem sempre consumirem as bananas na sua totalidade na própria plataforma (às vezes eles terminavam de comer nos galhos das árvores próximas), esta variável parece ser a mais confiável para comparar o tempo de alimentação entre os diferentes animais.

O investimento no forrageio foi calculado através da frequência com que determinado indivíduo foi o responsável pela inspeção de uma PA. Para comparar o investimento no forrageio entre os indivíduos foi utilizado o teste do qui-quadrado. No caso de existir diferença significativa entre os indivíduos, o investimento de cada indivíduo foi comparado ao investimento esperado considerando-se que o esforço de forrageio fosse igualmente distribuído entre todos os membros do grupo (calculado pela divisão do número total de inspeções realizadas pelo grupo pelo número de indivíduos do grupo) pelo teste Z das duas porcentagens. Essa análise permitiu determinar a estratégia de forrageio (batedor, usurpador ou oportunista) adotada por cada membro do grupo. Os indivíduos que apresentaram um desempenho significativamente maior que o esperado foram considerados batedores, enquanto aqueles que apresentaram um investimento significativamente menor que o esperado foram classificados como usurpadores. Já os animais cujo investimento não diferiu do esperado foram considerados oportunistas.

Considerando que a quantidade de alimento encontrada em uma PR pelo responsável por sua inspeção pode ser diferente da encontrada pelos indivíduos que a visitam mais tarde, foi estimada a “vantagem do batedor”. Como o desenho experimental não permite determinar a quantidade de alimento em gramas consumido por cada animal, a “vantagem do batedor” foi avaliada pela comparação da porcentagem de inspeções de PRs que resultaram em alimentação com a porcentagem de visitas (não-inspeções) a PRs que também resultaram no

consumo do alimento pelo teste das duas porcentagens. Se a porcentagem de alimentação entre essas duas situações for semelhante, é possível afirmar que não há “vantagem do batedor”. Para determinar se houve diferença no sucesso entre os indivíduos do grupo foi utilizado o teste do qui-quadrado. Caso essa diferença fosse constatada, comparamos o sucesso dos indivíduos através do teste das duas porcentagens.

Para avaliar a habilidade de cada indivíduo em utilizar as informações ecológicas disponíveis nos experimentos para resolver os desafios apresentados, seu desempenho (medido como a porcentagem de inspeções a PRs em relação ao total de PAs inspecionadas) foi comparado ao desempenho esperado de 25% pelo Teste Exato de Fisher devido ao pequeno tamanho das amostras individuais.

Para determinar se houve diferença entre os membros do grupo na localização das recompensas alimentares, foi calculada a eficácia de seu forrageio. A eficácia foi medida pela proporção de inspeções a PRs realizadas por cada indivíduo e indica a contribuição de cada um na localização de PRs exploradas pelo grupo.

## RESULTADOS

O grupo de sauíns-de-coleira participou de 106 sessões distribuídas em 45 dias ao longo dos 120 dias de estudo. Embora o grupo tenha participado de até cinco sessões em um mesmo dia, ele também costumava passar vários dias consecutivos (um a cinco) sem visitar à Estação de Alimentação. As sessões duraram, em média,  $16,8 \pm 14,7$  minutos (mediana=13; N=106). Em muitas ocasiões, os animais permaneciam na Estação de Alimentação antes ou após inspecionar às PAs, alimentando-se de insetos, frutos e néctar de flores (principalmente jambo-vermelho, *Syzygium malaccense*). Um total de 230 inspeções de PAs foram realizadas durante os experimentos (média= $2,2 \pm 1,3$  inspeções por sessão). Destas, 143 foram a PRs (62% inspeções com sucesso). O tempo médio despendido sobre as PRs durante cada sessão foi de  $6,4 \pm 4,7$  minutos (mediana=5; N=98). Além disso, o número máximo de indivíduos alimentando-se juntos numa mesma PR durante uma sessão foi de  $3,3 \pm 0,9$  indivíduos (mediana=3; N=86).

## Desempenho do grupo

O grupo realizou 26 inspeções a PAs durante a Parte A do experimento que testou o uso de informação visual, olfativa e espacial juntas, sendo que 21 foram a PRs (81%;  $Z=4,028$ ,  $p<0,001$ ; Figura 12). Na Parte B deste experimento, os animais visitaram somente PRs (5/5=100%; Teste Exato de Fisher,  $p=0,306$ , NS; Figura 12).

Durante o experimento testando o uso da informação espacial, o grupo inspecionou PRs em 59% dos casos (17/29;  $Z=2,596$ ,  $p<0,01$ ; Figura 13). Já no experimento testando o uso de informação de quantidade, o grupo selecionou PRs em 85% das inspeções (23/27;  $Z=4,446$ ,  $p<0,001$ ; Figura 13). Além disso, os animais selecionaram como primeira opção a plataforma com maior quantidade de alimento em 15 das 17 sessões realizadas durante esse experimento (15/17=88,2%;  $Z_{50\%}=2,413$ ,  $p<0,02$ ; Figura 14).

O experimento controle teve como objetivo testar se os animais não estavam utilizando outra informação ecológica não controlada pelo desenho experimental para localizar as PRs. Ao contrário do esperado, os animais apresentaram uma performance significativamente superior ao esperado nesse experimento (21/46=46%;  $Z=2,072$ ,  $p<0,05$ ; Figura 15). Em nenhuma sessão durante esse experimento, as duas primeiras inspeções do grupo foram a PSRs (Tabela 1). É importante considerar que das 20 sessões realizadas neste experimento, a PA 4 foi significativamente mais inspecionada do que o esperado em primeiro lugar (10/20=50%;  $Z=1,989$ ,  $p<0,05$ ). A segunda a ser mais inspecionada em primeiro lugar foi a PA 7 (20%, quatro vezes). As demais plataformas visitadas em primeiro lugar foram as PAs 3, 5 e 8, recebendo cada uma duas inspeções (10%).

Assim como nos demais experimentos nos quais a informação espacial não era confiável, a localização das PRs no experimento controle era determinada através de um sorteio. Aleatoriamente, a PA 6 foi sorteada 11 vezes para conter recompensa, seguida pela PA 4, sorteada oito vezes e pela PA 7 sorteada sete vezes. As demais plataformas foram sorteadas para conter recompensa, respectivamente, quatro vezes (PAs 2 e 3), três vezes (PA 5), duas vezes (PA 8) e uma vez (PA 1). Apesar da PA 6 ter sido a mais sorteada (11 vezes) para conter recompensa durante este experimento, ela foi a única PA a não receber nenhuma inspeção do grupo. Além disso, das 106 sessões realizadas pelo grupo durante a condução

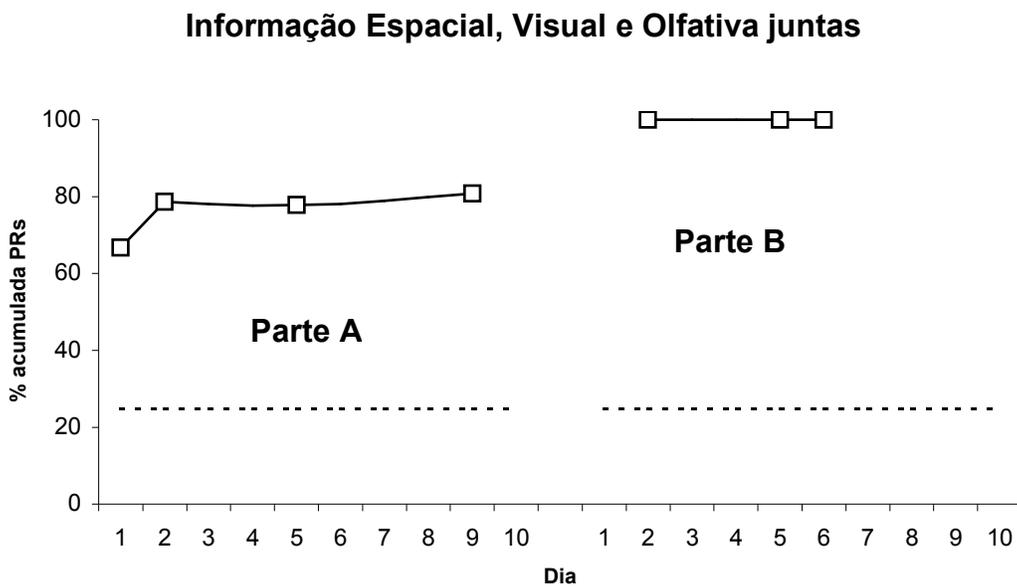


Figura 12. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de inspeções a plataformas com recompensa) durante o experimento que testou o uso da informação visual, olfativa e espacial juntas. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso (25%). Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.

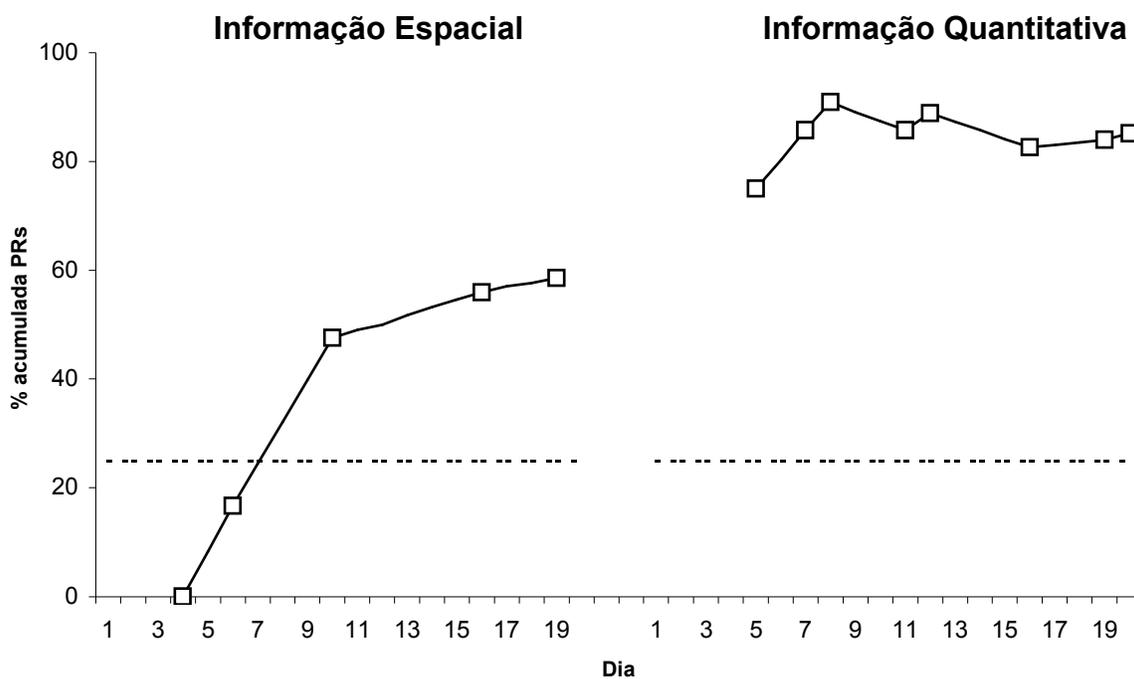


Figura 13. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de visitas a plataformas com recompensa) durante os experimentos que testaram o uso de informação espacial e a integração desta informação com a quantidade de alimento disponível. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso (25%). Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.

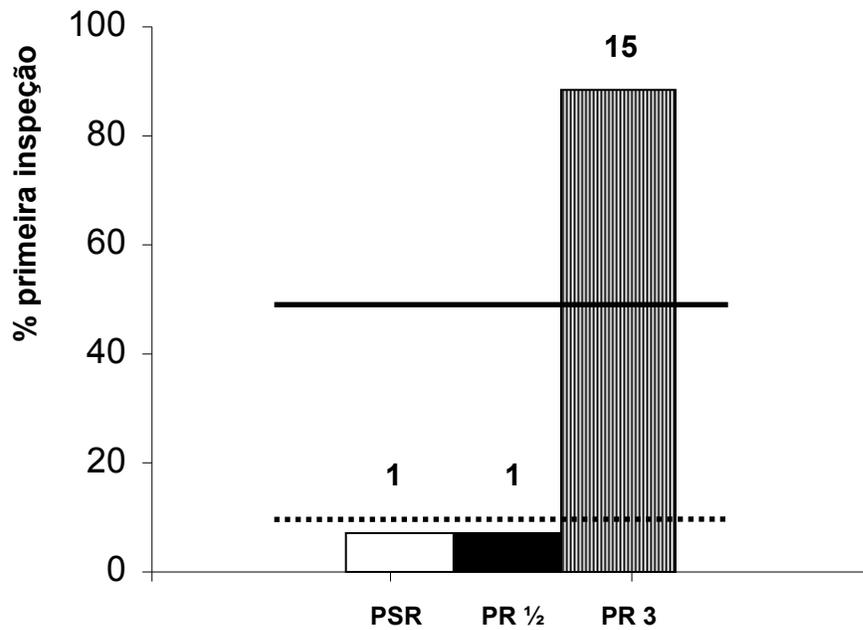


Figura 14. Porcentagem de escolha de cada tipo de plataforma de alimentação para a realização da primeira inspeção em cada sessão durante o experimento testando o uso de informação quantitativa (PSR=plataforma sem recompensa; PR 1/2=plataforma com meia banana; PR 3=plataforma com 3 bananas). A linha contínua representa a probabilidade ao acaso de 50%, enquanto a linha pontilhada representa a probabilidade de 12,5%. O número de sessões nas quais cada tipo de plataforma foi escolhida é mostrado sobre cada barra.

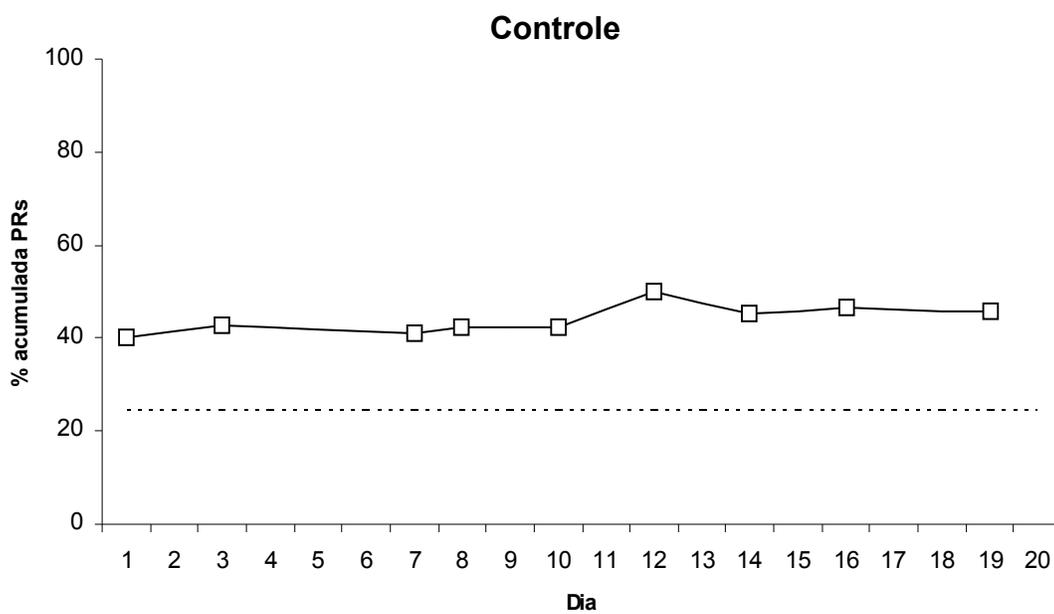


Figura 15. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de visitas a plataformas com recompensa) durante o experimento controle. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso de 25%. Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.

Tabela 1. Desempenho observado do grupo pela análise das duas primeiras inspeções (O); frequências esperadas ao acaso (E); desempenho teórico obtido se os animais estivessem utilizando a estratégia “win-return” (WR); frequência das duas primeiras plataformas inspecionadas pelo grupo em determinada sessão que continham recompensa na sessão anterior (VA); frequência de inspeções com sucesso do total de primeiras duas (ou uma) inspeções ( $\Sigma$ ); resultado do teste das duas porcentagens (Z) e nível de significância (p).

EXPERIMENTO		0/1	1/1	0/2	1/2	2/2	$\Sigma$	Z (p)
<b>Espacial, Visual e Olfativo (1A+1B)</b>	O	0	7	1	1	5	18/21=86%	3,958; p<0,001
	E	5,25	1,75	3,8	3	0,3	5,25/21=25%	
	WR	-	-	0	0	13	26/26=100%	5,586; p<0,001
	VA	0	0	0	1	8	20/21=95%	4,648; p<0,001
<b>Espacial (2)</b>	O	3	8	1	1	2	13/19=68%	2,682; p<0,01
	E	8,25	2,75	2,1	1,7	0,1	4,75/19=25%	
	WR	-	-	0	0	14	28/28=100%	5,797; p<0,001
	VA	2	4	0	1	2	9/12=75%	2,449; p<0,02
<b>Quantitativo (3)</b>	O	0	10	0	6	1	18/24=75%	3,464; p<0,001
	E	7,5	2,5	3,8	3	0,3	6/24=25%	
	WR	-	-	0	0	17	34/34=100%	6,387; p<0,001
	VA	0	13	0	0	3	19/19=100%	4,775; p<0,001
<b>Controle (4)</b>	O	3	7	0	9	1	18/30=60%	2,742; p<0,01
	E	7,5	2,5	5,4	4,3	0,4	7,5/30=25%	
	WR	-	-	10	10	0	10/40=25%	0; NS
	VA	5	7	2	3	0	10/22=45%	1,420; NS
<b>Visual (5)</b>	O	0	9	2	12	1	23/39=59%	3,040; p<0,01
	E	6,75	2,25	8	6,4	0,5	9,75/39=25%	
	WR	-	-	14	10	0	10/48=21%	-0,486; NS
	VA	7	0	0	10	0	10/27=37%	0,956; NS
<b>Olfativo (6)</b>	O	1	3	3	6	3	15/28=54%	2,189; p<0,05
	E	3	1	6,4	5,1	0,4	10/40=25%	
	WR	-	-	9	7	0	7/32=22%	-0,696; NS
	VA	3	2	1	7	1	11/23=48%	1,609; NS

dos experimentos, em 47% dos casos (50 sessões) o grupo chegou pela direção leste, direção na qual a plataforma mais próxima é a PA 4. Em função da localização das PAs e da direção de chegada do grupo à Estação de Alimentação, os resultados evidenciam uma possível preferência dos animais por determinadas PAs.

Além disso, durante os 40 dias anteriores ao experimento controle, a localização das recompensas alimentares foi constante e as PRs eram as PAs 4 e 7. Já na primeira sessão do experimento controle, as plataformas sorteadas para conter recompensa foram as PAs 2 e 4. É possível que na ausência de informações ecológicas confiáveis no experimento controle, o grupo tenha continuado a visitar as plataformas que continham alimento nos dois experimentos anteriores e que, ao acaso, foram sorteadas para conter recompensas alimentares com uma alta frequência.

O desempenho nos experimentos que testaram o uso de informação visual (35/52=67%;  $Z=4,327$ ,  $p<0,001$ ; Figura 16) e olfativa (21/45=47%;  $Z=2,143$ ,  $p<0,05$ ; Figura 16) também foi significativamente superior ao esperado ao acaso.

A análise das duas primeiras inspeções em cada sessão confirma os resultados obtidos no desempenho geral do grupo, exceto no experimento de informação olfativa, no qual o desempenho obtido foi de 20% (Tabela 1). Essa análise também permitiu observar que nos experimentos onde a localização das PRs era constante e a adoção de uma estratégia “win-return” para encontrar o alimento era vantajosa (WR,  $p<0,05$ ), os animais de fato retornavam diretamente para as PAs que continham alimento na sessão anterior com uma probabilidade significativamente acima do acaso (VA,  $p<0,05$ ). Por outro lado, quando a informação espacial não era confiável, ou seja, a localização das PRs mudava aleatoriamente a cada sessão e a adoção da estratégia “win-return” não aumentaria as chances de localizar as PRs (WR, não significativo), os animais paravam de adotar essa estratégia (VA, não significativo) (Tabela 1).

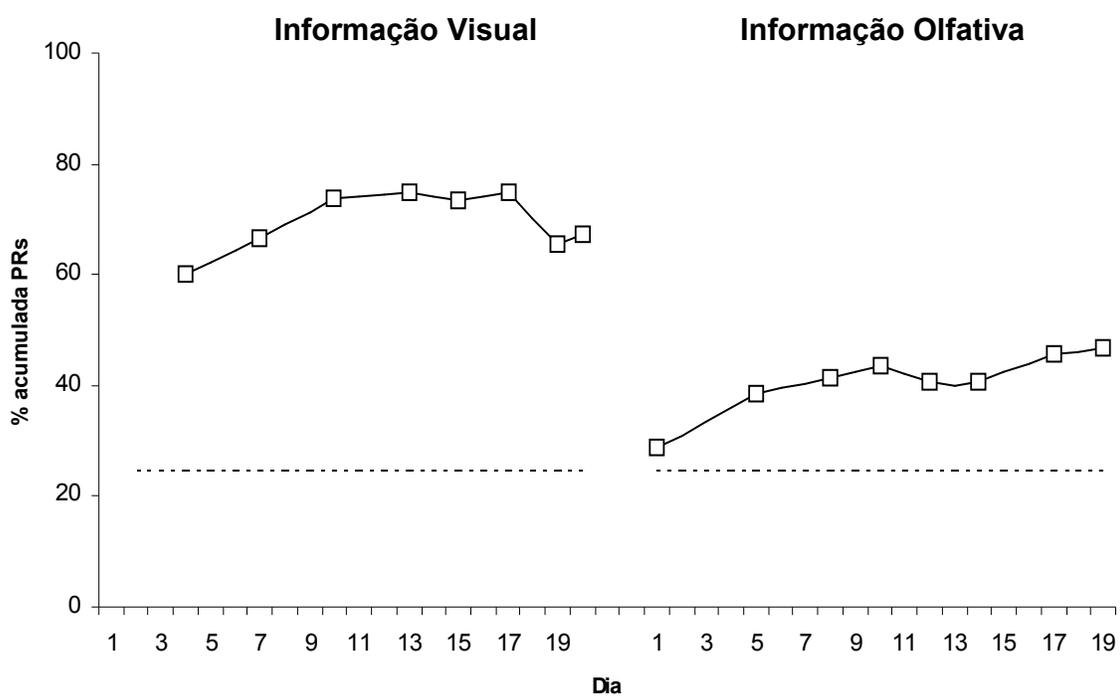


Figura 16. Desempenho do grupo (em porcentagem acumulada de visitas a plataformas com recompensa) durante o experimento que testa o uso da informação visual. A linha tracejada representa o desempenho esperado ao acaso de 25%. Os quadrados indicam os dias nos quais houve sessões.

## **Desempenho individual**

Nenhuma interação agonística foi observada durante as 30 horas de permanência dos animais na Estação de Alimentação, comprometendo a determinação da posição hierárquica dos membros do grupo.

A fêmea adulta COT e a fêmea infante FIL demoraram, significativamente, menos tempo (mediana=3 min.) que os demais indivíduos para inspecionar sua primeira PA após a chegada do grupo na Estação de Alimentação, enquanto a fêmea adulta VER e o macho adulto GRIZ levaram significativamente mais tempo (mediana=5 min.) para realizar sua primeira inspeção (COT=FIL<JOV<GRIZ=VER; Tabela 2).

Analisando o número de PAs inspecionadas por cada indivíduo é possível classificar JOV (69/231,  $Z=2,452$ ,  $p<0,02$ ) e COT (66/231,  $Z=2,148$ ,  $p<0,05$ ) como batedores, GRIZ (44/231,  $Z=-0,258$ , NS) como oportunista e FIL e VER (26/231 ambos,  $Z=-2,588$ ,  $p<0,01$ ) como usurpadores (Figura 17). Além disso, JOV foi o mais eficaz do grupo, sendo responsável por inspecionar 32% das PRs visitadas pelo grupo (47/145,  $Z=2,404$ ,  $p<0,02$ ), enquanto os demais membros não apresentaram diferença significativa em relação ao valor esperado de 20% (Tabela 2). A análise da ordem de chegada dos indivíduos nas PRs indica diferenças significativas (K-W=12,35, g.l.=4,  $p=0,015$ ; Figura 18) que concordam com a estratégia de forrageio adotada por cada membro do grupo. Enquanto os batedores JOV e COT foram normalmente os primeiros a inspecionar PRs, os dois usurpadores (VER e FIL), frequentemente chegavam depois. O teste de Kolmogorov-Smirnov indica que existe diferença significativa na ordem de chegada (1º, 2º, 3º, 4º e 5º) entre os indivíduos do grupo.

A porcentagem de PRs inspecionadas por cada animal que resultou em alimentação indica um sucesso no forrageio de, pelo menos, 80% para todos os indivíduos. Em média,  $3 \pm 1$  (mediana=3) indivíduos foram vistos se alimentando concomitantemente na mesma PR. Em nível individual, nenhum membro do grupo apresentou desempenho acima do acaso na utilização das informações ecológicas durante a tomada de decisões de forrageio, provavelmente pelo pequeno tamanho das amostras (Tabela 3).

Tabela 2. Comparação de alguns parâmetros do comportamento de forrageio dos membros do grupo de estudo. Os valores apresentados são média  $\pm$  desvio padrão, mediana [em colchetes] e tamanho da amostra (entre parênteses). A comparação entre os indivíduos foi realizada pela análise de variância de Kruskal-Wallis.

	JOV	COT	GRIZ	VER	FIL	Probabilidade K-W
Latência até a primeira visita a uma PA após o início da sessão (minutos)	8,1 $\pm$ 13,1 [4] (n=148)	5,7 $\pm$ 8,2 [3] (n=143)	7,1 $\pm$ 12,0 [5] (n=115)	7,8 $\pm$ 10,7 [5] (n=118)	6,9 $\pm$ 10,8 [3] (n=104)	p=0,03
Tempo de permanência nas PRs (minutos)	1,3 $\pm$ 0,9 [1] (n=120)	1,5 $\pm$ 1,0 [1] (n=110)	1,5 $\pm$ 0,9 [1] (n=96)	1,3 $\pm$ 0,9 [1] (n=112)	1,5 $\pm$ 1,1 [1] (n=90)	NS
Número de PAs inspecionadas por sessão	1,8 $\pm$ 0,8 [2] (n=148)	1,8 $\pm$ 1,0 [2] (n=143)	1,9 $\pm$ 1,4 [1] (n=115)	1,3 $\pm$ 0,5 [1] (n=118)	1,5 $\pm$ 0,8 [1] (n=104)	p<0,001
% inspeções de PRs com alimentação	87,2 (n=47)	91,0 (n=35)	95,8 (n=24)	81,8 (n=22)	82,3 (n=17)	
Eficácia no forrageio	0,32	0,22	0,17	0,15	0,12	

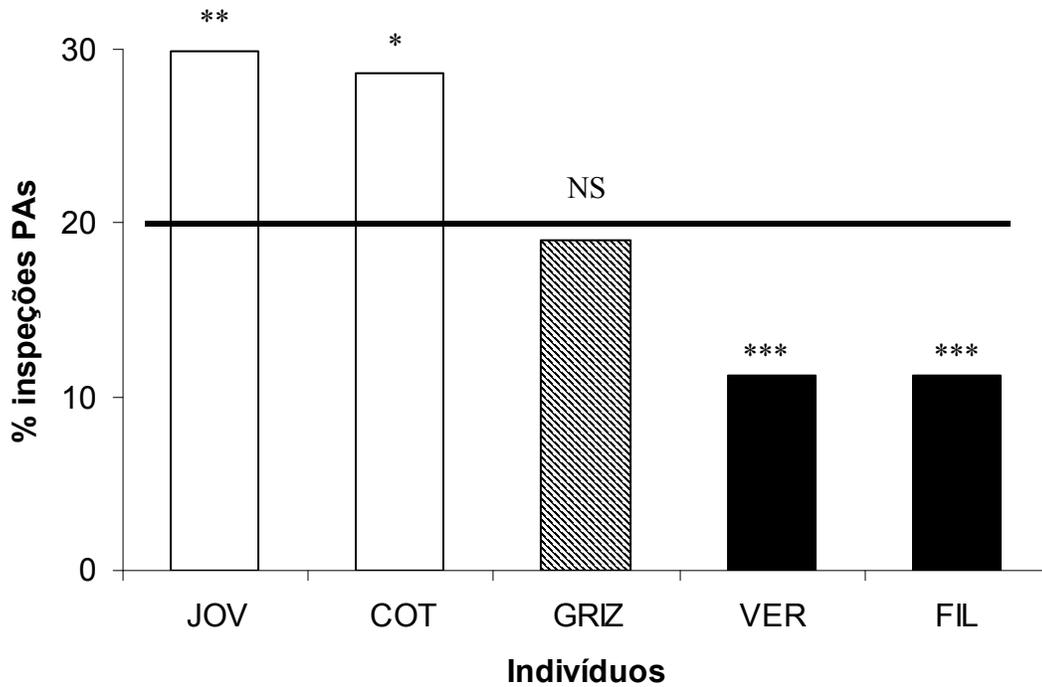


Figura 17. Porcentagem das inspeções realizadas por cada indivíduo a plataformas de alimentação em todos os experimentos (N=231). Barra branca=batedor; barra listrada=oportunista; barra preta=usurpador. A linha preta horizontal representa o investimento individual esperado baseado no tamanho do grupo (NS – não significativa; \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,02$ ; \*\*\*  $p < 0,01$ ).

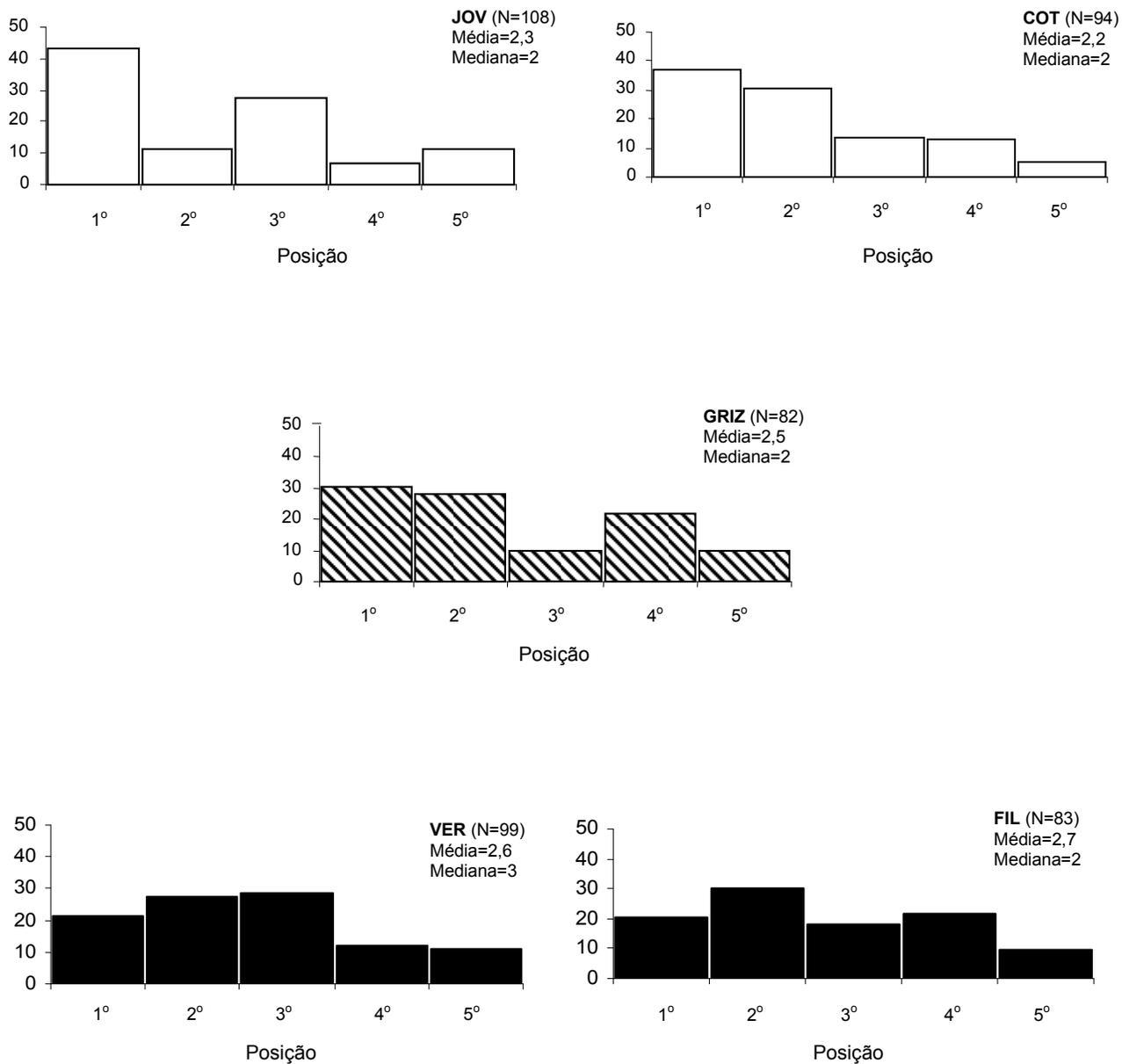


Figura 18. Ordem de chegada dos indivíduos nas visitas às plataformas com recompensa.

Tabela 3. Desempenho individual em cada experimento medida pela porcentagem de inspeções a plataformas com recompensa em relação ao número total de plataformas inspecionadas. A significância pelo Teste Exato de Fisher também é mostrada.

Indivíduo	Experimentos					
	Visual, espacial e olfativo	Espacial	Quantitativo	Controle	Visual	Olfativo
<b>COT</b>	2/4=50% NS	5/8=62% NS	7/7=100% NS	9/25=36% NS	6/11=54% NS	3/11=27% NS
<b>FIL</b>	2/2=100% NS	1/1=100% NS	4/4=100% NS	—	4/8=50% NS	6/11=54% NS
<b>GRIZ</b>	4/6=67% NS	2/7=29% NS	1/3=33% NS	3/6=50% NS	9/11=82% NS	5/11=45% NS
<b>JOV</b>	8/9=89% NS	6/10=60% NS	8/10=80% NS	8/13=62% NS	10/15=67% NS	7/12=58% NS
<b>VER</b>	9/9=100% NS	3/3=100% NS	3/3=100% NS	1/3=33% NS	6/8=75% NS	—

— = indivíduo não realizou inspeções durante este experimento.

## DISCUSSÃO

### **Ecologia cognitiva e forrageio social de *S. bicolor***

O presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade dos saúns-de-coleira em utilizar informações ecológicas na solução de problemas de forrageio similares aos encontrados em seu ambiente natural. Apesar da primeira sessão da Parte B do experimento 1 (informação espacial, visual e olfativa juntas) apresentar informações espaciais e perceptuais conflitantes (a localização das PRs mudou em relação ao observado ao longo de toda a Parte A), os animais foram diretamente para as novas PRs, sugerindo que as informações perceptuais (visão e olfato) foram mais salientes que a informação espacial na tomada de decisões de forrageio.

Quando a única informação disponível era a localização constante das recompensas alimentares, os animais foram capazes de retornar às plataformas onde haviam se alimentado anteriormente utilizando a regra de forrageio “win-return”. Além disso, no experimento subsequente (quantitativo) os animais mostraram habilidade em integrar informação espacial e de quantidade de alimento na seleção da PR com três bananas. Além disso, o grupo foi capaz de diferenciar visual e olfativamente bananas plásticas e verdadeiras.

O tempo de duração das visitas realizadas pelo grupo à Estação de Alimentação realizadas pelo grupo (em média, 16,8 minutos) foi maior que o observado em *S. imperator*, *S. fuscicollis* e *C. cupreus* (Bicca-Marques, 2000). Isto pode estar relacionado a um menor grau de competição intraespecífica (entre grupos) e interespecífica por alimento no presente estudo. Enquanto o grupo-alvo deste estudo era o único grupo de primatas a visitar a Estação de Alimentação, conferindo-lhe a possibilidade de permanecer no local o tempo que achasse necessário, Bicca-Marques (2000) trabalhou com quatro Estações de Alimentação e tinha mais de um grupo de cada espécie visitando-as. Além disso, a maioria dos experimentos do presente estudo foi realizada no início da estação seca (junho–agosto), enquanto Bicca-Marques (2000) realizou a maioria de seus experimentos no auge desta estação (setembro–novembro), o que pode ter influenciado o tempo de permanência dos animais nas Estações de Alimentação. Visto que em toda a região Amazônica encontramos duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (dezembro a maio) e outra seca (junho a novembro), a

disponibilidade de alimento para animais frugívoros é fortemente influenciada pelas estações, sendo mais abundante na estação chuvosa.

Contudo, o tempo de alimentação estimado através do tempo de permanência nas PRs observado em *S. bicolor* (em média 6,4 minutos) foi muito similar ao citado para *S. imperator*, *S. mystax*, *S. fuscicollis* e *C. cupreus* (Bicca-Marques, 2000; Garber, 1993). Garber (1993) observou que durante as visitas à Estação de Alimentação somente em 2% dos casos os animais gastaram mais de 14 minutos na alimentação, enquanto, no presente estudo, em 6% dos casos os animais permaneceram mais de 15 minutos se alimentando, o que pode estar relacionado ao fato do grupo ser o único a visitar a Estação de Alimentação e, conseqüentemente, poder permanecer na Estação o tempo necessário para esgotar as bananas disponíveis.

*Saguinus bicolor* e *S. fuscicollis* parecem compartilhar algumas características comportamentais e morfológicas, tais como a alta tolerância entre os membros dos grupos e o formato das mãos, o qual parece caracterizar um hábito alimentar semelhante (Bicca-Marques, 1999, 2000). Tais semelhanças, contudo, parecem representar convergências evolutivas relacionadas à exploração do ambiente de maneira semelhante, pois *S. bicolor* e *S. fuscicollis* não são clados-irmãos. Com base no DNA mitocondrial é possível sugerir que *S. bicolor* é mais próximo de *S. mystax*, *S. leucopus*, *S. oedipus* e *S. midas*, enquanto *S. fuscicollis* forma um grupo a parte (Tagliaro *et al.*, 2005).

Durante o experimento que avaliou a hierarquia das informações perceptuais (visão e olfato) e espacial, perante o conflito entre essas informações, os macacos tenderam a utilizar informações perceptuais na busca por alimento. No momento em que a localização das plataformas mudou, os animais visitaram diretamente as plataformas com recompensa. Com base nesse resultado, fica claro que os animais utilizaram preferencialmente a visão para localizar as bananas corroborando Bicca-Marques & Garber (2004), que também observaram esta tendência em *S. imperator*, *S. fuscicollis*, *C. cupreus*. Ao contrário do observado neste trabalho e no de Bicca-Marques & Garber (2004), em estudos realizados sob condições similares, Garber & Dolins (1996) e Garber & Paciulli (1997) ao estudarem *S. mystax* e *C. capucinus*, respectivamente, observaram que a informação espacial se sobressaiu às

informações perceptuais na tomada de decisões durante o forrageio; ou seja, no primeiro contato com a nova localização das plataformas, os animais continuaram visitando as plataformas que continham recompensa no experimento anterior.

Apesar da grande similaridade, os trabalhos citados foram desenvolvidos sob diferentes condições, o que pode explicar as diferenças encontradas. Uma delas é o fato dos trabalhos abordarem diferentes espécies, sendo assim, é possível que a diferença na utilização das informações esteja relacionada com a habilidade cognitiva de cada espécie em solucionar os desafios na busca por alimento. Diferentes espécies representam e utilizam as informações disponíveis no ambiente de diferentes maneiras, assim como apresentam diferentes soluções para problemas similares (Garber, 2000). Uma outra explicação pode estar relacionada com o tipo de ambiente onde foi desenvolvido cada trabalho. É possível que a densidade da cobertura vegetal de cada área seja diferente e afete a visibilidade das plataformas, interferindo na viabilidade do uso de informações perceptuais e espaciais na localização das recompensas alimentares.

Segundo Bicca-Marques & Garber (2004), outra diferença que deve ser levada em consideração é o número de plataformas utilizadas em cada trabalho. Garber & Dolins (1996) apresentaram quatro plataformas aos animais em cada Estação de Alimentação, Garber & Paciulli (1997), seis ou sete, e Bicca-Marques & Garber (2004) assim como o presente estudo, apresentaram oito plataformas. É possível que, diante de uma quantidade menor de plataformas, os animais tenham considerado a informação espacial mais saliente para encontrar o alimento.

Durante o experimento que testou a habilidade dos animais em integrar informação espacial com a quantidade de alimento, os grupos estudados por Bicca-Marques (2000) e Garber & Paciulli (1997) não apresentaram forte evidência na integração das duas informações, já os saúns localizaram a plataforma com maior quantidade de alimento em 88% dos casos. Além disso, com base no conceito de Gallistel (veja Garber, 2000), que propõe que toda e qualquer representação que determinado animal faz do espaço que ocupa, pode ser considerado um “mapa mental”, podemos sugerir, através do sucesso obtido nos

experimentos que testaram o uso da informação espacial que o grupo demonstrou ter capacidade de formar um mapa mental da Estação de Alimentação.

Em ambiente natural, a turbulência do ar pode dificultar a dispersão de odores confundindo os animais na localização da sua origem. Além disso, a proximidade das fontes alimentares, assim como as plataformas presentes nesse estudo, tornam a informação olfativa pouco confiável na tomada de decisões de forrageio (Bicca-Marques, 2000). A não utilização da informação olfativa pelos saúns corrobora diversos estudos realizados em ambiente natural (Garber & Dolins, 1996; Garber, 2000; Bicca-Marques & Garber, 2004) e discorda de estudos realizados em cativeiro. Bolen & Green (1997), em seu estudo em semicativeiro com *A. nancymai*, verificaram que os animais foram capazes de distinguir objetos com diferentes odores, assim como Hübener & Laska (1998), ao estudarem *Macaca nemestrina* e *Saimiri sciureus* também em cativeiro. Porém, em ambos estudos, os animais podiam cheirar os objetos a uma distância muito curta, o que não foi testado no presente estudo.

Já a performance acima do esperado no experimento controle parece não significar que os animais sejam capazes de utilizar outra informação ecológica não controlada pelo experimento para localizar a recompensa. Há fortes evidências de que os animais preferiam visitar determinadas plataformas em função de sua direção de chegada à Estação de Alimentação ou pelo próprio arranjo das plataformas. MacDonald *et al.* (1994), em seu estudo com *C. jacchus*, observaram que cada indivíduo tinha preferência por começar a procura por alimento por determinada plataforma, normalmente as mais próximas à porta do recinto onde eles passavam a noite. Bolen & Green (1997) também observaram que *A. nancymai* e *C. apella* tinham preferência por determinadas plataformas em função da direção na qual cada animal começava a inspecionar ou pela diferença na facilidade de acesso a cada plataforma. Já Bicca-Marques (2000) observou que os grupos de *S. imperator* pareciam menos propensos a visitar as plataformas mais próximas ao observatório e que pudessem oferecer algum risco. O fato dos saúns não terem realizado nenhuma visita a plataforma 6 durante o experimento controle pode estar relacionado a um destes fatores. Além disso, considerando que durante os 40 dias anteriores ao experimento controle, as recompensas estavam localizadas nas mesmas PRs e que uma delas foi significativamente mais vezes

visitada que as demais, é possível que os animais continuassem aplicando a informação espacial aprendida nos experimentos anteriores durante o experimento controle.

Os membros do grupo demonstraram ser extremamente tolerantes, pois nenhuma interação agonística (agressão, suplantação, etc.) foi observada nas 30 horas que os animais permaneceram na Estação de Alimentação durante os experimentos. O grande número de indivíduos alimentando-se na mesma plataforma reforça esta alta tolerância. A falta de interações agonísticas entre os indivíduos do grupo está de acordo com o observado em outros trabalhos realizados com espécies do gênero. Ao contrário dos outros gêneros da Subfamília Callitrichinae, o gênero *Saguinus* parece reunir as espécies menos agressivas e competitivas, conferindo-lhes um alto grau de tolerância entre os indivíduos do grupo (Box, 1997; Bicca-Marques, 2005). Comparando duas espécies do gênero *Saguinus*, Bicca-Marques & Garber (2005) observaram que a frequência de agressões nos locais de alimentação é muito menor entre *S. fuscicollis* do que entre *S. imperator*. Além disso, *S. imperator* demonstra menor tolerância em compartilhar locais de alimentação com outros indivíduos do mesmo grupo. Assim como no presente estudo, Garber & Dolins (1996) em seu estudo com *S. mystax* e Bicca-Marques (2000) estudando *S. fuscicollis*, observaram que os indivíduos dos grupos chegavam ao mesmo tempo às Estações de Alimentação e, normalmente, via-se de dois a quatro indivíduos se alimentando na mesma plataforma.

A frequência de saíuns-de-coleira adotando cada estratégia de forrageio no grupo de estudo concorda com o observado por Bicca-Marques (2000, 2003), o qual observou que em cada grupo de estudo um ou dois indivíduos agiam como batedores, sendo responsáveis por encontrar a maioria das plataformas com alimento, enquanto no mínimo dois indivíduos agiam como usurpadores. É importante ressaltar que a composição de seus grupos era muito semelhante ao grupo do presente estudo. Apesar de classificarmos os indivíduos do grupo em função da estratégia adotada durante as decisões de forrageio, tanto batedores como usurpadores, procuraram ativamente por alimento em algumas visitas (comportamento de batedor) e utilizaram a informação adquirida por outros indivíduos para obter o alimento (comportamento de usurpador). Sendo assim, apesar de alguns indivíduos dependerem basicamente da informação ecológica (batedores) e outros da informação social

(usurpadores) para a tomada de decisões de forrageio, pode-se dizer que ao longo da condução dos experimentos, ambas informações foram utilizadas por todos os indivíduos do grupo dependendo das condições ecológicas e sociais das diferentes situações (Bicca-Marques & Garber, 2005).

O alto sucesso no forrageio obtido por todos os membros do grupo também pode estar relacionado à alta tolerância dos saúns em compartilhar a mesma plataforma de alimentação com outros indivíduos do grupo. Neste caso, ser um batedor não conferiu vantagem significativa, já que todos tiveram acesso semelhante ao alimento. O contrário é visto em grupos com baixa tolerância entre os membros. Bicca-Marques & Garber (2005) observaram que *S. imperator* é muito menos tolerante à presença de outros indivíduos do grupo do que *S. fuscicollis*. Os batedores dos grupos eram, normalmente, indivíduos subordinados. Com isso, o fato deles encontrarem as plataformas com recompensa nem sempre era vantajoso, pois em função da sua baixa posição hierárquica, normalmente eles eram expulsos da plataforma por indivíduos de maior posição hierárquica ao encontrarem a recompensa. O sucesso da maioria desses animais era muito baixo, pois apesar de encontrarem a recompensa, nem sempre eles conseguiam comer o que encontravam.

Além disso, os saúns-de-coleira forrageiam de forma muito coesa, a ação de um indivíduo tem consequência direta no comportamento dos demais membros do grupo. A alta coesão facilita o monitoramento do comportamento dos indivíduos do grupo e a informação adquirida por um membro do grupo, pode ser facilmente compartilhada pelos demais, podendo facilitar a localização das fontes alimentares e o consumo dos alimentos por todo o grupo.

### **Implicações para a biologia da conservação do saúim-de-coleira**

Entender como os animais representam mentalmente seus ambientes, as informações e os sentidos que eles utilizam para uma eficiente orientação, navegação e forrageio na natureza, bem como conhecer a sua organização social é crucial para a elaboração de programas de enriquecimento de recintos, manejo em cativeiro e treinamento de animais voltado para a reintrodução. De acordo com recentes trabalhos, muitas espécies de primatas

não escaparão da extinção sem o auxílio de medidas conservacionistas (Tutin *et al.*, 2001). Por isso, o estabelecimento de populações auto-sustentáveis em cativeiro e outros tipos de intervenção serão necessários para evitar a perda de muitas espécies, especialmente as mais ameaçadas e que habitam habitats perturbados e fragmentados (Seal, 1991), como é o caso dos saúns-de-coleira.

Segundo Goossens *et al.* (2003), os trabalhos envolvendo as questões sociais e comportamentais disponíveis fornecem informações limitadas para servirem de base para programas de reintrodução de primatas. Estudos futuros poderiam ser mais úteis para a reintrodução se fornecessem informações ecologicamente válidas para o treinamento dos animais (Custance *et al.*, 2002).

Neste sentido, os resultados obtidos no presente trabalho podem subsidiar programas de treinamento de populações cativas de saúns-de-coleira voltados à reintrodução. A partir da capacidade demonstrada pelos saúns em utilizar diferentes informações ecológicas e sociais para solucionar os problemas impostos durante os experimentos, é possível, por exemplo, adaptar os recintos de maneira a desafiar os animais a utilizar diferentes habilidades para obter alimento. Apresentar desafios semelhantes aos encontrados no ambiente natural fará com que os animais, mesmo em cativeiro, continuem exercitando sua capacidade mental e sensorial durante a tomada de decisões de forrageio, tais como, aonde ir, onde comer, a quem seguir, a quem evitar, etc. É importante considerar que as sugestões para o treinamento de saúns-de-coleira podem, também, ser utilizadas ou adaptadas para as demais espécies de calitriquíneos.

Tal treinamento é importante pois, para que possamos considerar a reintrodução uma estratégia viável é preciso reunir esforços na tentativa de manter a maior variabilidade comportamental nas populações em cativeiro (Box, 1991). Kleiman (1996) sugere que para conseguir sobreviver após a soltura no ambiente natural, os candidatos à reintrodução devem estar aptos a (1) evitar predadores, (2) obter e processar o alimento, (3) interagir socialmente com os demais, (4) encontrar ou construir abrigos e ninhos, (5) locomover em ambientes complexos e (6) orientar-se e navegar num ambiente complexo. Diferentes espécies necessitam de diferentes condições e treinamentos antes da reintrodução. Por isso, deve-se ter

conhecimento sobre o hábitat da espécie, sua estrutura social na natureza e seus comportamentos específicos antes da reintrodução (Watts & Meder, 1996).

Até 1998, 20 instituições no mundo mantinham sauíns em cativeiro, cinco na Europa, nove no Brasil e seis nos Estados Unidos e nenhuma apresenta sucesso nas tentativas de reprodução da espécie (Wormell *et al.*, 1996). Em toda a cidade de Manaus e arredores, muitos sauíns são mantidos em cativeiro procedentes de apreensões, destruição dos fragmentos, vítimas de atropelamentos, indivíduos mantidos como animais de estimação em residências, etc. Infelizmente, as instituições de pesquisa que mantêm esses grupos (principalmente, Instituto de Pesquisas da Amazônia – INPA e Universidade Federal do Amazonas – UFAM), não dispõem das condições necessárias para manter e manejar esses animais e devolvê-los da maneira adequada à natureza ou mesmo mantê-los em cativeiro. A elevada taxa de óbitos nessas instituições parece relacionada à falta de conhecimento acerca da biologia e comportamento espécie e da alta sensibilidade dos sauíns ao estresse gerado pela mudança de ambiente.

O estresse gerado pela saída do ambiente natural para o cativeiro é capaz de desencadear diversas patologias nos animais selvagens. A perda do repertório comportamental e das características essenciais à sua sobrevivência em ambiente natural são as principais causas para o desenvolvimento de doenças em animais cativos. *Saguinus bicolor* parece ser mais sensível ao estresse gerado pelo cativeiro e, conseqüentemente, é mais suscetível a doenças e distúrbios comportamentais do que os demais calitriquíneos (Wormell *et al.*, 1996).

Um problema mundialmente conhecido e que parece estar diretamente relacionado a um distúrbio comportamental relacionado à condição cativa de animais provenientes da natureza é a síndrome do emagrecimento progressivo ou “wasting syndrome” (Broman *et al.*, 2002; Gozalo *et al.*, 2002; Pissinatti, com. pess). Animais aparentemente saudáveis, provenientes da natureza, começam a apresentar distúrbios nervosos, lesões nas mucosas do trato digestório, anorexia, emagrecimento, fraqueza, visão prejudicada, perda da cautela em relação a humanos, diarreia e movimentos estereotipados, como andar em círculos. Desde a década de 80, essa síndrome é citada como grande responsável pela baixa sobrevivência de

animais selvagens mantidos em cativeiro. Porém, após duas décadas de estudos, ainda não se sabe os fatores que a desencadeiam e nenhuma medida adotada conseguiu reverter o quadro dos animais acometidos. O manejo da dieta dos animais, eliminando todo e qualquer alimento que possa causar diarreia e o aumento das quantidades de proteína, têm sido utilizado na tentativa de minimizar os efeitos decorrentes da síndrome do emagrecimento progressivo (Broman *et al.*, 2002; Gozalo *et al.*, 2002). Wormell *et al.* (1996) afirmam que o manejo da dieta parece ter amenizado os sintomas nos saúns-de-coleira mantidos no Jersey Wildlife Preservation Trust. Porém, os autores enfatizam que essa é uma medida paliativa e que, para o correto manejo da dieta em cativeiro, é essencial estudos de campo que consigam identificar os itens que compõem a dieta dos saúns.

Considerando que a principal meta dos programas de treinamento para reintrodução é resgatar o maior número possível de comportamentos característicos das espécies, incentivar a retomada desses comportamentos através do enriquecimento dos recintos e da manutenção da estrutura social e hierárquica das diferentes espécies é fundamental para a re-adaptação dos grupos à natureza. A manutenção de populações reintroduzidas completamente auto-sustentáveis está longe de ser uma tarefa fácil (Custance *et al.*, 2002). Contudo, com a acelerada perda de espécies, cada vez mais se faz necessário atentar e investir em projetos visando o conhecimento da biologia e ecologia, principalmente das espécies menos conhecidas e, normalmente, mais ameaçadas. Só conhecendo profundamente a estrutura social, as relações hierárquicas e o repertório comportamental será possível desenvolver programas de reintrodução e criação em cativeiro com sucesso.

Visto que as atuais ameaças à espécie comprometem profundamente o futuro dos saúns, é necessário que mais estudos sejam realizados contemplando o seu comportamento, biologia e ecologia. Estudos futuros deveriam focar no treinamento de animais de cativeiro buscando a reintrodução dos mesmos nas áreas protegidas ao redor da cidade de Manaus. Além disso, deve-se estimular a criação de novas unidades de conservação através de parceria entre os diferentes órgãos ambientais, buscando preservar remanescentes florestais onde os saúns possam ser reintroduzidos. Como a distribuição do saúim abrange grande parte da cidade de Manaus, a sobrevivência da espécie depende profundamente da

conscientização da população. Sendo assim, é fundamental a realização de projetos voltados à educação ambiental que enfoquem a manutenção dos remanescentes florestais, informem sobre o atual estado de conservação dos saúns e mostrem que as principais ameaças estão relacionadas à ocupação desordenada da cidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayres, J.M.R.; Mittermeier, R.A. & Constable, I.D. (1980) A distribuição geográfica e situação atual dos sagüis-de-cara-nua (*Saguinus bicolor*). FBCN, 16: 62-68.
- Ayres, J.M.R.; Mittermeier, R.A. & Constable, I.D. (1982) Brazilian tamarins on the way to extinction? Oryx, 16 (4): 329-333.
- Barta, Z. & Giraldeau, L.A. (1998) The effect of dominance on the use of alternative foraging tactics: a phenotype-limited producing-scrounging game. Behav. Ecol. Sociobiol., 42: 217-223.
- Bennett, A.T.D. (1996) Do animals have cognitive maps? J. Exp. Biol., 199: 219-224.
- Bicca-Marques, J.C. (1998) The cognitive aspects of tamarin foraging decisions. ASP Bulletin, 22 (3): 9.
- Bicca-Marques, J.C. (1999) Hand specialization, sympatry, and mixed-species associations in callitrichines. J. hum. Evol., 36: 349-378.
- Bicca-Marques, J.C. (2000) Cognitive aspects of within-patch foraging decisions in wild diurnal and nocturnal New World monkeys. Tese de Doutorado, University of Illinois.
- Bicca-Marques, J.C. (2003) Sexual selection and the evolution of foraging behavior in male and female tamarins and marmosets. In: Sexual Selection and Reproductive Competition in Primates: New Perspectives and Directions. (Jones, C.B., Ed.). American Society of Primatologists, Norman, pp. 455-475.
- Bicca-Marques, J.C. (2005) The win-stay rule in foraging decisions by free-ranging titi monkeys (*Callicebus cupreus cupreus*) and tamarins (*Saguinus imperator imperator* and *Saguinus fuscicollis wedelli*). J. Comp. Psychol., 119(3): 343-351.
- Bicca-Marques, J.C. & Garber, P.A. (2003) Experimental field study of the relative costs and benefits to wild tamarins (*Saguinus imperator* and *S. fuscicollis*) of exploiting contestable food patches as single and mixed-species troops. Am. J. Primatol., 60: 139-153.
- Bicca-Marques, J.C. & Garber, P.A. (2004) Use of spatial, visual, and olfactory information during foraging in wild nocturnal and diurnal anthropoids: a field experiment comparing *Aotus*, *Callicebus*, and *Saguinus*. Am. J. Primatol., 62 (3): 171-187.
- Bicca-Marques, J.C. & Garber, P.A. (2005) Use of social and ecological information in tamarin foraging decisions. Int. J. Primatol., 26 (6): 1321-1345.

- Bolen, R.H. & Green, S.M. (1997) Use of olfactory cues in foraging by owl monkeys (*Aotus nancymai*) and capuchin monkeys (*Cebus apella*). J. Comp. Psychol., 111: 152-158.
- Box, H.O. (1991) Training for life after release: simian primates as examples. In: Beyond Captive Breeding: Re-Introducing Endangered Mammals to the Wild. (Gipps, J.H.W., Ed.). Clarendon Press, Oxford, pp. 111-123.
- Box, H.O. (1997) Foraging strategies among male and female marmosets and tamarins (Callitrichidae): new perspectives in an underexplored area. Folia Primatol., 68: 296-306.
- Broman, E.; Wallin, K., Stéen, M. e Cederlund, G. (2002) A wasting syndrome in Swedish moose (*Alces alces*): background and current hypotheses. Ambio. 24(5): 409-416.
- Cant, J.G.H. & Temerin, L.A. (1984) A conceptual approach to foraging adaptations in primates. In: Adaptations for Foraging in Nonhuman Primates. (Rodman, P.S. & Cant, J.G.H., Eds.). Columbia University Press, New York, pp. 304-342.
- Coimbra-Filho, A.F. (1987) Sagüis-de-cara-nua *Saguinus bicolor* (Spix, 1823). FBCN/Inf., 11 (1): 3.
- Custance, D.M.; Whiten, A. & Fredman, T. (2002) Social learning and primate reintroduction. Int. J. Primatol., 23 (3): 479-499.
- DiBitetti, M.S. & Janson, C.H. (2001) Social foraging and the finder's share in capuchin monkeys, *Cebus apella*. Anim. Behav., 62 (1): 47-56.
- Dominy, N.J.; Garber, P.A.; Bicca-Marques, J.C. & Azevedo-Lopes, M.A.O. (2003) Do female tamarins use visual cues to detect fruit rewards more successfully than do males? Anim. Behav., 66: 829-837.
- Drea, C.M. (1998) Status, age, and sex effects on performance of discrimination tasks in a social group of rhesus monkey (*Macaca mulatta*). J. Comp. Psychol., 112: 170-182.
- Egler, S.G. (1983) Current status of the pied bare face tamarin in Brazilian Amazônia. IUCN/SSC Primate Specialist Group Newsletter, 3: 20.
- Egler, S.G. (1986) Estudos binômicos de *Saguinus bicolor* (Spix, 1823) (Callitrichidae, Primates), em mata tropical alterada, Manaus, AM. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Gallistel, C.R. (1989) Animal cognition: The representation of space, time and number. Ann. Rev. Psychol., 40: 155-189.

- Garber, P.A. (1989) Role of spatial memory in primate foraging patterns: *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*. Am. J. Primatol., 19: 203-216.
- Garber, P.A. (1993) Seasonal patterns of diet and ranging in two species of tamarin monkeys: stability vs. variability. Int. J. Primatol., 14: 145-166.
- Garber, P.A. (2000) Evidence for the use of spatial, temporal, and social information by some Primates foragers. In: On the Move: How and Why Animals Travel in Groups. (Boinski, S. & Garber, P.A., Eds.). The University of Chicago Press, Chicago, pp. 261-298.
- Garber, P.A. & Dolins, F.L. (1996) Testing learning paradigms in the field: Evidence for use of spatial and perceptual information and rule-based foraging in wild moustached tamarins. In: Adaptive Radiation of Neotropical Primates. (Norconk, M.; Rosenberger, A.L. & Garber, P.A., Eds.). Plenum Press, New York, pp. 201-216.
- Garber, P.A. & Lavalley, A. (1999) Experimental approaches to the study of primate cognition in natural and near-to-wild field settings. In: Readings in the Biological Bases of Human Behavior. (Garber, P.A. & Leigh, S., Eds.). Pearson Custom, Needham Heights, pp. 71-98.
- Garber, P.A. & Paciulli, L.M. (1997) Experimental field study of spatial memory and learning in wild capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). Folia Primatol., 68: 236-253.
- Giraldeau, J.A. & Caraco, T. (2000). Social Foraging Theory. Princeton University Press, Princeton.
- Goossens, B.; Setchell, J.M.; Vidal, C.; Dilambaka, E. & Jamart, A. (2003) Successful reproduction in wild-released orphan chimpanzees (*Pan troglodytes troglodytes*). Primates, 44: 67-69.
- Gozalo, A.; Dagle, G.E.; Montoya, E. & Weller, R.E. (2002) Spontaneous terminal ileitis resembling crohn disease in captive tamarins. J. Med. Primatol., 31: 142-146.
- Hübener, F. & Laska, M. (1998) Assessing olfactory performance in Old World primate, *Macaca nemestrina*. Physiol. Behav., 64: 521-527.
- Janson, C.H. (1988) Intra-specific food competition and primate social structure: a synthesis. Behaviour, 105: 1-17.
- Janson, C.H. (1996) Towards an experimental socioecology of primates: Examples for Argentine brown capuchin monkeys (*Cebus apella nigrinus*). In: Adaptive Radiations of Neotropical Primates. (Norconk, M.; Rosenberger, A.L. & Garber, P.A., Eds.). Plenum Press, New York, pp. 309-325.

- Janson, C.H. & DiBitetti, M.S. (1997) Experimental analysis of food detection in capuchin monkeys: Effects of distance, travel speed, and resource size. Behav. Ecol. Sociobiol., 41: 17-24.
- Kamil, A.C. (1994) A synthetic approach to the study of animal intelligence. In: Behavioral Mechanisms in Evolutionary Ecology. (Real, L.A., Ed.). The University of Chicago Press, Chicago, pp. 11-45.
- Kleiman, D.G. (1996) Reintroduction programs. In: Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques. (Kleiman, D.G.; Allen, M.E.; Thompson, K.V. & Lumpkin, S., Eds.). The University of Chicago Press, Chicago and London, pp. 297-314.
- Koops, M.A. & Giraldeau, L.A. (1996) Producer-scrounger foraging games in starlings: a test of rate-maximizing and risk-sensitive models. Anim. Behav., 51: 773-783.
- Lehner, P.N. (1996) Handbook of Ethological Methods. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- MacDonald, S.E.; Pang, J.C. & Gibeault, S. (1994) Marmoset (*Callithrix jacchus jacchus*) spatial memory in a foraging task: win-stay rule versus win-shift strategies. J. Comp. Psychol., 108: 328-334.
- Martin, P. & Bateson, P. (1993) Measuring Behaviour: An Introductory Guide. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mittermeier, R.A.; Kinzey, W.G. & Mast, R.B. (1989) Neotropical Primate Conservation. J. hum. Evol., 18: 597-610.
- Moore, D.E. & Smith, R. (1990) The red wolf as a model for carnivore re-introductions. In: Beyond Captive Breeding: Re-introducing Endangered Mammals to the Wild. (Gipps, J.H.W., Ed.). Clarendon Press, Oxford, pp. 263-278.
- Ranta, E.; Rita, H. & Lindström, K. (1993) Competition versus cooperation: success of individuals foraging alone and in groups. Am. Nat., 142: 42-58.
- Rose, L.M. (1994) Benefits and costs of resident males to females in white-faced capuchins, *Cebus capucinus*. Am. J. Primatol., 32: 235-248.
- Rylands, A. & Rodríguez-Luna, E. (2000) Threatened primates of Mesoamerica and South America - the red list 2000. Neotrop. Primates, 8(3): 115-119.
- Seal, U.S. (1991) Life after extinction. In: Beyond Captive Breeding: Re-introducing Endangered Mammals to the Wild. (Gipps, J.H.W., Ed.). Clarendon Press, Oxford, pp. 39-55.

- Subirá, R.J. (1998) Avaliação da situação atual das populações selvagens do sauí-de-coleira, *Saguinus bicolor bicolor* (Spix, 1823). Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Tagliaro, C.H.; Schneider, H.; Sampaio, I.; Schneider, M.P.C.; Vallinoto, M. & Stanhope, M. (2005) Molecular phylogeny of the genus *Saguinus* (Platyrrhini, Primates) based on the ND1 mitochondrial gene and implications for conservation. Genet. Mol. Biol., 28(1): 46-53.
- Tomasello, M. e Call, J. (1997) Primate Cognition. Oxford University Press, Oxford.
- Tutin, C.E.G.; Ancrenaz, M.; Paredes, J.; Vacher-Vallas, M.; Vidal, C.; Goossens, B.; Bruford, M.W. & Jamart, A. (2001) Conservation Biology Framework for the release of wild-born orphaned chimpanzees into the Conkouati Reserve, Congo. Conserv. Biol., 15(5): 1247-1257.
- Vickery, W.L.; Giraldeau, L.A.; Templeton, J.J.; Kramer, D.L. & Chapman, C.A. (1991) Producers, scroungers, and group foraging. Am. Nat., 137: 847-863.
- Vidal, M.D. (2004) Influência de componentes da estrutura da floresta no uso do habitat, tamanho de grupos e densidade do sauí-de-coleira (*Saguinus bicolor* - Callitrichidae) em floresta de terra firme na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Watts, E. & Meder, A. (1996) Introduction and socialization techniques for primates. In: Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques. (Kleiman, D.G.; Allen, M.E.; Thompson, K.V. & Lumpkin, S., Eds.). The University of Chicago Press, Chicago, pp. 67-77.
- Winterhalder, B. (1996) Social foraging and the behavioral ecology of intragroup resource transfers. Evol. Anthropol., 5: 46-57.
- Wormell, D.; Brayshaw, M.; Price, E. & Herron, S. (1996) Pied tamarins *Saguinus bicolor bicolor* at the Jersey Wildlife Preservation Trust: management, behaviour and reproduction. Dodo, 32: 76-97.