TIAGO FALÓTICO

**ESTUDO EXPERIMENTAL DO USO DE FERRAMENTAS
PARA QUEBRA DE FRUTOS ENCAPSULADOS POR
MACACOS-PREGO (*Cebus apella*) EM SEMI-LIBERDADE**

*Dissertação apresentada ao Instituto de
Psicologia da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para a obtenção do
grau de Mestre em Psicologia.*

São Paulo

2006

TIAGO FALÓTICO

**ESTUDO EXPERIMENTAL DO USO DE FERRAMENTAS
PARA QUEBRA DE FRUTOS ENCAPSULADOS POR
MACACOS-PREGO (*Cebus apella*) EM SEMI-LIBERDADE**

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Psicologia.

Área de Concentração: Psicologia Experimental

Orientador: Prof. Dr. Eduardo B. Ottoni

São Paulo

2006

**Ficha Catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e
Documentação do Instituto de Psicologia da USP**

Falótico, T.

Estudo experimental do uso de ferramentas para quebra de frutos encapsulados por macacos-prego (*Cebus apella*) em semi-liberdade./ Tiago Falótico. – São Paulo: s.n., 2006. – 105p.

Dissertação (mestrado) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. Departamento de Psicologia Experimental.

Orientador: Eduardo Benedicto Ottoni.

1. Macacos-prego 2. Utilização de ferramentas 3. Cognição 4. Etologia animal 5. Comportamento animal 6. Primatas I. Título

LC QL 737.P925

**ESTUDO EXPERIMENTAL DO USO DE FERRAMENTAS
PARA QUEBRA DE FRUTOS ENCAPSULADOS POR
MACACOS-PREGO (*Cebus apella*) EM SEMI-LIBERDADE**

TIAGO FALÓTICO

BANCA EXAMINADORA

(Nome e Assinatura)

(Nome e Assinatura)

(Nome e Assinatura)

Dissertação defendida e aprovada em: ____/____/____

Agradecimentos

Aos meus pais por todo apoio, carinho e incentivo durante os meus estudos, sem os quais nunca teria chegado até aqui.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo B. Ottoni, pela paciência, orientação e ensinamentos sobre pesquisa em comportamento animal que me transmitiu.

À Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Izar por toda ajuda e apoio que me ofereceu quando necessário, especialmente nas discussões sobre primatas.

À Briseida por ter me apresentado aos macacos-prego do PET, pelas discussões sobre os macacos e pelas importantes sugestões oferecidas durante a qualificação.

Ao Prof. Fernando José Leite Ribeiro, pelas críticas e sugestões apresentadas durante a qualificação.

Aos colegas e amigos do laboratório Michele, Camila, Érica, Juliana, Renata, Andressa, Olívia, Darwin e Massimo, que ajudaram com conversas e discussões sobre comportamento animal.

À Camila pela ajuda na coleta de dados.

À Andressa, por ter me fornecido os cocos utilizados no experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela bolsa concedida sem a qual a realização desse estudo não teria sido possível e pelo auxílio ao projeto.

À direção do Parque Ecológico do Tietê, por terem permitido a realização da pesquisa no seu espaço.

À veterinária Liliane, por todo apoio nas questões sobre os macacos-prego e nos assuntos administrativos do PET.

Aos tratadores, guardas e funcionários do PET, por toda ajuda e paciência.

Aos meus amigos por todo o apoio.

E também aos macacos-prego do PET, sem eles não haveria pesquisa.

Sumário

Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	x
Resumo	xi
Abstract	xii
1. Introdução	1
1.1. Uso de ferramentas	1
1.2. Experimentos sobre uso de ferramentas por macacos-prego	6
1.3. Quebra de frutos encapsulados utilizando ferramentas	8
1.4. Aprendizagem: definições	9
1.5. Objetivos	11
2. Material e Métodos	13
2.1. Local	13
2.2. Sujeitos	16
2.3. Sítios Experimentais	19
2.4. Etograma	21
2.4. Análises	22
3. Experimento 1 - Introdução de novos frutos encapsulados	26
3.1. Introdução	26
3.2. Procedimento	27
3.3. Resultados e Discussão	29
3.3.1. Habituação	29
3.3.2. Experimento	30
3.3.3. Observação	47
4. Experimento 2 - Escolha de martelos em função do peso/tamanho	53
4.1. Introdução	53
4.2. Procedimentos	54
4.3. Resultados e Discussão	57
5. Experimento 3 - Transporte de martelos	69
5.1. Introdução	69
5.2. Procedimentos	71
5.3. Resultados e Discussão	73
5.3.1. Fase 1	75

5.3.2. Fase 2	79
6. Conclusão	83
6.1. Experimento 1	83
6.2. Experimento 2	87
6.3. Experimento 3	88
6.4. Considerações finais	90
7. Anexos.....	95
8. Referências Bibliográficas	99

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa da área de preservação do parque Ecológico do Tietê, em vermelho a localização dos sítios experimentais.....	15
Figura 2 – Sítios 5 e 6, onde são realizados os experimentos; dois indivíduos do grupo estudado, à esquerda utilizando o sítio para quebra de coco, à direita coletando os cocos em postura bípede.....	21
Figura 3 – (A) Cocos de jerivá (<i>Syagrus romanzoffiana</i>) em diversas fases de maturação (1-verde, 2-maduro e 3-seco); (B) cocos de indaiá (<i>Attalea dubia</i>): os dois cocos da esquerda estão parasitados por larvas de besouro, que também são consumidas pelos macacos.....	28
Figura 4 – Frequência de visitas aos Sítios 1 e 2 pelos indivíduos do grupo estudado durante a fase de habituação.....	30
Figura 5 – Frequência de participação, do número total de sessões, dos indivíduos no Experimento 1.	31
Figura 6 – <i>Tempos de quebra</i> do coco <i>Attalea</i> , em segundos, pelo indivíduo Darwin, ao longo do Experimento 1.	33
Figura 7 – <i>Tempos de quebra</i> do coco <i>Attalea</i> , em segundos, pelo indivíduo Davi, ao longo do Experimento 1.	33
Figura 8 – <i>Tempos de quebra</i> do coco <i>Attalea</i> , em segundos, pelo indivíduo Janete, ao longo do Experimento 1.	34
Figura 9 – <i>Tempos de quebra</i> do coco <i>Attalea</i> , em segundos, pelo indivíduo Medeiros, ao longo do Experimento 1.	34
Figura 10 – <i>Tempos de quebra</i> do coco <i>Attalea</i> , em segundos, pelo indivíduo Químico, ao longo do Experimento 1.	35
Figura 11 – <i>Tempos de quebra</i> do coco <i>Attalea</i> , em segundos, pelo indivíduo Suspeito, ao longo do Experimento 1.	35
Figura 12 – <i>Tempos de quebra</i> do coco <i>Attalea</i> , em segundos, pelo indivíduo Vavá, ao longo do Experimento 1.	36
Figura 13 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Cisca durante as sessões do Experimento 1.....	37
Figura 14 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Darwin durante as sessões do Experimento 1.....	37
Figura 15 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Davi durante as sessões do Experimento 1.....	38
Figura 16 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Janete durante as sessões do Experimento 1.....	38
Figura 17 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Medeiros durante as sessões do Experimento 1.....	39
Figura 18 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Químico durante as sessões do Experimento 1.....	39
Figura 19 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Suspeito durante as sessões do Experimento 1.....	40

Figura 20 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Vavá durante as sessões do Experimento 1.....	40
Figura 21 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Vitor durante as sessões do Experimento 1.....	41
Figura 22 – <i>Latência de quebra</i> dos cocos de indaiá para o indivíduo Darwin ao longo do Experimento 1.	43
Figura 23 – <i>Latência de quebra</i> dos cocos de indaiá para o indivíduo Davi ao longo do Experimento 1.	44
Figura 24 – <i>Latência de quebra</i> dos cocos de indaiá para o indivíduo Medeiros ao longo do Experimento 1.	44
Figura 25 – <i>Latência de quebra</i> dos cocos de indaiá para o indivíduo Químico ao longo do Experimento 1.	45
Figura 26 – <i>Latência de quebra</i> dos cocos de indaiá para o indivíduo Suspeito ao longo do Experimento 1.	45
Figura 27 – <i>Latência de quebra</i> dos cocos de indaiá para o indivíduo Vavá ao longo do Experimento 1.	46
Figura 28 – N médio de observadores por sessão do experimento, para cada indivíduo-alvo.	47
Figura 29 – Frequência de episódios de observação da quebra de cocos para cada indivíduo observador.	48
Figura 30 – Árvores de Caminho mais Curto, com raiz destino. Estão apresentados todos os indivíduos que foram observados durante o Experimento. Os arcos representam a frequência de ocorrência do comportamento; quanto mais curtos mais frequentemente ocorreu o comportamento e mais aquele sujeito na base da flecha observou coespecíficos.	49
Figura 31 – Martelos de granito oferecidos aos sujeitos do Experimento 2: os números indicam o tamanho do martelo, seu peso e sua designação no experimento.....	55
Figura 32 – Posicionamento dos martelos (quadrados) e bigornas (hexágonos) nas sessões do Experimento 2.	56
Figura 33 – Participação dos indivíduos no Experimento 2 (escolha de martelos).....	58
Figura 34 – Participação de indivíduos que utilizaram os martelos fornecidos e quebraram cocos no Experimento 2 (escolha de martelos).	59
Figura 35 – Porcentagem de escolha de cada martelo pelos indivíduos do grupo no Experimento 2.	60
Figura 36 – Porcentagem de escolha das posições dos martelos pelos indivíduos do grupo no Experimento 2.	60
Figura 37 - Frequência absoluta de escolha de cada martelo pelos indivíduo no Experimento 2.	61
Figura 38 - Frequência absoluta de escolha dos martelos de acordo com as posições pelos indivíduos no Experimento 2.....	62
Figura 39 – Frequência de escolha dos martelos de acordo com as posições pelos indivíduos juvenis no Experimento 2.....	63
Figura 40 – Frequência de escolha dos martelos de acordo com as posições pelos indivíduos adultos/subadultos no Experimento 2.....	63

Figura 41 – Frequência de escolha de cada martelo pelos indivíduos juvenis no Experimento 2.	64
Figura 42 – Frequência de escolha de cada martelo pelos indivíduos adultos/subadultos no Experimento 2.	64
Figura 43 – Esquema do posicionamento de martelos (elipses) e bigornas (hexágonos) na Fase 1 do Experimento 3. Na Fase 2 somente o martelo mais distante, 10 m, estava disponível. ...	73
Figura 44 – Número de sessões em que cada indivíduo visitou o sítio experimental durante o Experimento 3.	74
Figura 45 – Frequência de episódios de transporte dos martelos por indivíduo na Fase 1 do Experimento 3.	76
Figura 46 – Número de sessões da Fase 1 do Experimento 3 em que o sujeito não transportou nada/ transportou somente o coco/ somente a pedra ou transportou o coco e a pedra.	78
Figura 47 – Número de sessões da Fase 1 do Experimento 3 em que o sujeito não transportou nada/ transportou somente o coco/ somente a pedra ou transportou o coco e a pedra.	78
Figura 48 – Número de sessões em que o indivíduo visitou o sítio experimental preparado durante a Fase 2 do Experimento 3.	80

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Composição do grupo de macacos-prego estudado durante os três experimentos realizados. As observações mostram casos em que o indivíduo não permaneceu o período inteiro no grupo.	17
Tabela 2– Nome e abreviação utilizada para cada indivíduo do grupo estudado.....	18
Tabela 3 – Etograma com as categorias manipulativas e de observação que serão utilizadas nos registros de animal focal.	21
Tabela 4 – Média do tempo necessário para quebra dos cocos de <i>Syagrus</i> e <i>Attalea</i> por cada indivíduo do grupo.	32
Tabela 5 - Indivíduos que observaram manipulação e quebra de cocos de indaiá antes de ter sucesso na sua quebra.	42
Tabela 6 – Valores das árvores de caminho mais curto de cada indivíduo. Soma do tamanho dos arcos, número de arcos, a relação da soma dos arcos dividida pelo número de arcos e o “ranking” de cada indivíduo nessa relação.....	49
Tabela 7 – Os pesos, medidas e designações dos martelos artificiais do experimento de escolha de martelos pela variável peso.....	55
Tabela 8 – Média e desvio padrão do número de batidas para a quebra do coco de <i>Syagrus</i> sp com cada martelo do experimento.....	64
Tabela 9 – Média e desvio padrão do número de batidas para a quebra do coco de <i>Syagrus</i> sp com cada martelo do experimento para cada indivíduo do grupo estudado.....	65
Tabela 10 – Frequências e porcentagens de eventos de transporte de pedras para cada distância durante a Fase 1 do Experimento 3.	75
Tabela 11 – Resultados individuais do Experimento 3 (apenas indivíduos que dele participaram): Número de sessões em que o sujeito não transportou nada/ transportou somente o coco/ somente a pedra ou transportou o coco e a pedra.	77

Resumo

FALOTICO, Tiago. *Estudo experimental do uso de ferramentas para quebra de frutos encapsulados por macacos-prego (Cebus apella) em semi-liberdade*. São Paulo, 2006. 105p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

Três experimentos foram realizados sobre o uso de ferramentas para quebra de frutos encapsulados por macacos-prego (*Cebus apella*) em condição de semi-liberdade no Parque Ecológico do Tietê,. O primeiro envolveu a introdução de um nova espécie de coco com o objetivo de estudar a disseminação do uso desse fruto no grupo e os mecanismos de transmissão social envolvidos. Essa disseminação, bastante rápida, em alguns casos deveu-se à aprendizagem inteiramente individual, mas também houve casos de consumo somente após observação de outros indivíduos quebrando cocos ou contato com restos dos cocos. Neste último caso, as eventuais influências sociais estariam restritas ao *Realce de Estímulo*, mas, onde houve observação direta do comportamento, *Emulação* ou *Imitação* não podem ser descartadas. Não foi detectado um padrão definido de preferências na escolha dos indivíduos alvos de observação por coespecíficos em função das características mensuradas dos animais observados. O segundo experimento examinou as preferências na escolha de “martelos” de pedra artificialmente produzidos variando de 300g a 1700g, tendo sido encontrada uma preferência pelos dois martelos mais pesados, embora tenha sido observada uma tendência dos juvenis a usar a ferramenta mais próxima, independentemente do peso. O terceiro experimento abordou o transporte das ferramentas, para determinar se este ocorria quando os “martelos” potenciais se encontravam a 5m ou 10m do seu local de uso (“bigorna”). Os resultados confirmam a ocorrência desse comportamento, o qual, no entanto, foi quase sempre acompanhado do transporte concomitante de cocos.

Abstract

FALOTICO, Tiago. *Experimental study of tool use to nutcracking by semifree ranging capuchin monkeys (Cebus apella)*. São Paulo, 2006. 105p. Master Thesis. Institute of Psychology, University of São Paulo.

Three experiments were conducted about tool use to nutcracking by capuchin monkey (*Cebus apella*) at semi-free ranging condition in Tiete Ecological Park. The first involved the introduction of a new species of nut; the aim was to study the dissemination of the use of this new fruit in the group and the involved social transmission mechanism. The quite fast dissemination occurred by individual learning in some cases, but there were instances of consumption only after observation of other monkeys cracking the new nuts or contact with their leftovers. In the latter case, the possible social influences would be restricted to *Stimulus Enhancement*, but, in the cases where direct behavioral observation took place, *Imitation* and *Emulation* cannot be ruled out. There was no correlation between the choice of targets for observation and the measured traits of the targets. The second experiment examined the preferences in the choice of artificial stone hammers ranging from 300g to 1700g. We found a preference for the two heaviest hammers, although the juveniles had a tendency to use the nearest tools, independently of weight. The third experiment was about the transport of tools, to determine if the transport of potential tools occurred when these were found at 5m or 10m from the use site (the “anvil”). The results confirm the occurrence of this behavior, always involving the simultaneous transport of nuts.

1. Introdução

1.1. Uso de ferramentas

O comportamento do uso de ferramentas por animais pode ser definido de várias maneiras. Hall (1963), o define como “o uso, por um animal, de um objeto ou outro organismo vivo como um meio de adquirir uma vantagem. (...) O objeto é, por definição, algo externo ao corpo do animal, e seu uso permite ao animal ampliar o alcance de seus movimentos ou aumentar sua eficiência”.

Goodall (1970) e Beck (1980) definem uso de ferramenta como a utilização de um objeto externo como uma extensão funcional da boca ou bico, mão ou garra do animal, que tem como objetivo realizar certas alterações no ambiente. Alcock (1972) se refere à “manipulação de um objeto inanimado, não fabricado internamente, com o efeito de aumentar a eficiência do animal em alterar a forma ou posição de um objeto separado qualquer”. Todas as definições, apesar de sutilmente diferentes, são bastante amplas e incluem o uso estereotipado de ferramentas (uso de ferramentas “típico da espécie”, sem grandes variações entre as populações), que constitui a maioria dos casos conhecidos entre animais não-humanos.

Os relatos de uso estereotipado de ferramentas por animais incluem uma grande variedade de espécies, desde invertebrados como polvos (*Octopus vulgaris*) que modificam sua toca utilizando pedras e outros objetos (Mather, 1994), aranhas que posicionam pedras ao redor da entrada da toca para aumentar seu raio de percepção de presas (Henschel, 1995), insetos como a espécie *Salyavata variegata* que se camufla com pedaços de cupinzeiro para predação dos cupins (Pierce, 1986) e formigas que utilizam areia e barro para o transporte de líquido ao formigueiro, até os vertebrados, com destaque para as aves e mamíferos (Pierce, 1986).

Corvos da Nova Caledônia (*Corvus moneduloides*) em vida livre fabricam e utilizam uma grande variedade de ferramentas feitas a partir de material vegetal (pecíolos de folhas ou recortes da borda de folhas) para captura de invertebrados (Hunt & Gray, 2004; Rutledge & Hunt, 2004). Em laboratório, vários experimentos já foram realizados para estudar esse comportamento, alguns mostrando que há escolha espontânea das ferramentas de tamanho e diâmetro adequadas para a realização de novas tarefas, não havendo o processo de tentativa-e-erro, sendo inclusive sugerido que os corvos entendem alguns aspectos funcionais das ferramentas (Chappell & Kacelnik, 2002, 2004). Outro estudo mostrou, em laboratório, que os corvos são capazes de manufaturar ferramentas: no experimento, eles dobraram pedaços de arames, fazendo ganchos, para retirar alimento de dentro de um tubo (Weir et al., 2002). Pica-paus (*Cactospiza pallida*) também utilizam gravetos e espinhos de cactos para capturar artrópodes (Tebbich & Bshary, 2004). Abutres egípcios (*Neophron percnopterus*) utilizam pedras para quebrar ovos de avestruz, segurando-as com o bico e batendo no ovo (van Lawick-Goodall & van Lawick, 1966, 1968). Recentemente, foi relatado que araras-azuis (*Anodorhynchus iacynthinus*) utilizam lascas de madeira como um “calço” quando tentam abrir certo tipo de coco com o bico (Borsari & Ottoni, 2005).

Algumas populações de lontras (*Enhydra lutris*) utilizam pedras para abrir conchas, nadando de costas e quebrando as conchas contra a pedra apoiada na barriga (Byrne, 2004). E certas populações de golfinhos (*Tursiops* sp.) utilizam esponjas para auxiliar no forrageamento (Smolker et al., 1997).

Sobre leões, há um relato anedótico do uso de um espinho de acácia com a boca para retirar um outro espinho que estava infeccionando uma das patas (Bauer, 2001). Elefantes já foram observados utilizando galhos para remover ectoparasitas, para alcançar fontes de alimento distantes e para limpar as orelhas (Chevalier-Skolnikoff & Liska, 1993; Hart & Hart, 1994). Toupeiras peladas (*Heterocephalus glaber*), que cavam e vivem em extensos túneis,

utilizam pedaços de madeira ou de tubérculos entre os dentes incisivos e os lábios quando estão cavando, prevenindo assim a ingestão e o sufocamento pela terra (Shuster & Sherman, 1998).

No entanto, em geral o uso de ferramentas é bastante estereotipado e típico da espécie (particularmente nos artrópodes). Diferente destes, o uso de ferramentas por primatas é bastante flexível, apresentando ampla variação tanto intra- como interespecífica.

O uso de ferramentas por primatas tem sido objeto de muitos estudos, principalmente em chimpanzés (*Pan troglodytes*), tanto em ambientes naturais como em laboratório, nesse último caso iniciados na década de 1920, com os estudos pioneiros de Köhler (McGrew, 1992). Em vida livre já foram relatadas várias modalidades de uso de ferramentas por chimpanzés, como o uso de varetas para captura de cupins, formigas, extração de mel e tutano de ossos; esponja de folhas secas para captar água (McGrew, 1992; Whiten et al., 1999; Whiten & Boesch, 2001), almofada de folhas em solo úmido (Hirata et al., 1998), pedras ou madeira para quebra de cocos (Boesch & Boesch, 1983; Sakura & Matsuzawa, 1991; McGrew, 1992; Inoue-Nakamura & Matsuzawa, 1997; Whiten et al., 1999; Whiten & Boesch, 2001) e folhas amassadas e dobradas como esponja para água (Kitahara-Frisch & Norikoshi, 1982). A ocorrência de algumas dessas formas de uso de ferramentas não era igualmente distribuída entre as populações selvagens, como, por exemplo, no caso da quebra de coco: enquanto os chimpanzés de Gombe, Tanzânia (leste da África) não quebram cocos, os chimpanzés de Tai (oeste da África) o fazem freqüentemente, utilizando ferramentas. No entanto não há diferenças ecológicas e genéticas significativas entre essas populações. Somente um processo de transmissão social de informações poderia manter essas diferenças. Essa grande diversidade de ferramentas utilizadas pelos chimpanzés, onde a homogeneidade intra-populacional se contrapõe a diferenças significativas entre as populações que não podem ser explicadas exclusivamente por fatores ecológicos ou genéticos, tornou necessária uma

explicação em termos de processos culturais de difusão de tradições comportamentais (Whiten et al., 1999; Whiten & Boesch, 2001).

Gorilas (*Gorilla* sp) selvagens não usam ferramentas com tanta frequência; só recentemente foi publicado um relato sobre o uso de bastões para verificar a profundidade de um corpo d'água durante a travessia e um galho fincado no solo à margem de um lago servindo como apoio durante o forrageamento de plantas aquáticas (Breuer et al., 2005). No entanto, em cativeiro e laboratório eles utilizam ferramentas frequentemente, como nos experimentos com a gorila Koko (Tomasello & Call, 1997). Apesar de não usarem ferramentas para forragear (pelo menos até onde sabemos), os indivíduos das populações selvagens de gorilas executam formas complexas de processamento de alimentos, usando diferentes técnicas para cada tipo de planta dependendo do tamanho, textura e localização da parte palatável. E a execução dessas técnicas parece seguir organizações hierárquicas, nas quais a sequência dos comportamentos necessários para determinada tarefa, como o processamento de cada tipo de planta, seguem uma ordem específica, obedecendo uma série de rotinas e sub-rotinas (Byrne & Russon, 1998).

Orangotangos (*Pongo pygmaeus*), apesar das grandes capacidades manipulativas e cognitivas mostradas em cativeiro (Lethmate, 1982; Stoinski & Whiten, 2003; Nakamichi, 2004), não haviam sido vistos usando ferramentas na natureza até poucos anos atrás; entretanto, agora já há muitos relatos de utilização de ferramentas para forrageamento como, por exemplo, gravetos para pegar mel de colméias, palitos para puxar sementes de dentro do fruto e galhos com folhas para beber água em orifícios de árvores (Galdikas, 1982, 1989; van Schaik et al., 2003; Fox et al., 2004). As diferenças de usos de ferramentas e outros comportamentos entre populações de orangotangos foram estudadas por van Schaik e colaboradores (2003), que interpretaram essas variações como evidência de cultura, assim como feito anteriormente para chimpanzés. Além disso, foram determinadas correlações entre

a distância geográfica e as diferenças culturais entre os grupos, quanto mais distantes menos parecidos eram os comportamentos. Também foram encontradas correlações entre as características sociais do grupo que facilitam as oportunidades de aprendizagem (tempo de contato entre indivíduos), aparentemente determinadas por diferenças ecológicas (padrão de dispersão dos recursos alimentares), e o tamanho do repertório cultural local, sendo que grupos em que os indivíduos passam mais tempo juntos possuem um maior repertório. Esse último resultado mostra que a estrutura social - que modula as possibilidades de observação entre indivíduos - é importante para a aprendizagem social e a manutenção de tradições comportamentais como previsto por van Schaik e colaboradores (1999).

Em babuínos (*Papio* sp), há relatos de uso de ferramentas em cativeiro (Beck, 1973; Westergaard, 1992), mas em populações selvagens isso é mais raro. No entanto, van Lawick-Goodall et al. (1973) descreveram o uso de pedras por *Papio anubis* para a limpeza dos lábios (através de fricção) após alimentação com alimentos viscosos e também para estancar sangramentos.

Entre os primatas do Novo Mundo, uma das espécies com mais habilidades manipulativas e cognitivas é o macaco-prego (*Cebus apella*), o que o tornou, na última década, alvo de vários estudos envolvendo a compreensão sobre causalidade física (em alguns casos, em situações mediadas por interações sociais), principalmente em laboratório (Westergaard & Suomi, 1994; Byrne & Suomi, 1996; Chalmeau et al., 1997; Visalberghi et al., 2000; Mendres & de Waal, 2000; Christel & Frigaszy, 2000; v. adiante).

Atualmente estudos já mostraram a ocorrência de usos de ferramentas em populações selvagens de macacos-prego, e não só de quebra de frutos encapsulados, mas também de uso de varetas para pegar mel, “enxadas” para cavar raízes e “machados” para cortá-las (Mannu & Ottoni, 2005; v. adiante).

1.2. Experimentos sobre uso de ferramentas por macacos-prego

A resolução de problemas usando ferramentas envolve, para alguns autores, a habilidade de (1) avaliar precisamente as relações de causa-e-efeito e (2) de escolher uma solução apropriada de um grupo de possíveis estratégias (Garber & Dolins, 1996, apud Lavallee, 1999). Entretanto, para Visalberghi e Limongelli (1994), falta aos macacos-prego, mesmo quando bem-sucedidos em uma tarefa mecânica, uma verdadeira compreensão das relações causais subjacentes: após um primeiro experimento em que aprendiam a inserir uma vareta na extremidade correta de um tubo transparente, para empurrar um pedaço de comida sem que este caísse em uma “armadilha” (depressão central), o único dentre quatro sujeitos a atingir um desempenho não-casual mostrou não compreender a funcionalidade da armadilha em testes subseqüentes, evitando-a mesmo quando invertida (inoperante). Entretanto, no estudo de Lavallee (1999), os macacos-prego resolveram adequadamente a tarefa de manufatura e/ou uso de ferramentas (varetas) para a obtenção de mel de orifícios feitos em um tronco de árvore cortado.

O estudo laboratorial de Westergaard e Suomi (1994) mostrou o uso induzido de ferramentas de pedra por macacos-prego. Nesse estudo foram realizados dois experimentos consecutivos, sendo que no primeiro os macacos utilizaram pedras para produzir lascas e, no segundo, utilizaram as lascas para rasgar uma placa de acetato e alcançar o alimento do outro lado.

Os experimentos de Chalmeau et al. (1997) parecem mostrar que os macacos-prego não conseguem entender uma tarefa cooperativa, que nesse caso consistia em dois indivíduos puxarem dois cabos simultaneamente para receberem comida. Apesar de conseguirem realizar a tarefa, não houve um aumento na frequência do comportamento de puxar o cabo quando o outro indivíduo também estava perto do cabo, o que seria esperado se houvesse um entendimento da tarefa cooperativa e os autores concluem que os indivíduos agiram juntos na

tarefa, completando-a, mas sem entender o papel do companheiro e sem levar seu comportamento em consideração. Em uma versão aperfeiçoada desse experimento, Visalberghi et al. (2000) corroboram esses resultados, concluindo que os macacos-prego não compreendem o papel do outro indivíduo para a efetividade da ação. Entretanto, os experimentos de Mendres e de Waal (2000) sugerem que pode haver uma maior compreensão de comportamentos cooperativos: nesses experimentos, que também consistiam em puxar duas barras simultaneamente para alcançar a comida (sendo que em algumas tentativas o parceiro estava visível e em outras não), os macacos-prego perceberam a presença do parceiro e eram menos bem sucedidos em realizar a tarefa se o parceiro não estivesse visível, indicando que há algum grau de compreensão da tarefa cooperativa. Uma situação de cooperação, que pode sugerir uma compreensão, também foi relatada em vida livre por Taira et al. (2002) e Taira e Izar (2005), que observaram macacos-prego abrindo em conjunto o topo de palmeiras para ter acesso ao palmito, em situações em que um indivíduo sozinho não teria sucesso ou este seria muito custoso.

Byrne e Suomi (1996) realizaram experimentos que demonstraram a existência de diferenças entre faixas etárias na manipulação de objetos: os juvenis se mostraram mais manipulativos que adultos. E não foram encontradas diferenças manipulativas entre os sexos.

Nos experimentos de escolha de ferramentas feitos por Visalberghi (1990), ela não achou evidências de escolhas adequadas na tarefa que consistia em selecionar uma ferramenta para penetrar um tubo transparente que continha alimento no meio e assim empurrá-lo para fora; as ferramentas disponíveis variavam entre adequadas, como um pedaço cilíndrico de madeira, e opções não funcionais, como varetas muito fina ou muito curtas para deslocar o alimento.

Várias comparações entre chimpanzés e macacos-prego foram feitas (Visalberghi & McGrew, 1997) com relação à compreensão de causalidade e ao uso de ferramentas (McGrew

& Marchant, 1997; Visalberghi, 1997), uma vez que ambas as espécies exibem muitos comportamentos manipulatórios, exploratórios e sociais semelhantes. A comparação desses comportamentos das duas espécies com o de crianças humanas ajudou a adicionar uma perspectiva para um panorama geral das habilidades cognitivas das espécies estudadas (Visalberghi, 1997). E os resultados sugerem, para estes autores, que apesar da performance similar na resolução dos problemas existem diferenças nas estratégias cognitivas subjacentes entre macacos-prego e chimpanzés, sendo os últimos mais adaptáveis a mudanças nos problemas; além disso somente as crianças humanas teriam exibido a capacidade de compreensão da causalidade do problema (Visalberghi, 1997). Tomasello e Call (1997) criticam esses argumentos, afirmando que os testes realizados por Visalberghi eram dependentes de conhecimentos físicos e causais muito específicos, e que mesmo crianças humanas não eram proficientes naquelas tarefas até os dois anos de idade (além da idade esperada para o entendimento da causalidade como um processo externo independente), e por isso os testes não seriam adequados para verificar a compreensão de causalidade em chimpanzés e macacos-prego.

1.3. Quebra de frutos encapsulados utilizando ferramentas

O uso de ferramentas na quebra de frutos encapsulados (que, naturalmente, traz grandes vantagens adaptativas por permitir o acesso a alimento bastante calórico e às vezes muito protéico - se o coco estiver parasitado por larvas de insetos) requer uma manipulação complexa de objetos e processos cognitivos bastante elaborados, uma vez que há necessidade da procura de um “martelo” (pedra solta utilizada para bater no coco) e uma “bigorna” (substrato plano, geralmente uma pedra parcialmente enterrada, tronco ou raiz de árvore) adequados, assim como um correto posicionamento do coco na bigorna e um golpe apropriado com o martelo para a obtenção do endosperma comestível.

Os primeiros relatos desse comportamento em primatas selvagens apareceram para chimpanzés das populações da costa oeste da África (Sugiyama & Koman, 1979; Boesch & Boesch, 1981, 1983). E, como dito anteriormente, as diferenças regionais nesse comportamento foram consideradas evidências de tradições culturais nos chimpanzés (Whiten et al., 1999; Whiten & Boesch, 2001).

Os macacos-prego já haviam sido observados quebrando cocos com a ajuda de ferramentas em diversas situações de cativeiro e existem estudos experimentais sobre o comportamento de quebra de frutos encapsulados com o auxílio ferramentas em macacos-prego, como os de Visalberghi (1987, 1990), que estudou a aquisição do comportamento de quebra de cocos, de Anderson (1990), que estudou as vantagens do uso de ferramentas para a mais rápida obtenção do alimento encapsulado - assim como o uso de ferramentas por uma fêmea não-quebradora após a observação de outros indivíduos quebrando - e Westergaard e Suomi (1993, 1994), que demonstraram o uso e a modificação de ferramentas de pedras pelos macacos e sua similaridade com o uso de ferramentas por chimpanzé.

No entanto só recentemente começaram a surgir relatos e estudos de uso de ferramentas para quebra de cocos em populações selvagens (Fragaszy et al., 2004; Moura & Lee, 2004, Mannu & Ottoni, 2005). Esses estudos mostram que diversas populações de macacos-prego utilizam espontaneamente pedras para a quebra de frutos encapsulados, além de outros usos de ferramentas relatados nas populações selvagens da Serra da Capivara, como pedras de cavar para alcançar raízes e varetas para pegar mel.

1.4. Aprendizagem: definições

Um animal pode aprender algo individualmente – em geral, por tentativa-e-erro – ou através de processos socialmente mediados.

A aprendizagem social é aquela que ocorre a partir da observação do comportamento de outros indivíduos ou das conseqüências deste sobre o ambiente. Segundo Heyes (1993), existe, por diferenças históricas, uma grande confusão em relação à nomenclatura da aprendizagem social, sendo que vários fenômenos iguais tem nomes diferentes. Nesse trabalho serão adotadas as definições de Byrne e Russon (1998), que classificam a aprendizagem social em *facilitação social*, *realce de estímulo* ou *de local* (*stimulus enhancement* e *local enhancement*), *emulação* e *imitação*.

A *facilitação social* se dá quando a probabilidade de determinado comportamento ocorrer aumenta com a presença de co-específicos realizando o mesmo comportamento. O comportamento, nesse caso, já está no repertório do indivíduo.

O *realce de estímulo* acontece quando a probabilidade de um indivíduo entrar em contato com um local ou objeto de seu ambiente é aumentada pela utilização por um co-específico desse local ou objeto, tanto pela observação direta como pelo efeito da ação deste. Quando esse indivíduo entra em contato com o objeto ele aprende individualmente a apresentar um comportamento que leva às mesmas conseqüências que aquele do co-específico.

Na *imitação*, o indivíduo adquire novos comportamentos através da observação e cópia das ações e movimentos do modelo. Whiten e Ham (1992) não enfatizam a necessidade do comportamento ser novo para ser considerado imitação. Heyes (1993) considera imitação a cópia exata das ações do modelo.

A *emulação* se refere aos casos onde um indivíduo, após observar um modelo realizar determinado comportamento, reproduz os resultados desse comportamento sem copiar exatamente os movimentos e seqüências motoras, mas chegando ao mesmo efeito através de um modo particular. Desse modo o observador teria aprendido que certas relações entre determinados objetos produzem certas conseqüências, o que levaria este observador a tentar

reproduzir o resultado observado, mas sem reproduzir o comportamento exibido pelo sujeito observado.

1.5. Objetivos

O presente estudo, que faz parte de um projeto maior (“Uso de ferramentas e forrageamento extrativo por macacos-prego (*Cebus apella*): socialidade, ecologia e transmissão social de informação”), deu continuidade à pesquisa sobre comportamentos de manipulação de objetos, uso de ferramentas para obtenção de alimento e transmissão social de informação, que vem sendo desenvolvida pelo Laboratório de Etologia Cognitiva com um grupo de macacos-prego do Parque Ecológico do Tietê. A Fase I dessa pesquisa foi a observação-piloto do uso espontâneo de ferramentas no forrageamento por macacos-prego, que permitiu uma descrição geral do uso de pedras para a quebra de coquinhos de jerivá, *Syagrus romanzoffiana* (Mannu & Ottoni, 1996). A Fase II foi um aprofundamento do estudo do uso de ferramentas na quebra de cocos, com o mapeamento dos sítios de quebra, e observações diretas (pelos métodos do “Sujeito Focal” e de “Todas as Ocorrências”), que resultou em um quadro mais detalhado do comportamento de quebra e seus aspectos demográficos (Ottoni & Mannu, 2001). A Fase III da pesquisa deu início ao estudo da ontogenia dos comportamentos manipulativos e dos processos aprendizagem individual e de transmissão social desta técnica entre os manipuladores mais experientes e os “aprendizes” potenciais (Resende & Ottoni, 2002; Resende, 2004). Todos os estudos realizados acerca deste comportamento, até o momento, haviam sido naturalísticos, ou seja, nenhuma intervenção experimental foi realizada, com o intuito de estudar sua expressão inalterada.

Na atual Fase IV, foram iniciadas algumas intervenções experimentais aprofundando o estudo do comportamento de quebra de cocos e sua disseminação no grupo.

O primeiro experimento envolveu a introdução de novos tipos de frutos encapsulados (cocos), com os quais os indivíduos do grupo não tinham nenhum contato prévio, de modo semelhante ao que foi feito com chimpanzés por Matsuzawa (1994, v. adiante). Nosso objetivo foi observar quais os primeiros animais a utilizar esse novo recurso alimentar (e o processo de aprendizagem destes indivíduos) e acompanhar a dinâmica de disseminação dessa prática no grupo. Nossos procedimentos também permitiram saber quais classes de indivíduos (sexo/idade) tem mais interesse pelos frutos novos. Os resultados podem ser comparados com os obtidos por Matsuzawa (1994) com chimpanzés.

O segundo experimento foi sobre a escolha entre martelos de diferentes pesos disponíveis para a quebra de coco, com o objetivo de esclarecer os padrões individuais e de classes nas preferências pelos martelos. Foram relacionados os pesos dos martelos selecionados e características dos usuários tais como sexo, idade e proficiência na quebra de cocos de jerivá.

No último experimento, verificamos se ocorria a busca, transporte e uso de martelos quando estes não se encontravam disponíveis junto à bigorna (mas com os cocos ali disponíveis) e os efeitos da distância entre a bigorna e os martelos disponíveis sobre a atividade de busca e transporte. Este experimento nos deu novos subsídios para uma discussão sobre o grau de planejamento ou antecipação envolvido no comportamento de quebra de cocos.

O fato de não existirem na literatura intervenções experimentais explorando o comportamento de quebra de cocos em condições naturalísticas justifica o interesse desse estudo, que introduziu uma nova abordagem em nossa linha de pesquisa.

2. Material e Métodos

Apesar da denominação “experimentos” utilizada nesse estudo, as manipulações experimentais aqui relatadas não se encaixam na descrição de um experimento típico, que apresenta uma hipótese a ser testada e um resultado que rejeita ou não essa hipótese. Na verdade esse estudo foi constituído de intervenções experimentais realizadas em condições naturalísticas, inspiradas, dentre outras, nas realizadas por Matsuzawa e colaboradores. Os estudos sobre quebra de cocos por chimpanzés de Matsuzawa (1994) em Bossou, Guiné, foram realizados em um “laboratório de campo”, no qual os sítios de quebra foram instalados pelo pesquisador e no qual eram controlados o número de pedras disponíveis e a quantidade e qualidade das nozes de *Elaeis guineensis*. Um dos experimentos realizados foi a introdução de tipos de nozes com que o grupo não tinha contato prévio, mas que se sabia que eram consumidos por outro grupo próximo. Neste experimento, somente uma fêmea adulta tentou quebrar as novas nozes no primeiro encontro (supostamente, uma imigrante proveniente do grupo em que já se quebrava este tipo de noz); entretanto, os juvenis que a observaram no primeiro dia a quebrar as novas nozes também passaram a quebrá-las subsequentelemente. Não houve, entretanto, transmissão deste comportamento para nenhum outro adulto, o que pode ser consequência de uma menor exploração de novos itens alimentares ou de barreiras particulares, inerentes à dinâmica da transmissão social de informação nesta espécie.

2.1. Local

A pesquisa foi realizada no Parque Ecológico do Tietê, núcleo Engenheiro Goulart, localizado na zona leste da cidade de São Paulo, no início da Rodovia Ayrton Senna, que possui uma área de 14 km². O grupo de macacos-prego habita uma área de preservação de 200.000 m², localizada no centro do parque (Figura 1). Essa área de preservação tem acesso restrito a visitantes e sua vegetação é composta por mata de reflorestamento, com plantas

como jabuticabeiras (*Mysciara jaboticaba*), goiabeiras (*Psidium guayava*), cafés (*Coffea arabica*), limoeiros (*Citrus limonum*), bananeiras (*Musa paradisiaca*), uvaías (*Eugenia uvalha*), acerolas (*Malpighia puniceifolia*), eucaliptos (*Eucalyptus* sp.), paineiras-rosa (*Chorisia speciosa*), macadâmia (*Macadamia* sp.) e várias outras espécies naturais da flora brasileira e exótica (Mannu, 2002), além das palmeiras jerivá (*Syagrus romanzoffiana*). Várias espécies de mamíferos habitam a área de preservação, tais como quatis (*Nasua nasua*), catetos (*Tayassu tajacu*), bugios (*Alouatta fusca*), gambás (*Didelphis* sp.), preguiças (*Bradypus variegatus*), cotias (*Dasyprocta agouti*), antas (*Tapirus terrestris*) e capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*); além de répteis como cobras, lagartixas e teiús (*Tupinanbis* sp.) e várias espécies de aves. Não são encontrados predadores naturais de macacos-prego na área. O local possui ainda construções utilizadas para atividades do Parque: o biotério (Centro de Recepção de Animais Silvestres), o orquidário e os viveiros de mudas e de animais. Além disso, existem várias construções abandonadas que foram engolfadas pela mata.

Figura 1 – Mapa da área de preservação do parque Ecológico do Tietê, em vermelho a localização dos sítios experimentais.

2.2. Sujeitos

Os macacos-prego (*Cebus apella*, Linnaeus, 1758) são primatas neotropicais com peso médio de 3,65 kg quando adultos para os machos, e 2,5 kg para fêmeas (Fleagle, 1999).

Nesse trabalho, foram considerados como infantes os indivíduos até 1 ano, juvenis até 6 anos para machos e até a primeira gravidez para as fêmeas e subadultos os indivíduos de 6 a 8 anos no caso dos machos e de 6 até a primeira gravidez para as fêmeas. Os machos foram considerados adultos a partir de oito anos e as fêmeas, a partir da primeira gestação. As fêmeas atingem a idade reprodutiva com aproximadamente cinco anos (Fragaszy et al., 2004), mas há uma grande variação individual. A gravidez dura em média 155-162 dias (Hartwig, 1966, apud Fragaszy et al., 2004) e a fêmea geralmente dá a luz a um filhote, mas há relatos de gêmeos no próprio PET (Mannu & Ottoni, 2000).

O grupo de macacos-prego (*Cebus apella*) estudado foi formado por animais de apreensão do IBAMA que escaparam há mais de 10 anos das ilhotas onde foram confinados e contava no início dos experimentos (Setembro/2003) com 16 indivíduos, mas no fim da coleta de dados esse número era de 22 indivíduos. A composição do grupo no período de cada experimento, incluindo as mudanças verificadas, está apresentada na Tabela 1. Todos os sujeitos eram reconhecidos individualmente pelo experimentador. A maioria dos indivíduos adultos do grupo utilizava ferramentas para a quebra do coco jerivá (*Syagrus romanzoffiana*). Somente uma fêmea adulta nunca foi vista quebrando cocos com sucesso e figura em apenas dois relatos de quebra adequada (ou seja, correto posicionamento do coco e uso da ferramenta, mas sem ocorrer a abertura do coco), até o momento (Mannu, 2002).

A quebra de macadâmia (*Macadamia* sp.) também já foi registrada no local, ainda que raramente, através de observações diretas e indiretas (Resende, com. pessoal).

Além de forragearem os itens naturais da área, os macacos-prego também recebiam uma suplementação diária fornecida pelos funcionários do biotério, consistindo basicamente

de frutos (maças, bananas, mamões, abóboras, cocos), e ocasionalmente polenta, ovos, mandioca e ração de cachorro.

Tabela 1 – Composição do grupo de macacos-prego estudado durante os três experimentos realizados. As observações mostram casos em que o indivíduo não permaneceu o período inteiro no grupo.

Experimento 1 - Introdução de novos frutos encapsulados		Início: 08/2003	Fim: 10/2004
Indivíduos do grupo no período	Idade	Observação	
Ana	Adulto		
Angélica	Juvenil		
Artur	Infante	Nasceu 06/2004 - Morreu 10/2004	
Bisqüi	Adulto	Macho alfa, morreu em 10/2003	
Cisca	Adulta		
Claudia	Juvenil		
Chica	Infante	Nasceu 11/2003 - Desapareceu 05/2004	
Darwin	Juvenil		
Davi	Adulto	Retornou ao grupo em 12/2003, novo macho alfa	
Fabio	Infante	Nasceu em 10/2003	
Filo	Juvenil		
Física	Adulta		
Frida	Juvenil		
Fiapo	Infante	Nasceu em 08/2004	
Janete	Adulta		
Joaquim	Adulto		
Lobato	Subadulto	Retornou ao grupo em 06/2004	
		Migrou p/ outro grupo em 08/2004	
Medeiros	Adulto (Castrado)		
Químico	Juvenil		
Suspeito	Adulto (Castrado)		
Vavá	Adulta		
Vitor	Juvenil		
X	Subadulto	Migrou p/ o grupo em 09/2003	
Z	Subadulto	Migrou p/ o grupo estudado 02/2004	
Experimento 2 - Escolha de martelos pela variável peso		Início: 08/2003	Fim: 08/2004
Indivíduos do grupo no período	Idade	Observação	
Mesma constituição do experimento 1			
Experimento 3 - Transporte de martelos		Início: 10/2004	Fim: 01/2005
Indivíduos do grupo no período	Idade	Observação	
Ana	Adulto		
Angélica	Juvenil		
Cisca	Adulta		
Claudia	Juvenil		
Chuchu	Infante	Nasceu em 11/2004	
(Continua)			

(Continua)

(Continuação)

<i>Indivíduos do grupo no período</i>	<i>Idade</i>	<i>Observação</i>
Darwin	Juvenil	
Davi	Adulto	
Fabio	Juvenil	
Filo	Juvenil	
Física	Adulta	
Frida	Juvenil	
Fiapo	Infante	Morreu em 11/2004
Janete	Adulta	
Joaquim	Adulto	
Joca	Infante	Nasceu em 10/2004 e desapareceu 7 dias depois
Medeiros	Adulto (Castrado)	
Pedro	Adulto	Retornou ao grupo em 11/2004
Químico	Juvenil	
Suspeito	Adulto (Castrado)	
Vavá	Adulta	
Viola	Infante	Nasceu em 10/2004
Vitor	Juvenil	Desapareceu em 01/2005
X	Subadulto	
Z	Subadulto	

As siglas utilizadas para cada indivíduo durante o estudo e nas figuras dos resultados são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2– Nome e abreviação utilizada para cada indivíduo do grupo estudado.

Indivíduo	Abreviação
Ana	Aa
Angélica	Ag
Artur	At
Bisqüi	Bq
Cisca	Cc
Claudia	Cd
Chica	Ch
Chuchu	Cu
Darwin	Dw
Davi	Dv
Fabio	Fb
Filo	Fl
Física	Fs
Frida	Fd
Janete	Jn
Joaquim	Jq

(Continua)

(Continuação)

Indivíduo	Sigla
Lobato	Lb
Medeiros	Md
Pedro	Pd
Químico	Qm
Suspeito	Sp
Vavá	Vv
Vitor	Vt
Viola	Vl
X	X
Z	Z

Davi, Lobato e Pedro são originários do grupo estudado, mas haviam migrado anteriormente para outro grupo que usa uma área diferente do PET. Davi tornou-se o macho alfa algumas semanas após seu retorno ao grupo, posição que desde a morte de Bisqüi não havia sido assumida por nenhum dos outros machos adultos do grupo. Os três indivíduos já quebravam cocos proficientemente quando saíram do grupo (Ottoni & Mannu, 2001; Resende, 2004), já os dois outros machos subadultos que chegaram ao grupo, X e Z, não utilizaram ferramentas para quebra de cocos. No entanto, ambos demonstravam interesse quando havia outros indivíduos quebrando e foram vistos várias vezes manipulando pedras e cocos, mas sem sucesso na quebra. Devido ao interesse na transmissão social do comportamento de quebra de cocos, foi dada uma atenção particular a esses dois indivíduos durante a coleta de dados, já que nesse grupo nunca haviam sido acompanhados, desde sua chegada, indivíduos maduros não usuários de ferramentas.

2.3. Sítios Experimentais

Os sítios 1 e 2 foram montados em 10/04/2003, sendo constituídos de 2 blocos de concretos hexagonais de 16 cm de cada lado e 9 cm de espessura, distantes 1,5 m um do outro, como bigornas (Figura 2). Oito pedras, variando de 200g a 1050g, foram disponibilizadas entre as bigornas como martelos potenciais. Como no local só havia um

coqueiro de *S. romanzoffiana*, cocos obtidos em outros locais do próprio PET eram continuamente adicionados pelo experimentador. Antes do início dos experimentos, foi feito um período de habituação dos animais ao local e material. Nesse período (de 10/04/2003 até 16/07/2003) foram registradas, durante duas manhãs por semana, todas as ocorrências de quebra de cocos nos sítios 1 e 2, para verificar a frequência de visitas ao sítio antes do início dos experimentos e garantir que estes tivessem sido visitados ao menos uma vez por todos os indivíduos utilizadores de ferramentas do grupo. As visitas foram definidas como eventos iniciando-se com a chegada do indivíduo a um dos sítios, seguida de quebra de cocos, e terminando quando esse indivíduo deixava o sítio.

Em 12/2003, foi montado em outro local (olaria) um par adicional de sítios experimentais (3 e 4), nas mesmas condições do primeiro. Isso foi feito pois o grupo estava passando muito tempo nesse novo local, prejudicando a coleta de dados no primeiro.

Em 08/2004, os sítios experimentais 3 e 4 tiveram que ser deslocados devido a problemas com a direção do PET relacionados a outras atividades do local. Os sítios foram movidos, para um local próximo e nomeados sítios 5 e 6, nas mesmas condições do local original (Figura 2).

Figura 2 – Sítios 5 e 6, onde foram realizados os experimentos; dois indivíduos do grupo estudado, à esquerda utilizando o sítio para quebra de coco, à direita coletando os cocos em postura bípede.

2.4. Etograma

A partir do modelo de Resende (2004), foi elaborado um etograma com as categorias a serem utilizadas durante os registros de manipulação e quebra de cocos (Tabela 3).

Tabela 3 – Etograma com as categorias manipulativas e de observação que serão utilizadas nos registros de animal focal.

Categorias de Manipulação	Descrição
Ajeitar	Posicionar coco (ou algo semelhante) na bigorna utilizando movimentos finos
Bater	Golpear com objeto ou alimento contra outro objeto, substrato ou alimento
Examinar	Revirar ou observar algo. Incluindo passar a língua, morder e cheirar o objeto, substrato ou alimento
Esfregar	Passar repetidas vezes a mão, pé, alimento ou objeto contra um substrato, objeto, alimento ou o próprio corpo
Ingerir	Mastigar e engolir alimento

(Continua)

(Continuação)

Pegar	Segurar - com as mãos, pés, cauda ou boca - objeto, substrato ou alimento
Transportar	Deslocar-se de um lugar a outro carregando objeto ou alimento
Categorias de Observação	
Observar	Posicionar-se a menos de dois metros e voltado para outro indivíduo - que manipula ferramenta (“modelo”).
Ser Observado	Manipular ferramentas e/ou frutos nos sítios de quebra a dois metros ou menos de outro indivíduo, o qual está voltado em direção ao sujeito
Outras	
Procurar	Ficar bípede e olhar para o chão, na área próxima, examinando visualmente a área.
Outros	Qualquer comportamento que não esteja enquadrado nas outras categorias
Não pegar o coco	Passar a menos de 1 metro de um coco aparentemente no campo de visão sem pegá-lo

Baseado em Resende (2004)

2.4. Análises

Os dados de indivíduos participantes, latências (o tempo que o indivíduo levava para pegar o coco - *latência para pegar* - e o tempo que ele levava para golpear o coco após pegá-lo - *latência de quebra*), número de batidas e resultados dos episódios (não mexer no coco, examinar ou quebrar) do Experimento de introdução de novos frutos encapsulados (Exp. 1); assim como os dados de indivíduos participantes, escolhas, posição, resultado e número de batidas do Experimento de escolha de martelos pela variável peso (Exp. 2); e de indivíduo, transporte de cocos e pedras, distância, peso da pedra e o latência de transporte do Experimento de transporte de martelos (Exp. 3) foram analisados com o programa SPSS 13.0, através de estatísticas descritivas e não-paramétricas (Siegel & Castellan, 1988)

O Teste Qui-Quadrado foi realizado para determinar se havia diferenças entre as escolhas de martelos de acordo com pesos e/ou posições no Experimento 2. Ainda no Experimento 2 foi utilizado o teste ANOVA para comparar os martelos quanto ao número de batidas necessárias para a quebra dos cocos, valor que é utilizado como uma medida de eficiência dos martelos.

No Experimento 1, os dados de observação por coespecíficos também foram analisados no programa Domina, para geração de Árvores de Caminho mais Curtos (Sato, 1998; Izar et al., 2006). Estas árvores foram construídas da seguinte maneira; primeiro foram construídas matrizes onde as colunas representam os indivíduos que observaram a manipulação e nas linhas os indivíduos observados. Nas caselas, foram colocados os valores relativos ao número de vezes que determinado indivíduo observou o outro manipulando e quebrando o novo fruto durante as sessões do experimento. A partir dessa matriz, foi gerada então a árvore orientada de caminhos mais curtos, que é um grafo $G(V,A)$ de estrutura definida por V , o conjunto de vértices, e por A , o conjunto de arcos. Um arco é uma relação de distância ou similaridade entre dois vértices. Um caminho é uma seqüência de arcos que se inicia num vértice e pode passar por vários outros vértices. O comprimento de um caminho é dado pela soma de arcos do vértice inicial ao vértice terminal. Uma árvore orientada com $T=(V,A')$ com uma raiz fonte r (isto é, todos os caminhos partem dela) é um grafo parcial de G , no qual apenas o subconjunto de arcos de A está presente. Nesse caso, a raiz fonte representa as relações de observar, e uma raiz destino representa as relações de ser observado.

Foram construídas árvores orientadas de caminho mais curto com todos os indivíduos do grupo sendo colocados (um de cada vez) como raiz fonte e destino; foram utilizadas nas análises aquelas árvores que apresentavam alguma relação (muitos indivíduos nunca observaram ou foram observados, gerando, portanto, árvores com um único indivíduo que não são informativas) e somente as relações de primeira ordem foram utilizadas.

Estas árvores foram utilizadas para a análise dos dados do comportamento de observação da manipulação e quebra de cocos por coespecíficos. Elas permitem visualizar melhor as díades preferenciais de “modelos” e “observadores” e as relações entre estas “escolhas” e outros comportamentos afiliativos.

Ainda para esse experimento, foram calculadas as correlações entre a matriz de observação interindividual com os dados de *idade*, *freqüência de visita ao sítio experimental*, *proficiência* (N de cocos de *Syagrus* quebrados por episódio) e *eficiência* (tempo de quebra dos cocos de *Syagrus*) utilizando o teste TauKr (uma extensão do teste Kr, ver Hemelrijk, 1990a; Hemelrijk & Luteijn, 1998) através do programa MatrixtesterPrj v2.2.3b (Hemelrijk, 1990b) utilizando 2000 permutações por teste. Este teste minimiza os efeitos da dependência que poderiam ocorrer devido à ocorrência de um mesmo indivíduo em diversas díades de observador/observado.

No caso de uma das matrizes conterem zeros estruturais (zeros que não são devido aos resultados do experimento, mas a uma impossibilidade de ocorrer qualquer outro número que não o zero, como no caso da matriz de observação de quebra entre indivíduos, nas quais existem macacos que não quebram cocos e por isso nunca foram observados por outros indivíduos) foi realizada uma correlação parcial utilizando o teste TauKr Parcial, corrigindo a correlação através de uma matriz ‘dummy’ com valores altos (maiores do que os existentes na matriz corrigida) nos lugares dos zeros estruturais da matriz corrigida e zeros nas outras células (Hemelrijk, 1990a). O TauKr Parcial compara duas matrizes, mas controla os resultados a partir de uma terceira matriz, que no caso dessas análises foi a matriz “dummy”.

As matrizes de idade foram feitas a partir de um *ranking* de idade, os mais velhos com os maiores valores e os mais jovens com os menores valores. Nos casos de indivíduos com idades muito próximas, a estes foram dados o mesmo valor no *ranking*. No caso dos indivíduos mais velhos, para os quais não há dados sobre nascimento, foi feito um ranking a partir da condição física aparente dos indivíduos, colocando o mesmo *ranking* para aqueles em condições parecidas.

As matrizes de proficiência foram construídas com as médias dos tempos de quebra de cada indivíduo, sendo esse tempo medido a partir do comportamento de ajeitar o coco até sua quebra. Nesse caso foram utilizados somente os dados de quebra de jerivá.

As outras matrizes (N de observações e frequência de visita ao sítio) contêm esses dados na sua forma absoluta, sendo que a frequência de visita ao sítio se refere somente ao período do Experimento 1. Todos os dados utilizados para a confecção das matrizes estão apresentados nos Anexos A, B e C.

3. Experimento 1 - Introdução de novos frutos encapsulados

3.1. Introdução

O fornecimento de frutos encapsulados não-familiares para um grupo de primatas que já utiliza ferramentas para a quebra de outras espécies de cocos permite, de uma só vez, estudar a utilização dessa nova fonte de alimento pelos indivíduos, sua disseminação pelo grupo e também o uso diferencial das ferramentas para a abertura desse novo coco, se houver.

Matsuzawa (1994) e Biro et al. (2003) realizaram em seu “laboratório de campo” em Bossou, Guiné, estudos sobre a quebra de cocos por chimpanzés e sua transmissão social. Nesse local, foram instalados pelos pesquisadores sítios de quebra nos quais eram controlados o número de pedras disponíveis e a quantidade e qualidade das nozes de *Elaeis guineensis*. Um dos experimentos realizados foi introduzir espécies de nozes com que o grupo não tivera contato prévio, mas que se sabia que eram consumidas por outro grupo próximo. Como já dito na introdução, somente uma fêmea adulta (provavelmente uma imigrante) tentou quebrar as novas nozes no primeiro contato, sendo que rapidamente os mais jovens passaram a quebrá-las após observarem essa fêmea. Já os indivíduos mais velhos demoraram significativamente mais para começar a utilizar o recurso. Os autores ainda ressaltam que há seleção muito específica dos modelos a serem observados, sendo preferidos os indivíduos da mesma faixa etária ou mais velhos, mas não mais novos, o que poderia explicar o fato dos mais velhos demorarem mais para aproveitar um recurso que começou a ser utilizado por um indivíduo mais novo.

O presente experimento de introdução de uma nova espécie de fruto encapsulado é uma adaptação do experimento de Matsuzawa. O objetivo foi observar quais os primeiros animais a utilizar esse novo recurso alimentar (e seu processo de aprendizagem individual) e acompanhar a dinâmica de disseminação dessa prática no grupo. Os resultados permitiram saber quais classes de indivíduos (sexo/idade) têm mais interesse pelos frutos novos. Além

disso, foi possível determinar quem foram os observadores e suas preferências de modelos observados. Também foram analisadas as possíveis correlações entre *freqüência de observação* (N de observações feitas pelos indivíduos uns aos outros) com a *idade*, *eficiência* (tempo de quebra dos cocos de *Syagrus*), *proficiência* (N de cocos de *Syagrus* quebrados) ou *freqüência de visita dos modelos observados* (N de visita dos modelos observados aos sítios de quebra experimentais).

3.2. Procedimento

O experimento de introdução de novos frutos encapsulados foi realizado de Agosto/2003 até Outubro/2004, com periodicidade de duas vezes por semana. O fruto escolhido para o experimento foi o coco da palmeira indaiá (*Attalea dubia*), mais resistente que a castanha-do-pará e que não ocorre naturalmente na área do PET (Figura 3). Enquanto o jerivá (*S. romanzoffiana*) apresenta frutos secos com aproximadamente 16,1 mm de diâmetro, 20 mm de comprimento e 2,9 mm de espessura da casca, o coco da palmeira indaiá tem, em média, 27,6 mm de diâmetro, 41,1 mm de comprimento e espessura da casca de 5,4 mm, sendo maior e mais resistente que o jerivá.

Figura 3 – (A) Cocos de jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) em diversas fases de maturação (1-verde, 2-maduro e 3-seco); (B) cocos de indaiá (*Attalea dubia*): os dois cocos da esquerda estão parasitados por larvas de besouro, que também são consumidas pelos macacos.

A preparação para as sessões desse experimento consistia em depositar dois cocos de *Attalea* próximos às bigornas, procurando sempre colocá-los antes que qualquer indivíduo chegasse ao local (o que nem sempre foi possível). Durante as primeiras sessões era aguardado que todos os indivíduos se afastassem antes da colocação de novos cocos, mas isso prejudicava o experimento, pois o grupo freqüentemente se afastava e não mais retornava ao local naquele mesmo dia. Decidiu-se então adicionar mais cocos se algum indivíduo se aproximasse da área onde este havia inicialmente pego os primeiros cocos e exibisse comportamento de busca (ficar bípede e olhar para o chão, “varrendo” a área). Os cocos de *Syagrus* estavam sempre disponíveis durante o experimento.

Todas as sessões foram filmadas (inicialmente com câmera VHS e posteriormente em MiniDV) a partir do momento em que algum indivíduo se aproximava dos sítios pelo chão. Era registrado tudo o que esse indivíduo fazia e também se havia algum outro indivíduo observando - e sua distância aproximada. A sessão terminava quando o indivíduo que havia se

aproximado deixava o local sem mexer nos cocos de indaiá ou quando este largava o coco (ou resto de coco quebrado) que havia pego e/ou quebrado. No entanto, se o indivíduo pegasse o coco e saísse do local, ele era acompanhado até largar o fruto, sempre se anotando se houve alguma interação com algum outro indivíduo enquanto o coco estava sendo carregado. Também eram registrados quais indivíduos eventualmente mexiam nos restos de cocos quebrados antes do experimentador recolhê-los.

Na análise do material gravado foi registrado para cada sessão: o indivíduo focal, a ocorrência e o tipo de manipulação do coco (*examinar, carregar, quebrar*), quantas batidas foram necessárias para quebrar o coco, quais os indivíduos que observaram a quebra ou se aproximaram do indivíduo focal enquanto esse consumia o coco aberto, o tempo que o indivíduo levava para pegar o coco (*latência para pegar*) e para golpear o coco após pegá-lo (*latência de quebra*). O intervalo de tempo do primeiro golpe até a quebra do coco foi chamado de *tempo de quebra*.

3.3. Resultados e Discussão

3.3.1. Habituação

Durante as observações na fase anterior aos experimentos (03/2003 à 08/2003), foram registradas as frequências de visita aos Sítios 1 e 2 (Figura 4). Todos os indivíduos (com exceção de um infante) visitaram os sítios experimentais; no entanto, foi baixa a frequência de visitas por infantes e juvenis. Essa baixa participação dos infantes e juvenis poderia ser explicada pela localização dos sítios, que, por estarem em um local mais aberto (por causa das filmagens), não ofereciam tanta proteção, fazendo com que os indivíduos mais jovens não descessem muito ao solo naquele lugar; no entanto, considerando que a maior parte do grupo já visitava frequentemente o local, decidiu-se que o grupo estava bastante habituado aos sítios e os experimentos foram iniciados.

Figura 4 – Frequência de visitas aos Sítios 1 e 2 pelos indivíduos do grupo estudado durante a fase de habituação.

3.3.2. Experimento

Foram realizadas 222 sessões experimentais, de Agosto/2003 a Outubro/2004. Houve uma participação muito grande de Medeiros, que esteve presente em 31,5% das sessões (Figura 5). Em segundo lugar, aparecem Darwin e Químico, cada um presente em 17,1% das sessões. Devido a essa participação intensa de Medeiros, que chegava antes do grupo e quebrava todos os cocos de indaiá - não permitindo que outros tivessem a chance de encontrar os novos cocos - foi feita uma pausa no experimento em Maio/2004 na expectativa de que diminuísse a ocorrência desse comportamento por parte de Medeiros. O experimento foi reiniciado em Julho/2004 sem a presença tão constante de Medeiros.

Figura 5 – Frequência de participação, do número total de sessões, dos indivíduos no Experimento 1.

Em 76,5% (N=170) das sessões, o indivíduo que visitou o sítio apanhou o coco, o quebrou e comeu. Em 14,9% (N=33) das sessões o indivíduo só examinou ou não foi capaz de quebrar o coco. Somente em 8,6% (N=19) das sessões o indivíduo não pegou o coco.

A latência média para pegar o coco foi de 34s e para a quebra do coco, de 21s. No entanto, devido a alguns tempos exageradamente grandes, que ocorriam por motivos que não tinham relação com o experimento (geralmente barulhos que assustavam os animais e estes voltavam para a árvore), essas médias incluíram vários *outliers* e, por causa disso, as médias ficaram muito elevadas, sendo melhor utilizarmos nas análises as medianas: Lat. Peg.=6s e Lat. Quebra=7s. Esses *outliers* foram retirados das amostras na realização das análises estatísticas e dos gráficos desses dados de latência.

O número de batidas dadas pelos indivíduos para quebrar o coco variou de 1 a 31, com média de 3,8 batidas (St. D.= 4,32); no entanto, em 54,2% dos casos, o indivíduo quebrou o coco somente com uma ou duas batidas. Inicialmente esta seria uma medida de eficiência para

determinar a melhora dos indivíduos na quebra do novo coco, no entanto ela pareceu não ser adequada a esta finalidade, uma vez que havia pouca variação entre os indivíduos durante todo o experimento, não sendo possível fazer uma comparação adequada. Decidiu-se então utilizar o tempo de quebra dos cocos, tanto para os cocos de jerivá quanto os de indaiá. A tabela com a média de tempo para cada indivíduo é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Média do tempo necessário para quebra dos cocos de *Syagrus* e *Attalea* por cada indivíduo do grupo.

Indivíduo	Média de tempo de quebra de <i>Syagrus</i> (s)	Média de tempo de quebra de <i>Attalea</i> (s) [#]
Ana	7,24	3 [*]
Bisqüi	5,56	-
Cisca	18,42	16,33
Darwin	5,71	13,40
Davi	6,75	15,85
Edu	10,38	-
Janete	5,10	9,25
Lobato	8,20	-
Medeiros	5,10	15,30
Pedro	4,71	3 [*]
Químico	5,44	17,79
Suspeito	7,77	15,50
Vavá	5,13	10,88
Joaquim	8,89	15,50
TOTAL	6,48	14,42

[#] - Os indivíduos sem valores não participaram do experimento.

^{*} - Apresentam somente um valor.

Os *tempos de quebra* do coco *Attalea* ao longo do experimento foram também analisados para cada indivíduo, como mostram as Figuras 6 a 12.

Figura 6 – *Tempos de quebra* do coco *Attalea*, em segundos, pelo indivíduo Darwin, ao longo do Experimento 1.

Figura 7 – *Tempos de quebra* do coco *Attalea*, em segundos, pelo indivíduo Davi, ao longo do Experimento 1.

Figura 8 – *Tempos de quebra* do coco *Attalea*, em segundos, pelo indivíduo Janete, ao longo do Experimento 1.

Figura 9 – *Tempos de quebra* do coco *Attalea*, em segundos, pelo indivíduo Medeiros, ao longo do Experimento 1.

Figura 10 – *Tempos de quebra* do coco *Attalea*, em segundos, pelo indivíduo Químico, ao longo do Experimento 1.

Figura 11 – *Tempos de quebra* do coco *Attalea*, em segundos, pelo indivíduo Suspeito, ao longo do Experimento 1.

Figura 12 – *Tempos de quebra* do coco *Attalea*, em segundos, pelo indivíduo Vavá, ao longo do Experimento 1.

De acordo com os gráficos acima e as equações de reta, pode-se perceber que os resultados individuais geraram retas quase sem inclinação ou com inclinação decrescente. Os casos com pouca ou sem inclinação mostram que não houve, durante o período, mudança na habilidade de abrir os cocos daqueles indivíduos. Já os casos em que houve queda acentuada (Davi, Químico e Vavá) sugerem uma melhora progressiva na habilidade de abrir o novo coco.

Quando se analisam os dados comportamentais de cada indivíduo separadamente, pode-se ter uma idéia de como cada um progrediu na exploração e consumo desse novo coco. Somente os dados relativos aos nove indivíduos que participaram de mais de cinco sessões serão analisados (Figuras 13 a 21).

Os gráficos das Figuras 13 a 21 apresentam a categoria comportamental *Bater*, que agrupa os comportamentos de Quebra Adequada e Quebra Proficiente.

Figura 13 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Cisca durante as sessões do Experimento 1.

Figura 14 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Darwin durante as sessões do Experimento 1.

Figura 15 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Davi durante as sessões do Experimento 1.

Figura 16 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Janete durante as sessões do Experimento 1.

Figura 17 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Medeiros durante as sessões do Experimento 1.

Figura 18 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Químico durante as sessões do Experimento 1.

Figura 19 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Suspeito durante as sessões do Experimento 1.

Figura 20 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Vavá durante as sessões do Experimento 1.

Figura 21 – Frequência acumulada dos comportamentos apresentados por Vitor durante as sessões do Experimento 1.

Darwin, Davi, Suspeito, Vavá e Cisca apresentaram uma evolução semelhante na exploração e uso do novo fruto: nas primeiras sessões, há várias ocorrências do comportamento de não pegar o fruto; subseqüentemente, houve uma diminuição na frequência desse comportamento e um aumento na frequência de quebra do fruto. No entanto, há diferenças individuais. No caso de Davi e Darwin, eles primeiro não interagiam com os cocos, depois passaram a examiná-los e só mais tarde tiveram sucesso na quebra. Analisando as primeiras participações desses indivíduos (Tabela 5) é possível notar que eles passaram a quebrar cocos de indaiá somente após observar outro sujeito manipulando estes cocos, sendo que antes, o ignoravam. O mesmo aconteceu com Cisca e Ana.

Tabela 5 - Indivíduos que observaram manipulação e quebra de cocos de indaiá antes de ter sucesso na sua quebra.

Indivíduo	1ª observação de manipulação de indaiá por outros indivíduos	1ª quebra indaiá	Nº de contatos com cocos (ou restos) antes da 1ª quebra	Nº de observações antes da 1ª quebra
Ana	31/10/2003 – 8:36	17/02/2004 – 10:54	0 (coco)	5
Darwin	19/11/2003 – 10:53	19/11/2003 – 11:09	1 (coco)	1
Davi	15/01/2004 – 12:29	30/01/2004 – 8:32	2 (coco)	2
Cisca	17/08/2004 – 11:16	22/09/2004 – 12:03	1 (coco)	2

Suspeito, Vavá e Cisca apresentaram um padrão um pouco mais “abrupto” de aprendizagem, uma vez que inicialmente ignoravam estes cocos e subitamente passam a consumi-los. No caso de Cisca, houve observação do processamento dos cocos de indaiá por coespecíficos antes da quebra, podendo ter ocorrido aprendizado por observação na utilização desse novo recurso, mas o mesmo não aconteceu com Suspeito e Vavá, que, além disso, não exploraram sítios com restos de cocos antes de suas primeiras quebras.

Medeiros, Químico e Janete não apresentaram grandes mudanças em sua interação com os cocos de indaiá ao longo do experimento. Desde o início de suas participações, eles abriram e consumiram os cocos, sem apresentar os comportamentos de examinar o fruto. No caso de Medeiros (esse animal é um dos mais velhos do grupo, não nasceu no Parque e não sabemos sua origem) e Janete (um indivíduo adulto que provavelmente nasceu no Parque), existe a possibilidade de que eles já houvessem entrado em contato prévio com esse fruto ou outros parecidos, o que explicaria a rápida utilização do recurso. O caso de Químico é diferente, ele nasceu no grupo e nunca teve contato com esse fruto, entretanto apresentou o mesmo padrão de Medeiros e Janete. A hipótese de que ele tenha visto algum outro macaco quebrando cocos de indaiá não se aplica, pois ele foi o primeiro sujeito ativo do experimento e já quebrou estes cocos nessa ocasião, não havendo oportunidade ou necessidade de aprendizagem social. Talvez a semelhança entre os dois cocos seja muito grande, apesar da

diferença de tamanho, e esse sujeito tenha prontamente generalizado o seu uso como alimento. A mesma explicação poderia se aplicar a Medeiros e Janete.

Vitor, o mais jovem desses indivíduos, não apresentou comportamento de quebra, somente de exame dos novos cocos. No entanto, isso era esperado, uma vez que nunca foi observado quebrando nenhum tipo de coco até seu desaparecimento, com 2 anos e 3 meses de idade.

A *latência de quebra*, nas análises que se seguem, se refere ao início da atividade, ou seja, ao tempo entre pegar o coco e o golpear com o martelo (havendo quebra ou não). Ela foi analisada por indivíduo e está representada nos gráficos das Figuras 22 a 27. Através dessa análise pode ser verificado se houve aceitação do novo fruto como recurso a ser adquirido através da sua abertura, indicada pela diminuição das *latências de quebra*.

Figura 22 – *Latência de quebra* dos cocos de indaiá para o indivíduo Darwin ao longo do Experimento 1.

Figura 23 – *Latência de quebra* dos cocos de indaiá para o indivíduo Davi ao longo do Experimento 1.

Figura 24 – *Latência de quebra* dos cocos de indaiá para o indivíduo Medeiros ao longo do Experimento 1.

Figura 25 – *Latência de quebra* dos cocos de indaiá para o indivíduo Químico ao longo do Experimento 1.

Figura 26 – *Latência de quebra* dos cocos de indaiá para o indivíduo Suspeito ao longo do Experimento 1.

Figura 27 – *Latência de quebra* dos cocos de indaiá para o indivíduo Vavá ao longo do Experimento 1.

Como pode ser visto nos gráficos anteriores, as latências de Darwin e Medeiros (Figuras 22 e 24) permaneceram bastante homogêneas e constantes. Nesses casos parece que não houve grandes mudanças na latência durante o experimento.

Químico, Suspeito e Vavá (Figuras 25 a 27) tiveram alguns tempos de latência altos no início do experimento, que são referentes aos primeiros contatos com o novo fruto onde o tempo examinando-o era grande. No entanto, há um rápido decréscimo nesses valores, que então permanecem mais baixos, mostrando que eles passaram a tentar quebrar os novos cocos mais rapidamente após as primeiras sessões, o que poderia ser decorrente, também, de uma rápida habituação ao fruto. E como na análise dos *tempos de quebra* (Figuras 6 a 12) foi verificado que esses indivíduos quase não apresentaram variações durante o período, isso seria um indicativo de que não teria havido aperfeiçoamentos significativos na técnica da quebra de cocos. O que provavelmente ocorreu foi o reconhecimento do novo coco como alimento pelos macacos, o que no caso desses indivíduos teria resultado de um processo de

aprendizagem individual, uma vez que eles não observaram outros indivíduos consumindo este coco antes de começar a fazê-lo também.

3.3.3. Observação

Na análise geral dos dados de observação da quebra de cocos por coespecíficos, é possível notar que alguns indivíduos foram mais observados durante a quebra do que outros, como mostra o gráfico da Figura 28. Suspeito foi o sujeito mais observado durante o experimento, com uma média de 1,26 indivíduos observadores por sessão. É interessante notar que os três indivíduos com as maiores frequências como alvos de observação são machos adultos, o que é ligeiramente diferente do gráfico de frequência de participação no experimento (Figura 5), onde os juvenis Darwin e Químico são os mais constantes participantes após Medeiros.

Figura 28 – N médio de observadores por sessão do experimento, para cada indivíduo-alvo.

A frequência de observação por cada indivíduo (como observador) é mostrada na Figura 29. Note-se que o principal observador é Vitor, um juvenil macho, seguido pelos também juvenis Darwin e Químico. Uma comparação dessas informações com as do gráfico anterior sugere que os papéis de observador e observado tendem a estar associados a diferentes faixas etárias.

Figura 29 – Frequência de episódios de observação da quebra de cocos para cada indivíduo observador.

Os dados de observação da quebra de cocos por coespecíficos, na forma de árvores de caminhos mais curtos, estão apresentados na Figura 30. Essas árvores têm raízes destino: o indivíduo na raiz da árvore é aquele observado pelos outros que estão ligados a ele. O tamanho da flecha quantifica a relação: quanto menor a flecha, mais observações ocorreram. A partir disso pode-se analisar quais os indivíduos mais observados e por quem (as árvores de todos os indivíduos, como raízes fonte e destino, estão nos Anexos D e E).

Figura 30 – Árvores de Caminho mais Curto, com raiz destino. Estão apresentados todos os indivíduos que foram observados durante o Experimento. Os arcos representam a frequência de ocorrência do comportamento; quanto mais curtos mais frequentemente ocorreu o comportamento e mais aquele sujeito na base da flecha observou coespecíficos.

Nessas árvores, é possível notar que Davi, Darwin, Medeiros e Suspeito foram os mais observados; no entanto, Medeiros é o que tem as relações mais fortes com seus observadores, ou seja, ele foi muito observado por aqueles indivíduos socialmente ligados a ele. Isso fica mais claro quando se analisa a relação da soma dos tamanhos dos arcos (as flechas que representam a quantidade de observação) de cada árvore dividida pelo número de arcos, ou seja, o número de indivíduos que observam (Tabela 6): quanto menor o valor, mais os indivíduos foram observados.

Tabela 6 – Valores das árvores de caminho mais curto de cada indivíduo. Soma do tamanho dos arcos, número de arcos, a relação da soma dos arcos dividida pelo número de arcos e o “ranking” de cada indivíduo nessa relação.

Indivíduos	Soma dos arcos	Numero de arcos	Tamanho/N	Ranking
Medeiros (Md)	1,6792	7	0,2399	1º
Cisca (Cc)	0,8333	2	0,4167	2º
Davi (Dv)	3,8092	8	0,4762	3º
Químico (Qm)	2,6666	4	0,6667	4º
Darwin (Dw)	4,7333	7	0,6762	5º
Vavá (Vv)	2,2	3	0,7333	6º
Janete (Jn)	1,5	2	0,7500	7º
Suspeito (Sp)	8,5	11	0,7727	8º
Ana (Aa)	1	1	1,0000	9º

Pode-se notar que os indivíduos com menor valor são aqueles com as maiores árvores (em número de ramos); a exceção é Cisca, que obteve com um valor baixo, apesar de sua árvore pequena, devido às muitas observações que recebeu de Cláudia (Cd), sua filha.

Para determinar se os indivíduos mais observados são também os que mais participaram do experimento ou se há alguma outra variável, tal como *proficiência* ou *eficiência de quebra*, que explique essa diferença de observações, foram feitas análises de correlação da matriz de *observação* (número de vezes que um sujeito observou os outros / foi observado) com as matrizes das outras variáveis. Não foi encontrada uma correlação significativa entre *frequência de participação* no experimento e observação, somente uma tendência (Tau Kr_{xyz} Parcial=0,225 Pr=0,0535). As correlações de *observação* com *idade* não foram significativas (Tau Kr_{xyz} Parcial=0,104 Pr=0,2284), mostrando que esse fator não afeta significativamente a escolha de modelos para observação. Também não foram encontradas correlações entre *observação* e *eficiência* (Tau Kr_{xyz} Parcial= -0,102 Pr=0,7661) e *observação* e *proficiência* (N de cocos de *Syagrus* quebrados pelos indivíduos durante o experimento – v. rankings no Anexo A) - Tau Kr_{xyz} Parcial=0,092 Pr=0,2799.

Até o momento, foram observadas algumas diferenças em relação aos experimentos com chimpanzés (Matsuzawa, 1994; Biro et al., 2003), pois neles os chimpanzés observavam preferencialmente os mais velhos ou de mesma faixa etária, diferente dos macacos-prego nesse experimento, que não apresentaram uma escolha baseada na idade. Esse resultado é condizente com o relatado para esse grupo por Ottoni et al. (2005), que também não encontraram essa correlação entre idade e observação nesse mesmo teste.

A correlação entre *proficiência* e observação de coespecíficos que foi relatada para esse grupo no estudo de Ottoni et al. (2005), não foi observada aqui. Essa diferença pode ser pela diferença metodológica, pois no estudo de Ottoni et al. as medidas de *proficiência* eram

feitas com dados de presença de quebra por episódio, mas sem contabilizar os cocos. No presente estudo as medidas foram feitas pelo N de coco quebrado por episódio. Outra diferença são as mudanças que ocorreram nos integrantes do grupo (mortes, nascimentos, crescimento), o que pode ter modificado os resultados. De qualquer modo, nesse estudo os indivíduos parecem escolher como alvo para observação aqueles que estão mais freqüentemente nos sítios de quebra, pois foi a única correlação que, apesar de não significativa, foi bem próxima desse limite ($p=0,0535$).

A transmissão do comportamento de quebra e consumo de novos frutos não foi tão clara como nos estudos com chimpanzés. No presente caso, alguns indivíduos utilizaram o novo alimento sem observar diretamente ou ser influenciado pelas ações de outros indivíduos utilizando o recurso. Mas houve eventos em que essa influência pareceu ocorrer, como no caso de Cisca, não podendo ser descartada a aprendizagem social nesse caso.

Uma pergunta a ser feita aqui seria se os indivíduos precisaram aprender uma técnica para quebrar ou se foi necessário somente reconhecer o novo fruto como alimento. Como a mecânica da quebra dos dois frutos não parece diferir muito (exceto, talvez, pela maior força necessária para a quebra do fruto de *Attalea*) e todos os indivíduos que passaram a consumir o coco de *Attalea* já quebravam o *Syagrus*, a segunda explicação parece ser a mais apropriada. Os indivíduos que não sofreram influência de outros (Químico, Suspeito, Janete e Medeiros) provavelmente aprenderam sobre o novo coco generalizando a partir do coco já conhecido. Já nos casos em que os indivíduos observaram outros consumindo o coco de *Attalea* ou tiveram contato com restos antes de realizar a primeira quebra (Tabela 5), apesar de também se encaixarem na explicação anterior, podem igualmente ter utilizado o mecanismo de *realce de estímulo*: o indivíduo pode ter ouvido os barulhos de quebra ou observado outro mexendo no novo fruto e ter sido atraído para o coco inteiro, levando esse indivíduo a interagir com o novo fruto ou, no caso dos cocos já quebrados, além de interagir com os restos de coco, ser

reforçado pelos restos comestíveis a voltar àquele local onde estavam os novos frutos e a partir disso ter aprendido individualmente sobre o novo coco.

Outro processo que pode ter ocorrido ao mesmo tempo é a facilitação social, da mesma maneira que nos experimentos realizados por Visalberghi e Addessi (2000) e Addessi e Visalberghi (2001), onde os macacos-prego comiam mais os alimentos novos (coloridos artificialmente) quando estavam com o grupo e mais ainda quando os outros indivíduos estavam comendo (tanto o alimento novo quanto o já conhecido) do que quando estavam sozinhos.

O que parece claro é que houve muita facilidade no início do consumo do novo coco, provavelmente em função da similaridade deste coco com o já consumido pelo grupo e que não houve muitas observações antes do início do consumo dos novos cocos pelos sujeitos que já quebravam os cocos de *Syagrus* proficientemente. Tudo isso favorece as explicações baseadas no realce de estímulo e na generalização do coco de *Attalea* a partir do de *Syagrus*, que permitiu aos indivíduos rapidamente reconhecer um novo fruto encapsulado como e fonte de alimento e passar a utilizá-lo.

4. Experimento 2 - Escolha de martelos em função do peso/tamanho

4.1. Introdução

A escolha das ferramentas é uma tarefa essencial na otimização de seu uso. É necessário escolher adequadamente a ferramenta (e/ou modificá-la) de acordo com o objetivo desejado. A escolha da ferramenta adequada pode se dar por tentativa-e-erro, onde o indivíduo as experimenta até achar uma que funcione para aquele objetivo, ou por aprendizagem observacional do comportamento de coespecíficos. Além disso, existe também a questão da eficiência, pois uma ferramenta pode ser funcional, mas não necessariamente a mais eficiente daquelas disponíveis para a tarefa.

Várias observações naturalísticas e experimentos já foram feitos sobre a escolha de ferramentas por animais. Chappell e Kacelnik (2002, 2004) realizaram experimentos que verificaram a existência de escolha de ferramentas por corvos da Nova Caledônia. Os corvos selecionavam ativamente as ferramentas pelo tamanho e diâmetro das varetas disponíveis já na primeira exposição à tarefa de empurrar um pedaço de alimento para fora de um tubo transparente, escolhendo somente aquelas adequadas para a extração da recompensa.

Anderson e Henneman (1994) descobriram que macacos-prego em cativeiro escolhem varetas de diâmetro apropriado para tirar mel de uma caixa; além disso, em outro experimento, quando as varetas apropriadas não estavam presentes, os macacos modificaram as mais grossas, mordendo-as e deixando-as mais finas e utilizáveis. Por outro lado, Visalberghi (1990) não achou evidências de escolha de ferramentas adequadas na tarefa que consistia em escolher uma ferramenta (entre uma variedade de opções não funcionais) para penetrar um tubo transparente que continha alimento no meio e assim empurrá-lo para fora.

Na escolha de martelos para a quebra de cocos algumas variáveis físicas são primariamente importantes: o peso/tamanho, o formato e o material. O peso/tamanho tem que ser consistente com a força que será necessária para a quebra do coco, sendo que para cocos

mais resistentes uma ferramenta mais pesada será necessária. Por causa do modo como os macacos-prego quebram os cocos - geralmente pegando a pedra com as duas mãos, levantando-a acima da cabeça e golpeando o coco - essa variável é bastante importante, pois, dependendo do coco, a pedra terá que ser maior/mais pesada para haver a ruptura da casca. O formato influencia a possibilidade de se acertar o coco adequadamente durante a batida, e os martelos geralmente têm uma face mais plana que é utilizada como superfície de contato durante a batida, diminuindo a probabilidade do coco ser deslocado por causa de uma batida mal aplicada; além disso, o formato também afeta a capacidade do animal de manipular o martelo. O material do martelo é importante para que a ferramenta resista às batidas durante a quebra.

Nesse experimento foi analisado o efeito da variável peso/tamanho sobre as escolhas dos martelos para a quebra de cocos pelos animais, enquanto as outras variáveis mencionadas (forma e material) foram mantidas constantes.

4.2. Procedimentos

Os locais e medidas dos sítios experimentais, assim como as bigornas, foram os mesmos anteriormente descritos (v. seção 2.2); somente os martelos fornecidos foram diferentes.

Os martelos potenciais foram confeccionados em granito, com formato quadrado, espessura de 2,2 cm e pesos diferentes (Figura 31). Os pesos, dimensões e a designação dos martelos estão indicados na Tabela 7.

Tabela 7 – Os pesos, medidas e designações dos martelos artificiais do experimento de escolha de martelos pela variável peso.

Designação no experimento	Peso	Dimensões
#1	300g	5,1x5,1cm
#2	600g	7,3x7,3cm
#3	900g	9x9cm
#4	1300g	10,8x10,8cm
#5	1700g	12,9x12,9cm

Figura 31 – Martelos de granito oferecidos aos sujeitos do Experimento 2: os números indicam o tamanho do martelo, seu peso e sua designação no experimento.

As sessões experimentais foram realizadas de Agosto/2003 a Agosto/2004. Em cada sessão, os martelos eram posicionados entre as duas bigornas (Figura 32), sendo sua ordem determinada por sorteio prévio entre todas as 120 combinações possíveis. Cerca de 15-20 cocos de *Syagrus* eram fornecidos inicialmente e repostos entre as sessões, se necessário, colocados entre as bigornas junto aos martelos.

Figura 32 – Posicionamento dos martelos (quadrados) e bigornas (hexágonos) nas sessões do Experimento 2.

Uma sessão era iniciada quando um indivíduo se aproximava dos sítios (± 5 m), sendo filmada continuamente até o fim da sessão – definido como sendo o momento em que o indivíduo deixava o sítio sem mexer nos martelos, ou quando escolhia um dos martelos e o levava até o sítio, usando-o ou não. Era registrado qual o martelo escolhido, além do sucesso, ou não, da quebra – caso essa ocorresse. A eficiência dos martelos foi verificada pelo número de batidas utilizadas para quebrar os cocos em todos os episódios de uso desses martelos experimentais, independente de se tratar de uma sessão do experimento ou não (no caso de uma sessão já iniciada ou finalizada nas quais os martelos não estavam em suas posições iniciais mas foram utilizados para quebrar).

4.3. Resultados e Discussão

Foram realizadas 169 sessões desse experimento. As participações individuais nas sessões foram condizentes com o esperado a partir das observações prévias: os adultos, subadultos e juvenis mais velhos participaram de um número muito maior de sessões (Figura 33). As exceções foram Bisqüi, Física e Ana, todos adultos, mas que pouco participaram do experimento. Bisqüi morreu no começo da coleta de dados. Física é o único indivíduo adulto do grupo que nunca foi visto utilizando ferramentas no período do experimento (só existem dois registros de quebra adequada para essa fêmea, feitos por Mannu, 2002), ela somente come restos de cocos quebrados por outros indivíduos, conseqüentemente só se dirigia aos sítios experimentais quando havia outro macaco quebrando cocos ou logo após. Ana, apesar de ser uma quebradora de cocos proficiente, não o fazia freqüentemente, tanto nesse experimento como nas observações prévias e no experimento anterior. Sendo assim, sua baixa participação provavelmente se deve a características individuais como a quebra de cocos infreqüente ou o medo e evitação do local.

Figura 33 – Participação dos indivíduos no Experimento 2 (escolha de martelos).

Dessas 169 sessões, em 126 (74,6%) foi observado o uso proficiente do martelo e conseqüente quebra do coco de jerivá. Analisando somente estas sessões (Figura 34) notamos que quase não há mudança na participação dos indivíduos, com exceção de Medeiros, que apesar de ser um dos mais proficientes quebradores de cocos e um ativo participante do Experimento 1 (introdução de novos cocos, v. Cap. 3), não utilizou muito os martelos de granito, ignorando-os na maioria das vezes. Talvez justamente por ser um dos mais eficientes quebradores de cocos, ele seja extremamente seletivo na escolha dos martelos e por isso pouco utilize os martelos de granito, bastante diferentes das pedras utilizadas em situação natural.

Figura 34 – Participação de indivíduos que utilizaram os martelos fornecidos e quebraram cocos no Experimento 2 (escolha de martelos).

A escolha dos martelos pelo peso/tamanho e pela posição, nos casos em que houve quebra, é mostrada nas Figuras 5 e 6. As posições dos martelos foram numeradas de 1 a 5, a partir do martelo mais distante da câmera (Figura 32).

Figura 35 – Porcentagem de escolha de cada martelo pelos indivíduos do grupo no Experimento 2.

Figura 36 – Porcentagem de escolha das posições dos martelos pelos indivíduos do grupo no Experimento 2.

Os gráficos com as escolhas dos martelos pelo peso/tamanho e pela posição para cada indivíduo são mostrados nas Figuras 37 e 38, respectivamente.

Figura 37 - Frequência absoluta de escolha de cada martelo pelos indivíduo no Experimento 2.

Figura 38 - Frequência absoluta de escolha dos martelos de acordo com as posições pelos indivíduos no Experimento 2.

Foram realizados testes χ^2 nos dados de cada indivíduo, tanto para a escolha dos martelos pelo tamanho/peso como pela posição do martelo. No entanto, essa análise foi realizada somente com os dados de Darwin, Químico, Joaquim e Lobato, pois eram os únicos que apresentavam um N suficiente de sessões para a realização do teste.

Uma preferência significativa pela posição dos martelos foi verificada para Químico ($\chi^2=11,636$; $df=4$; $\alpha=0,019$), que exibiu uma preferência pelos martelos mais centrais (Figura

38). Darwin apesar de não apresentar diferença significativa, exibiu uma tendência para preferência pelos martelos mais centrais ($\chi^2=7,758$; $df=4$; $\alpha=0,10$). Joaquim e Lobato não apresentaram diferenças significativas para escolha pela posição dos martelos.

O fato dos juvenis (Químico e Darwin) pegarem os martelos mais centrais - mais próximos das bigornas (Figura 39), pode ser um indicativo de que a o viés de se pegar o martelo mais próximo ocorre na escolha dos martelos pelos juvenis, que, apesar disso, escolheram significativamente mais o martelo #4 (ver adiante). Já o adulto faz sua escolha baseada no tamanho da ferramenta, não havendo, nesse caso, o viés para o martelo mais próximo (Figura 40), levando a crer que com a idade surge um padrão mais definido de preferências pelas características físicas dos martelos.

Figura 39 – Frequência de escolha dos martelos de acordo com as posições pelos indivíduos juvenis no Experimento 2.

Figura 40 – Frequência de escolha dos martelos de acordo com as posições pelos indivíduos adultos/subadultos no Experimento 2.

Pelos gráficos gerais (Figuras 41 e 42) e individuais (Figuras 37 e 38) de escolhas de peso/tamanho é possível notar uma diferença na preferência pelos martelos nessa variável. E houve diferença significativa na quantidade de escolha dos cinco martelos nos quatro indivíduos analisados, Darwin ($\chi^2=18,667$; $df=4$; $\alpha=0,001$), Químico ($\chi^2=23$; $df=4$; $\alpha<0,0001$), Joaquim ($\chi^2=15,875$; $df=4$; $\alpha=0,003$) e Lobato ($\chi^2=14,778$; $df=4$; $\alpha=0,006$),

mostrando que havia algum martelo preferido. Na análise geral o martelo mais escolhido foi o #4 (1300g), em 34,3% das vezes. E os juvenis escolheram o martelo #4 em 50% das sessões, como mostra a Figura 41.

Figura 41 – Frequência de escolha de cada martelo pelos indivíduos juvenis no Experimento 2.

Figura 42 – Frequência de escolha de cada martelo pelos indivíduos adultos/subadultos no Experimento 2.

Para avaliar se o martelo #4 (1300g), mais escolhido, era o mais eficiente, foram analisados os dados de eficiência, ou seja, quantas batidas foram necessárias para quebra com cada martelo, sendo esses dados divididos também por faixa-etária (Tabela 8) e por indivíduo (Tabela 9).

Tabela 8 – Média e desvio padrão do número de batidas para a quebra do coco de *Syagrus* sp com cada martelo do experimento.

Martelo	Adultos/Subadultos		Juvenis		Total	
	Média de batidas para quebrar o coco	Desvio Padrão	Média de batidas para quebrar o coco	Desvio Padrão	Média de batidas para quebrar o coco	Desvio Padrão
#1	3,18	1,991	2,33	0,577	3,00	1,797
#2	3,24	2,658	3,59	2,123	3,41	2,376
#3	1,62	0,958	2,07	1,307	1,76	1,093
#4	1,49	0,784	1,74	1,110	1,59	0,944
#5	1,41	0,657	1,63	1,064	1,47	0,792
TOTAL	1,61	1,092	1,92	1,333	1,72	1,193

Tabela 9 – Média e desvio padrão do número de batidas para a quebra do coco de *Syagrus* sp com cada martelo do experimento para cada indivíduo do grupo estudado.

Indivíduo	Martelo	Média de batidas para quebrar o coco	Desvio Padrão
Darwin	#1	2,33	0,577
	#2	3,59	2,123
	#3	1,85	1,047
	#4	1,70	1,084
	#5	1,41	0,665
Davi	#1	2,56	1,590
	#2	1,86	1,069
	#3	1,25	0,577
	#4	1,06	0,232
	#5	1,22	0,417
Janete	#3	1,20	0,422
	#4	1,44	0,527
	#5	1,56	0,726
Medeiros	#1	6,00	-
	#2	5,00	1,414
	#3	3,00	-
	#4	1,50	0,548
	#5	2,58	0,707
Químico	#3	4,00	2,000
	#4	1,85	1,199
	#5	2,06	1,526
Suspeito	#1	6,00	-
	#2	4,00	2,000
	#3	1,75	1,500
	#4	1,37	0,597
	#5	2,00	0,707
Vavá	#2	1,00	0
	#3	1,25	0,622
	#4	1,29	0,488
	#5	1,44	0,726
Joaquim	#3	2,14	1,464
	#4	1,97	0,999
	#5	1,74	0,964
Lobato	#2	6,00	4,583
	#3	2,31	0,947
	#4	1,58	0,902
	#5	1,29	0,529
TOTAL		1,72	1,193

Foi encontrada uma diferença significativa no número de batidas necessárias para quebra com os martelos experimentais (ANOVA $f=28,286$ $df=564$ $p<0,0001$), e testes *post hoc* (Tukey HSD e Bonferroni) mostraram que há uma divisão em dois grupos: os martelos #1

e #2 formam o primeiro e os martelos #3, #4 e #5 o segundo, sendo que esses últimos apresentaram as menores médias de batidas para quebra, sendo, portanto, mais eficientes. Olhando as médias e o desvio, o #5 é o mais eficiente uma vez que requer menos batidas para realizar a quebra e tem uma variância menor. No entanto, levando em conta que ele é o mais pesado e estatisticamente não existe diferença entre os martelos #3, #4 e #5, o martelo #3 seria o mais eficiente por ser mais leve, e com isso demandar menos energia para sua utilização.

Quando os dados foram separados entre adultos/subadultos e juvenis, os testes mostraram que, tanto para os adultos quanto para os juvenis, os martelos ficam significativamente divididos nos mesmos grupos da análise conjunta: um grupo formado pelos martelos #1 e #2 e outro pelos #3, #4 e #5 (Juvenis - ANOVA $f=9,176$ $df=203$ $p<0,0001$; Adultos - ANOVA $f=20,218$ $df=362$ $p<0,0001$ – *post hoc* Tukey HSD e Bonferroni). Por esses resultados é possível determinar que o martelo #3 seria o mais eficiente dentre os três maiores, tanto para os juvenis quanto para os adultos/subadultos, devido a seu menor peso.

Quando são comparados os dados de Juvenis e Adultos/Subadultos, nota-se que os valores das médias do número de batidas para quebrar o coco são menores para os adultos ($t=2,948$ $df=560$ $p=0,003$), o que era esperado uma vez que os juvenis tendem a ser menos proficientes e consistentes na quebra. Isso fica mais evidente ainda na correlação negativa (Spearman $\rho = -0,216$; $p<0,0001$) entre batidas e faixa etária, ou seja, quanto mais velho o animal, menos batidas ele dá para quebrar os cocos.

A correlação entre a seletividade de cada indivíduo (mensurada pela variância na frequência de escolha dos martelos) e a proficiência (N de cocos de *Syagrus* quebrados com martelos naturais no Exp. 1/N de episódios) não foi significativa (Spearman $\rho = -0,071$; $p=0,867$). Também não houve correlação significativa entre seletividade e eficiência do indivíduo (tempo de quebra de *Syagrus*, v. Exp. 1) – Spearman $\rho = 0,036$; $p=0,933$).

Os resultados mostraram que há uma escolha de ferramentas para a quebra de cocos pelos macacos-prego com relação ao peso destas. Todas as pedras foram utilizadas e foram eficientes pelo menos uma vez. No caso da pedra #1 (300g), que era supostamente inadequada para a quebra, ela foi escolhida e utilizada somente uma vez com sucesso nas sessões do experimento e mesmo assim por um indivíduo muito proficiente (Medeiros) e que, segundo Mannu (comunicação pessoal), sempre pareceu ter uma preferência por martelos muito menores que os dos outros macacos.

As preferências por martelos dos juvenis e dos adultos não foram muito diferentes, apesar dos últimos escolherem o martelo mais pesado (1700g) mais vezes que os juvenis. Provavelmente isso se deve ao maior tamanho dos adultos, que por essa razão não tinham tanta dificuldade para carregá-lo como parece ter ocorrido com os juvenis. No entanto, o martelo mais escolhido não foi o mais eficiente segundo as análises, o que pode ser consequência de um custo pequeno para a utilização de um martelo grande ou, por outro lado, da pouca limitação de alimento (e conseqüentemente de disponibilidade de energia) pelos indivíduos do grupo estudado, ou ainda porque a eficiência do martelo não é a única variável relevante para a escolha desse, podendo haver influências de fatores como facilidade de manuseio ou maior facilidade para acertar o coco com martelos maiores.

A maior diferença entre as faixas etárias se deu na posição dos martelos escolhidos, sendo que os juvenis pegavam os martelos em posições mais próximas às bigornas (apesar de escolherem os maiores/mais pesados – martelos 4 e 5), enquanto os adultos não apresentaram esse padrão. Obviamente pegar um martelo mais próximo por si só não é uma escolha, mas uma falta dela, pois o indivíduo está somente fazendo o mais econômico. Os adultos deixam algumas vezes de fazer essa economia para escolher um martelo que está mais distante, mas que pode ser mais eficiente. Já os juvenis, na maioria das vezes, só vão fazer a escolha entre os martelos que estão próximos, ignorando os mais distantes.

Apesar das diferenças mostradas, todos os indivíduos já proficientes na quebra escolheram adequadamente entre os martelos novos para realizar a tarefa, mostrando capacidade de escolha de ferramentas adequada mesmo em um material e formato diferentes daqueles utilizados naturalmente.

5. Experimento 3 - Transporte de martelos

5.1. Introdução

O transporte de ferramentas até o lugar adequado para sua utilização é essencial em muitos casos de uso de ferramentas em primatas, como, por exemplo, a “pesca” de cupins por chimpanzés, na qual os indivíduos precisam fazer as ferramentas, longas varetas, a partir de certa planta que normalmente está distante do cupinzeiro e depois levar até este para utilizá-la (McGrew, 1974; McBeath & McGrew, 1982). Do mesmo modo, a quebra de cocos pode exigir o transporte de pedras por longas distâncias até uma bigorna adequada, o que também já foi descrito para chimpanzés em vida livre (Boesch & Boesch, 1984). Mas, uma vez transportadas, as pedras podem ser reutilizadas diversas vezes no local, enquanto que as varetas geralmente só são utilizadas uma vez. O transporte de ferramentas, quando seu local de utilização é distante, exige certa previsão do uso da ferramenta quando o transporte começa de um local em que não há visão do destino final.

Jalles-Filho et al. (2001) realizaram um experimento com um grupo de macacos-prego em cativeiro em uma ilha, no qual os macacos tinham inicialmente, durante 10 minutos, pedras e cocos juntos à sua disposição para realizar a quebra; após isso, havia uma sessão de duas horas com uma caixa de acrílico com maisena dentro, junto com pedras para quebrar a caixa. Depois de mais uma sessão com as pedras e os cocos, eles eram apresentados, durante duas horas, a uma situação com a caixa de acrílico e as pedras a 15 metros dali; e por fim, eles eram apresentados a uma situação com pedras e cocos a 15 metros um do outro. Os indivíduos não transportaram as pedras em nenhum dos casos (com uma exceção na última situação apresentada), e, no último caso, ocorreu somente o transporte dos cocos até as pedras. A partir disso os autores concluem que os macacos-prego não realizaram as fases necessárias para completar a tarefa apresentada, que são: (1) busca pela pedra, (2) transporte da mesma e (3) seu uso como ferramenta.

Apesar dos macacos terem transportado os cocos até as pedras, os autores consideram que isso não implica em representação mental (Fases 1 e 2) porque a fonte de alimento (coco), que é o objetivo da tarefa, permanece em contato com o sujeito, fazendo com que não tenha a necessidade de ter um modelo de representação para realizar a tarefa, podendo simplesmente ser por tentativa-e-erro.

Jalles-Filho et al. (2001) propõem como hipótese para a não-ocorrência do transporte de ferramentas (mas sim a de cocos) a pressão social exercida pelos outros indivíduos do grupo, que seriam uma ameaça, pois poderiam pegar o alimento deixado de lado para o transporte de ferramentas, desfavorecendo assim a ocorrência do transporte de ferramentas.

Cleveland et al. (2004) também fizeram um experimento de transporte de ferramentas com macacos-prego em cativeiro, no qual era oferecida aos sujeitos uma caixa com melado com uma pequena abertura no topo e varetas de 15 cm para alcançar o alimento. Essas varetas foram inicialmente colocadas junto à caixa, depois a 5 metros e em outra sessão, a 11 metros com uma barreira visual entre a vareta e o aparato. Eles observaram que os macacos prontamente transportaram a ferramenta para o aparato e a utilizaram para pegar o alimento, em todas as situações. Os autores fizeram ainda mais um experimento, desta vez com um aparato de quebra de cocos, além da caixa de melado. Somente uma das caixas colocadas continha alimento em cada sessão. Fora de visão, a 11 metros, eram disponibilizados varetas e martelos para que os macacos escolhessem e transportassem ao local de uso. No caso das varetas houve sucesso pelos sujeitos, mas no caso das pedras raramente houve transporte. Esse resultado é consistente com aquele de Jalles-Filho et al. (2001) e os autores discutem que isso pode ser em consequência do custo de se transportar uma pedra ao invés de varetas e o risco de se perder o alimento enquanto se faz isso, sendo que provavelmente é mais vantajoso transportar o coco até a ferramenta. No entanto os autores não acreditam que falem ao macaco-prego habilidades cognitivas para o transporte de ferramentas, mas sim que isso é

uma consequência de decisões ecológicas baseadas na disponibilidade de alimento, custos fisiológicos do transporte e custos de deixar o alimento desprotegido enquanto pega a ferramenta. Outro caso é o relatado por Mannu e Ottoni (2005) nas quais as varetas utilizadas pelos macacos-prego sempre são transportadas até o local, pois geralmente são utilizadas para retirar larvas ou outros alimentos de dentro de cavidades fixas, não restando outra alternativa senão o transporte das ferramentas, enquanto que no caso das pedras e frutos encapsulados estes últimos também podem ser transportados até a ferramenta.

Fragaszy et al. (2004), relataram o uso de ferramentas para quebra de cocos por macacos-prego selvagens nos topos de morros nos quais só ocorrem naturalmente pedras de arenito, que não são adequadas como martelos por sua fragilidade. No entanto, nesses morros ocorrem sítios de quebra com martelos de seixos (adequados para quebra), sugerindo a ocorrência de transporte dessas pedras (talvez por grandes distâncias) até as bigornas.

Neste experimento de transporte de cocos observamos se ocorre busca, transporte e uso de martelos quando estes não se encontram disponíveis junto à bigorna (mas com os cocos ali disponíveis) e os efeitos da distância entre a bigorna e os martelos potenciais disponíveis sobre esta atividade. Este experimento visa compreender melhor o grau de planejamento ou antecipação envolvido no comportamento de quebra de cocos. Uma vez que esse experimento entrava em conflito com os anteriores, pois exigia tornar o sítio de quebra menos atrativo, ele foi realizado somente após o término daqueles.

5.2. Procedimentos

Para examinar melhor a questão da distância da qual os sujeitos poderiam buscar e transportar as ferramentas, o experimento foi dividido em duas fases: 1ª Fase - martelos disponibilizados a duas distâncias (5 e 10 metros); 2ª Fase - martelos disponibilizados apenas a 10 metros. Os martelos posicionados a cinco metros das bigornas eram bem visíveis a partir

destas, enquanto que a 10 metros a visualização dos mesmos era um pouco mais difícil por causa da vegetação, apesar de estarem sempre na linha direta de visão a partir das bigornas. Os martelos utilizados nas duas fases foram pedras selecionadas dentre as naturalmente disponíveis no parque, com peso entre 800 e 1800g, formato arredondado-oval, achatado, e que possuíam pelo menos uma face plana, sendo assim ferramentas adequadas para quebra, e que já haviam sido utilizadas por indivíduos do grupo com sucesso para quebra de cocos. Antes do início do experimento, foi feita a retirada de todas as pedras que poderiam constituir martelos potenciais que estavam a até 15 metros das bigornas dos sítios experimentais (nem sempre o pesquisador foi bem sucedido nessa tarefa, v. adiante).

Em cada sessão, os martelos eram colocados aleatoriamente nas distâncias (medidas com uma trena) determinadas e os cocos de *Syagrus romanzoffiana*, disponibilizados *ad libitum* entre as duas bigornas (Figura 43). Nas sessões da Fase 1, foram fornecidos três martelos, sendo dois a 5 metros e um a 10 metros, esses martelos adicionais foram colocados para aumentar as oportunidades de coleta de dados, pois mesmo quando um dos martelos fosse transportado e estivesse sendo utilizado, um outro sujeito poderia começar outra sessão com os martelos restantes. Na Fase 2, foi fornecido somente um martelo a 10 metros.

Figura 43 – Esquema do posicionamento de martelos (elipses) e bigornas (hexágonos) na Fase 1 do Experimento 3. Na Fase 2 somente o martelo mais distante, 10 m, estava disponível.

Quando qualquer indivíduo chegava às bigornas, sua atividade era continuamente filmada. A sessão era finalizada quando o indivíduo pegava os cocos e os transportava para mais de 10 metros das bigornas ou quando ocorria transporte da ferramenta até alguma bigorna, sempre sendo registrado a distância e as ocorrências de uso da ferramenta e de transporte conjunto dos cocos.

5.3. Resultados e Discussão

O experimento foi realizado entre 08/10/2004 e 02/02/2005. A Fase 1 foi realizada até 28/12/2004, num total de 100 sessões. Depois disso, foi realizada a Fase 2, com 30 sessões.

A participação total dos indivíduos nesse experimento (número de sessões em que o indivíduo visitou o sítio experimental quando este estava preparado) está apresentada no

gráfico da Figura 44, onde é possível notar que a maioria dos participantes são machos e que há uma grande participação do juvenil Darwin.

Figura 44 – Número de sessões em que cada indivíduo visitou o sítio experimental durante o Experimento 3.

As pedras utilizadas tinham um peso médio de 1289,55g (+/- 408,57). Houve transporte de pedras pelos indivíduos em 61% das sessões da Fase 1 e em somente 30% da Fase 2. Por outro lado, houve 91,9% e 100% de transporte de cocos por algum indivíduo durante as sessões das Fases 1 e 2, respectivamente, tanto para outros sítios de quebra distantes do sítio experimental, como até as pedras do experimento que eventualmente eram transportadas junto com os cocos.

5.3.1. Fase 1

Na Fase 1 houve 61 eventos de transporte de pedra, sendo alguns por mais de cinco metros (Tabela 10), - a distância mínima permitida pelo experimento. Nessa fase, 10 indivíduos transportaram as ferramentas (Figura 45). Houve, no entanto, transportes por menos de cinco metros, pois algumas vezes os indivíduos transportavam um dos martelos até o local onde estava o outro, ou até uma bigorna natural que não havia sido retirada do local; isso aconteceu principalmente no início do experimento, quando nem todas as pedras no entorno haviam sido retiradas ou quando os martelos do experimento não estavam todos a 5m uns dos outros, e eram usados como bigornas, o que ocorreu nas primeiras sessões devido a erros no posicionamento dos martelos nessas sessões iniciais, resultando na colocação dos martelos em distâncias inapropriadas.

Tabela 10 – Frequências e porcentagens de eventos de transporte de pedras para cada distância durante a Fase 1 do Experimento 3.

Distância (m)	Frequência	Porcentagem
2	2	3,3
3	2	3,3
4	1	1,6
5	49	80,3
6	1	1,6
8	1	1,6
9	1	1,6
10	3	4,9
14	1	1,6
Total	61	100

Figura 45 – Frequência de episódios de transporte dos martelos por indivíduo na Fase 1 do Experimento 3.

O número de eventos de transporte, tanto dos martelos quanto dos cocos, para cada indivíduo, está indicado na Tabela 11 e nos gráficos das Figuras 46 e 47. Nota-se que Darwin foi o responsável por grande parte das ocorrências de transporte de cocos e pedras.

Tabela 11 – Resultados individuais do Experimento 3 (apenas indivíduos que dele participaram): Número de sessões em que o sujeito não transportou nada/ transportou somente o coco/ somente a pedra ou transportou o coco e a pedra.

Fase 1				
Indivíduo	Não transportou nada	Transportou o coco	Transportou a pedra	Transportou o coco e a pedra
Ana	-	2	-	-
Cisca	-	3	-	-
Davi	-	4	1	8
Darwin	1	3	-	23
Janete	-	1	-	1
Joaquim	-	7	-	4
Medeiros	2	3	-	8
Pedro	-	1	-	2
Químico	-	6	1	7
Suspeito	1	2	-	1
Vavá	-	3	1	3
X	-	-	1	-
TOTAL (Fase 1)	4	35	4	57
Fase 2				
Davi	-	5	-	-
Darwin	-	2	-	3
Janete	-	1	-	-
Joaquim	-	1	-	-
Medeiros	-	5	-	-
Pedro	-	-	-	3
Químico	-	2	-	2
Suspeito	-	4	-	-
Vavá	-	1	-	1
TOTAL (Fase 2)	-	21	-	9
TOTAL (Fases 1+2)	4	56	4	66

Figura 46 – Número de sessões da Fase 1 do Experimento 3 em que o sujeito não transportou nada/ transportou somente o coco/ somente a pedra ou transportou o coco e a pedra.

Figura 47 – Número de sessões da Fase 1 do Experimento 3 em que o sujeito não transportou nada/ transportou somente o coco/ somente a pedra ou transportou o coco e a pedra.

A maioria dos eventos de transporte envolveu distâncias de 5 metros, mostrando que os macacos-prego tendem a pegar as ferramentas mais próximas - ignorando, na maioria das vezes, as pedras a 10 metros - e transportam-nas para a bigorna mais próxima. Houve, no entanto, casos como aquele em que Darwin pegou o martelo que estava a 5 metros, e o levou, juntamente com os cocos, para cima do muro (+/- 3 metros de altura) de uma construção abandonada a 14 metros de distância do local onde havia pego a pedra e lá quebrou o coco. Darwin realizou esse comportamento por 3 vezes no total, sendo que, nas outras duas ocorrências, o martelo estava a somente 10 metros do muro.

O transporte de cocos ocorreu em 93,3 % dos episódios de transporte de martelos da Fase 1. Esse transporte do cocos ocorreu sempre antes do transporte do martelo, sendo que os sujeitos, após pegarem os cocos, adotavam, em geral, uma postura bípede, olhando ao redor e dirigindo-se então até o martelo, que era transportado, junto com os cocos, até uma bigorna, onde era realizada a quebra.

Nessa fase, a média dos tempos de latência de transporte dos martelos, ou seja, o tempo que os macacos levavam para pegar a pedra depois de pegar o(s) coco(s), foi de 33,6 segundos (+/-21,82), com mínimo de 9s e máximo de 102s. Essa grande variância se deu por motivos sem importância para o experimento, geralmente sustos que os indivíduos sofriam e por isso saíam do local e demoravam a voltar.

5.3.2. Fase 2

Na Fase 2 ocorreram 9 eventos de transporte de pedras em 30 sessões, sendo que destes, 5 envolveram distâncias de 10 metros. Houve, no entanto, 4 eventos de transporte por menos de 10 metros, pois, assim como na Fase 1, algumas vezes os indivíduos transportavam o martelo até uma bigorna natural no meio da mata - onde estas não haviam sido retiradas pelo experimentador por estarem (supostamente) longe da área do experimento.

Somente 4 indivíduos realizaram transportes nessa fase (Figura 48): Darwin, Pedro, Químico e Vavá.

Figura 48 – Número de sessões em que o indivíduo visitou o sítio experimental preparado durante a Fase 2 do Experimento 3.

O transporte de cocos ocorreu em todas as sessões, associado ou não ao transporte de ferramentas, sendo que, neste último caso, o sujeito geralmente pegava o coco, ficava bípede, olhava o entorno e ia embora, transportando os cocos até um sítio de quebra natural, ou simplesmente largava o coco depois de alguns minutos.

Os eventos de transporte de cocos, nos casos em que ocorreu quebra - assim como na Fase 1 - ocorreram antes ou durante o transporte das pedras, nunca depois.

A latência média para o início do evento de transporte nessa fase foi de 97,14 segundos (+/-52,41, mínimo de 39s e máximo de 180s). Essa latência foi maior que a observada na fase anterior, provavelmente porque era necessário procurar por mais tempo pelos martelos (mais distantes) e também pela própria distância a percorrer.

O transporte de ferramentas pelos macacos-prego durante esse experimento aconteceu de forma distinta do que o descrito na literatura até o momento. Diferente dos experimentos de Jalles-Filho et al. (2001) e Cleveland et al. (2004), nos quais os macacos-prego não transportaram ferramentas de pedra até os locais de utilização, nesse experimento houve transporte por até 14 metros - e subsequente utilização das ferramentas.

No entanto, de modo semelhante ao mostrado pelos dois estudos citados, os macacos não abandonavam o alimento quando buscavam as ferramentas, sempre levando os cocos até as pedras e depois transportando ambos até os sítios de quebra. Isso é consistente com a explicação de Jalles-Filho et al. (2001) e Cleveland et al. (2004) de que pode haver uma limitação social dada pela incapacidade de um indivíduo de guardar uma fonte de alimento se não estiver perto dela, levando muitas vezes (como aconteceu na Fase 2 do experimento) o indivíduo a levar o coco embora sem procurar ou transportar as pedras. No entanto, no grupo de macacos-prego em vida livre estudado por Silva (2005) foram observados 20 episódios de transporte de ferramentas de pedra para quebra, a média da distância de transporte foi 6m, sendo 17m a maior distância de transporte registrada. Os episódios eram frequentemente dissociados de transporte de cocos.

A influência dos coespecíficos no transporte de cocos não foi examinada nesse estudo, mas uma análise das gravações do experimento poderá mostrar se os episódios em que ocorreram os transportes de coco foram sempre na presença dos coespecíficos ou se este fator não influencia a ocorrência do transporte dos cocos.

O fato dos macacos nunca se separarem do alimento (seu “objetivo final”), é apontado por Jalles-Filho et al. (2001) como uma evidência contra a hipótese de uma “representação mental” pelos macacos-prego, pois, diferentemente dos chimpanzés, que fabricam e transportam as ferramentas antes de ter em vista seu objetivo final, os macacos só pegariam e utilizariam ferramentas quando em contato com aquele “objetivo”. Entretanto, essa

capacidade cognitiva poderia estar sendo justamente mascarada pela pressão social de proteger o alimento, como lembram Cleveland et al. (2004), e nesse caso, o fato de estarem com o coco não significa que não há representação, mas somente uma impossibilidade de abandonar o coco sem correr o risco de ficar sem o alimento. Outra explicação possível seria a economia de se transportar os cocos, que sempre são mais leves que os martelos, sendo, portanto, menos custoso transportá-los do que as pedras, além daqueles serem sempre móveis – ao contrário das bigornas. Nesse caso, os macacos estariam simplesmente realizando o comportamento mais econômico, transportar o coco ao invés dos martelos. Mas, como mostrado neste experimento, quando o transporte da ferramenta é necessário, ele freqüentemente ocorre, e quanto mais perto o martelo se encontra da bigorna, maior a chance de ocorrer o transporte.

Provavelmente o transporte de pedras é um comportamento mais raro do que o transporte de outros tipos de ferramentas mais leves, como varetas, freqüentemente exibido por macacos-prego (Mannu & Ottoni, 2005), porque o martelo, por ser mais perene que um galho, é transportado somente uma vez ao local de uso, sendo utilizado depois pelo mesmo ou outros indivíduos sem a necessidade de novo transporte da ferramenta.

6. Conclusão

6.1. Experimento 1

A partir dos resultados do primeiro dos experimentos acima descritos, foi possível notar que a disseminação do uso de uma nova fonte alimentar (o novo fruto encapsulado, indaiá) pode ser influenciada pelos indivíduos que já consomem o novo fruto. No entanto esse fator social parece não ser o único a atuar, pois houve casos de animais que nunca haviam tido contato com o fruto e mesmo assim o quebraram sem observar outros indivíduos, mostrando que houve somente aprendizagem individual nesse caso. Esses resultados sugerem que processos individuais e sociais ocorreram concomitantemente.

A análise dos dados comportamentais mostrou que há diferenças entre os indivíduos com relação ao início da exploração do novo coco. Alguns não pegavam os cocos nas primeiras sessões e demoraram algum tempo para começar a consumi-los, enquanto outros começaram a consumir o fruto desde o primeiro contato com ele. Nesse último grupo se encontram dois indivíduos adultos (Medeiros e Janete), que poderiam ter entrado em contato com esse coco antes de habitarem o local (animais não nascidos no Parque, de local de origem desconhecido). No entanto esse padrão também ocorreu com Químico, que nasceu no Parque e não teve contato prévio com o fruto introduzido.

Os resultados das análises dos *tempos de quebra* mostram que na maioria dos casos não houve variação na habilidade de abrir os novos cocos ao longo do experimento. Somente os indivíduos Davi, Químico e Vavá apresentaram diminuição desses tempos, sugerindo uma melhora em seu desempenho. Provavelmente a maioria dos indivíduos que utilizou o novo coco conseguiu processá-lo sem que fossem necessários grandes ajustes nos comportamentos de quebra.

As análises da variável *latência de quebra* mostraram que somente alguns indivíduos (Químico, Suspeito e Vavá) apresentaram uma queda desses tempos a partir das primeiras

sessões do experimento. O que parece ter acontecido foi que esses indivíduos levaram algum tempo até reconhecer prontamente o novo fruto como alimento. Os outros indivíduos que também utilizaram o fruto não apresentaram muita variação nesse fator, sugerindo que rapidamente reconheceram o novo fruto como alimento.

O que os macacos-prego precisaram aprender nesse experimento provavelmente foi a reconhecer o novo fruto como alimento, pois a mecânica da quebra desse novo coco (*Attalea*) não parece ser diferente da quebra de *Syagrus*, e todos os indivíduos que passaram a utilizar o novo coco durante o experimento já eram quebradores de coco proficientes. Alguns indivíduos provavelmente aprenderam individualmente a reconhecer o novo fruto, como no caso de Químico, que foi o primeiro a utilizar o recurso. Mas o tipo de transmissão social de informações envolvido em alguns casos (Ana, Cisca e Davi) pode ter sido o *realce de estímulo*, pois esses indivíduos não utilizaram prontamente os novos cocos, mas apenas após observarem outros a quebrá-los. Nesses casos, o sujeito pode ter sido direcionado e estimulado pelo comportamento de outros indivíduos. No entanto não podem ser descartados outros tipos de aprendizagem social como *imitação* ou *emulação*. Resumindo: alguns indivíduos aprenderam rapidamente e sozinhos a utilizar o novo recurso, enquanto alguns demoraram mais e observaram outros antes de consumir o coco. Talvez essa observação não fosse necessária para a aprendizagem sobre o coco, mas pode, pelo menos, ter acelerado o processo para alguns indivíduos.

Não houve uma classe particular de indivíduos que começou a utilizar o novo recurso antes dos outros. Tanto juvenis como adultos aprenderam independentemente a utilizar os novos cocos, o que difere do verificado no estudo de Matsuzawa (1994) no qual os chimpanzés mais jovens é que começam a utilizar os novos frutos - e apenas posteriormente esse comportamento foi sendo transmitido de adultos para jovens. No caso dos macacos-prego, apesar de neofóbicos com novos alimentos (ou seja, não comem imediatamente novos

itens alimentares), eles os exploram bastante, principalmente os indivíduos mais jovens (Visalberghi et al., 2003). Esse comportamento exploratório intensivo permite que os macacos prego incluam rapidamente novos itens alimentares na sua dieta, tornando-se mais adaptáveis a mudanças.

As análises dos episódios registrados de observação entre coespecíficos mostraram que Davi, Darwin, Medeiros e Suspeito foram os mais observados pelos outros indivíduos, e que Medeiros era o que tinha relações mais fortes com os observadores, ou seja, ele foi mais observado do que os outros por aqueles indivíduos ligados a ele nas árvores de observação de quebra.

Apesar dos adultos proficientes terem sido alvo de muitos episódios de observação, não houve correlação significativa entre *idade*, *proficiência* ou *eficiência* do modelo com a escolha deste como alvo da observação da quebra de cocos pelos coespecíficos. Somente houve uma tendência, muito próxima ao limite de significância ($p=0,0535$), de correlação positiva com a frequência de visita aos sítios experimentais. Diferente do estudo de Ottoni et al. (2005), com o mesmo grupo, no presente experimento o fator *proficiência* não apresentou correlação com a escolha do modelo a ser observado, provavelmente devido a diferentes metodologias e diferenças nos componentes do grupo.

Nos estudos de Matsuzawa (1994) os chimpanzés observavam o uso de ferramentas de indivíduos com idade semelhante ou mais velhos, e demoravam a utilizar o novo recurso, sendo que alguns adultos do grupo nunca adicionaram o consumo desse novo fruto a seu repertório de quebra. Os macacos-prego não apresentaram, em nosso estudo, essas características e, além de não haver correlação entre as preferências por modelos potenciais e as idades destes, também não houve muita demora para o início do consumo do novo fruto. Talvez o fruto utilizado no experimento seja muito parecido com o que eles já consumiam (no

entanto, aqueles usados nos experimentos com chimpanzés também não eram muito diferentes daqueles já consumido por eles).

A proximidade dos novos cocos aos sítios de quebra já anteriormente utilizados pode ter facilitado o reconhecimento daqueles como recurso alimentar a ser adquirido através da quebra; no entanto, mais uma vez, isso não ocorreu no caso dos chimpanzés, o que nos leva a acreditar que este não tenha sido um fator muito importante.

A neofobia para novos alimentos apresentada pelos chimpanzés pode ser um fator importante, pois esta parece ser maior que a dos macacos-prego, o que explicaria a menor utilização imediata do novo alimento naquela espécie, em comparação com os nossos macacos-prego.

Os resultados apresentados no Experimento 1 mostram que os macacos-prego parecem aprender muito rápido, e em geral individualmente, sobre novos recursos alimentares. Essa rapidez é consistente com a adaptabilidade da espécie a variações ambientais, que permite aos macacos-prego habitarem uma ampla gama de ecossistemas. Essa agilidade é ainda maior quando há influência social na aprendizagem, que possibilita aos indivíduos aprender a utilizar o novo recurso mais rapidamente. No presente caso, essa influência parece acontecer por *realce de estímulo*, que direciona os indivíduos rapidamente para o novo alimento, abreviando o tempo que estes poderiam demorar para descobri-lo por conta própria. Desse modo a influência social pode ajudar na difusão do uso de novos recursos rapidamente por todo o grupo, característica que permite à espécie se ajustar, por exemplo, ao migrar para novos territórios com itens alimentares diferentes, ou ambientes com grande sazonalidade que apresentem pouco tempo para o consumo dos recursos, onde os alimentos disponíveis em determinada época precisam ser consumidos rapidamente. Nesses casos, os indivíduos que não conhecem os novos itens precisam aprendê-lo rapidamente para aproveitar o recurso.

O *realce de estímulo* pode ser particularmente eficiente nos casos em que o local de ocorrência do comportamento em questão é relativamente fixo, caso das bigornas para quebra de cocos, nos quais a utilização de um novo fruto poderia ser mais facilmente aprendida pelos indivíduos utilizadores de ferramentas devido a maior probabilidade de encontrar frutos ou restos desses nas bigornas constantemente utilizadas. Nas populações selvagens de Gilbués, PI, essas condições parecem existir em abundância, pois são poucos os locais em que ocorre a quebra de cocos, permitindo assim que novos recursos alimentares possam ser rapidamente assimilados pelo grupo. Nos casos de uso de ferramentas em locais mais aleatórios ou menos conspícuos, o *realce de estímulo* provavelmente é menos eficaz - como por exemplo, o uso de varetas (mas, mesmo nesse caso, ele pode acontecer, quando as ferramentas ficam no local onde há alimento).

6.2. Experimento 2

Os resultados do Experimento 2 mostraram que os martelos mais pesados/maiores foram mais escolhidos que os mais leves/menores. Outros experimentos testando diferentes fatores físicos (como formato e densidade/material) poderiam mostrar se estas escolhas acontecem também com outras características das ferramentas. Esses resultados comparados podem gerar um quadro mais completo das características relevantes (e talvez do grau dessa relevância) para a escolha de ferramentas para quebra de coco pelos macacos-prego.

A escolha das ferramentas pelo peso não parece ter sofrido influência da faixa etária e sexo do usuário, sendo que todos os sujeitos escolheram martelos bem parecidos (apesar dos adultos escolherem os mais pesados com mais frequência) e quebraram proficientemente os cocos. No entanto, verificamos que os juvenis usaram os martelos próximos das bigornas um número significativamente maior de vezes, enquanto os adultos não apresentaram esse padrão. Isso sugere que, com a idade, surge um padrão mais definido de preferências pelas

características físicas dos martelos. Se este padrão de escolha otimiza a quebra de cocos ainda é incerto, pois os martelos de 900g, 1300g e 1700g (os mais pesados) são estatisticamente iguais quando comparados pelas médias de batidas necessárias para a quebra do coco, e poder-se-ia considerar o martelo de 900g mais eficiente por ser mais leve e, portanto demandar menos energia para seu manejo; no entanto, não há dados sobre quanta energia é gasta nesse manejo. Sem esses dados não é possível verificar quanto de energia é gasta na abertura de cada coco, e nem comparar os martelos nessa questão e verificar se o padrão de escolhas é otimizado ou não para a quebra de coco. Estudos biomecânicos se fazem necessários para determinar os custos da utilização dos diferentes martelos para a quebra dos cocos e subsidiar esta discussão.

6.3. Experimento 3

O transporte de ferramentas por indivíduos já proficientes na quebra de cocos ocorreu em 60% das sessões em que a distância era de cinco metros entre o martelo e a bigorna. Quando essa distância foi aumentada para 10 metros, o transporte de martelos diminuiu, mas nunca deixou de ocorrer. Foi possível demonstrar que o transporte de ferramentas de pedra pelos macacos-prego pode ocorrer em determinadas circunstâncias, contrariando alguns estudos anteriores (Jalles-Filho et al., 2001; Cleveland et al., 2004) nos quais os macacos-prego não transportavam as ferramentas de pedra até os locais de utilização.

O transporte do coco sempre ocorreu antes do transporte da ferramenta, quando esse último ocorreu - um indício de que os macacos apanham os cocos em primeiro lugar, para proteger o recurso, e só depois vão em busca da ferramenta (se ela não está próxima). Os motivos para isso poderiam ser: o menor custo do transporte de cocos comparado com o das pedras, ou a necessidade de proteger esse recurso dos outros indivíduos do grupo (ou os dois fatores atuando ao mesmo tempo). Esse resultado é semelhante aos de Jalles-Filho et al.

(2001) e Cleveland et al. (2004), que relataram que os macacos não abandonavam o recurso alimentar para transportar a ferramenta.

O transporte de ferramentas é essencial em locais onde estas se encontram distantes do sítio de ação. Determinar se os macacos-prego ativamente transportam as ferramentas ou se as utilizam somente quando já estão no local adequado é importante para o estudo desse comportamento e dos processos cognitivos envolvidos. Se o sujeito ativamente busca a ferramenta, antecipando o seu uso, mesmo que por pouco tempo, isso demonstra um grau de antecipação ou planejamento mais complexo do que simplesmente pegar e utilizar a ferramenta em um mesmo local. Apesar de nesse experimento os martelos não estarem fora da vista dos sujeitos, seu transporte sugere que esse comportamento pode ocorrer por distâncias maiores. E pelos indícios em grupos de macacos-prego selvagens onde os martelos adequados são relativamente raros, como em Gilbués, o transporte de pedras parece ocorrer por grandes distâncias (Fragaszy et al., 2004), pelo menos até o estabelecimento dos sítios, que são então utilizados sistematicamente com os martelos lá deixados.

Um outro caso em que o planejamento da ação do uso de ferramentas por macacos-prego parece ocorrer é relatado por M. Mannu (comunicação pessoal): um sujeito não estava tendo sucesso em extrair mel de uma fenda na rocha com uma vareta - aparentemente muito curta - e subitamente a abandonou, dirigiu-se a um ramo a alguns metros de distância, extraiu e modificou uma nova vareta - mais longa - retornando imediatamente à extração do mel.

Uma questão que poderia ser melhor estudada seria o efeito da presença de coespecíficos sobre a ocorrência de transporte de cocos durante o transporte das ferramentas de quebra, pois uma possível explicação para o transporte de cocos pelos macacos junto com o transporte de ferramentas seria a proteção do recurso contra outros indivíduos. Por outro lado, se o custo de transporte de cocos for muito baixo, protegê-los sempre poderia ser a melhor estratégia, pois desobriga da vigilância constante da presença de competidores. No

presente experimento, em somente 4 sessões (de um total de 70 sessões com transporte de ferramenta) ocorreu transporte só das pedras. As análises do efeito da presença dos coespecíficos no transporte de cocos não foram realizada no presente estudo, mas poderão ser feitas futuramente, a partir das gravações das sessões deste experimento.

6.4. Considerações finais

Esse estudo deu continuidade a uma linha de pesquisa a longo prazo – “Uso de ferramentas e forrageamento extrativo por macacos-prego (*Cebus apella*): socialidade, ecologia e transmissão social de informação” – com esse grupo de macacos-prego e mostrou que:

- Os macacos-prego adotaram rapidamente uma nova fonte alimentar, aparentemente tanto por processos de aprendizagem individual como por mediação social. Neste último caso, tanto o *realce de estímulo* como a *imitação* e *emulação* podem estar envolvidos. Sendo o *realce de estímulo* o único mecanismo nos casos em que houve contato com restos de cocos, mas não houve observação direta, antes dos indivíduos que não utilizavam prontamente o novo fruto começarem a fazê-lo. Nos casos em que houve observação direta a *imitação* e a *emulação* não podem ser descartadas;
- Não foi detectado um padrão definido de preferências na escolha dos alvos de observação por coespecíficos em função das características mensuradas (idade, proficiência, eficiência e o N de sessões) dos animais observados;
- A escolha das ferramentas ocorreu ativamente e foi similar para a maioria dos indivíduos, que escolheram principalmente os martelos de 1300g e 1700g;
- Os juvenis ainda obedecem (significativamente) a um padrão econômico (ou mais passivo) de pegar a ferramenta mais próxima, o que não ocorre mais com os adultos;

- O transporte de ferramentas de pedra ocorreu, mas sempre conjuntamente com o transporte do coco.

Nossos dados não corroboram os resultados de Ottoni e colaboradores (2005) sobre a observação dos modelos mais proficientes. As causas dessas diferenças podem ser metodológicas, pois os métodos de coleta de dados utilizados nos dois estudos foram diferentes: enquanto aqui foram contabilizados todos os cocos quebrados por indivíduo por sessão, para determinar os mais proficientes, no estudo de Ottoni e colaboradores foram utilizados a ocorrência ou não de (ao menos um caso de) quebra proficiente em cada evento. Por outro lado, as diferenças podem estar relacionadas com alterações na composição do grupo (que incluíram uma mudança de macho alfa). Como o presente estudo não encontrou nenhuma relação significativa entre observação e quaisquer das características estudadas dos modelos, os resultados apontam para um tipo de escolha dos observadores baseado apenas na disponibilidade de modelos, (os observadores estariam observando os modelos que mais tempo passam quebrando ou que estão sempre mais próximos deles na estrutura social do grupo). Esta última variável não foi medida no presente trabalho, mas Ottoni e colaboradores (2005) não encontraram correlação significativa entre observação e proximidade social.

Os resultados permitiram verificar que há uma escolha ativa de ferramentas (i.e., não é simplesmente uma consequência da proximidade de cada ferramenta), e que as preferências observadas são mais acentuadas nos adultos que nos juvenis. A escolha de ferramentas ainda precisa ser melhor estudada, pois muitas outras variáveis (como formato e material) podem afetá-la, além do peso/tamanho, aqui estudado. Mais experimentos de escolha com outras variáveis seriam necessários para determinar as variáveis importantes, e talvez a importância relativa entre elas. Outra questão a ser investigada seria a plasticidade na escolha de ferramentas para quebra de diferentes frutos, mais ou menos resistentes.

O transporte de ferramentas de pedra se mostrou diferente nos chimpanzés e macacos-prego, pois os chimpanzés freqüentemente transportam “martelos” de pedra sem carregar o coco (Boesch & Boesch, 1984), enquanto que os macacos-prego aparentemente não o fazem. Os chimpanzés também transportam as ferramentas pelo caminho mais curto até as bigornas, iniciando-o quando o local do uso ainda não está visível, o que mostra planejamento e antecipação no uso da ferramenta. Apesar dos martelos transportados pelos macacos-prego não estarem fora da visão das bigornas como no caso dos chimpanzés, o seu transporte ainda poderia ser considerado um indicador de planejamento na utilização das ferramentas, pois nada sugere que a pequena distância até o local de uso signifique menor ou nenhum planejamento. Mas para verificar melhor o planejamento dos macacos-prego, um experimento com martelos potenciais mais distantes poderia ser realizado agora que o transporte por menores distâncias foi verificado.

Nossas observações de transporte de martelos vão de encontro às de outros autores, que não viram o transporte de ferramentas de pedra (Jalles-Filho et al., 2001; Cleveland et al., 2004). No entanto, os macacos não largam os cocos durante o transporte, aparentemente protegendo o recurso, provavelmente devido a pressões sociais. A ocorrência do transporte e uso de ferramentas, junto com outras características da espécie que são análogas às dos “great apes” – grande encefalização, infância longa, grande capacidade cognitiva – abre a possibilidade que os macacos-prego sejam utilizados como um modelo comparativo para a evolução do transporte de ferramentas na linhagem humana. Examinar as situações em que os macacos transportam as ferramentas pode ser uma maneira de visualizar como os ancestrais humanos enfrentavam as situações similares às vividas hoje pelos macaco-prego.

A disseminação de um comportamento - o consumo de um novo coco - foi observada nesse experimento, mostrando que esta pode ocorrer de forma individual, mas pode também sofrer uma influência social. Diferentes tradições em técnicas de forrageamento já foram

mostradas por Panger et al. (2002) para grupos selvagens de *Cebus capucinus*. O uso de ferramentas é outro comportamento que poderia ser disseminado e formar tradições em populações de macacos-prego. Para verificar se os macacos-prego possuem tradições comportamentais para uso de ferramentas ainda são necessários estudos comparativos entre grupos selvagens que utilizam ferramentas, e, encontrada diferença entre grupos, verificar se esta não se deve a fatores ecológicos (disponibilidade de material/alimentos) ou genéticos (diferentes espécies/subespécies) para poder sugerir processos sociais como responsáveis pelas diferenças.

Os resultados dos presentes experimentos, quando comparados com os de estudos semelhantes em chimpanzés, mostram que apesar das duas espécies apresentarem comportamentos parecidos, estes comportamentos diferem em alguns pontos essenciais. Nos chimpanzés a aprendizagem do uso de ferramentas se dá principalmente pela observação dos adultos (especialmente a mãe) pelos jovens. Os macacos-prego não apresentam essa mesma dinâmica: além dos jovens serem bem tolerados por todos os indivíduos, inclusive no consumo dos restos de alimentos (*scrounging*), mesmo os adultos toleram-se o suficiente para permitir observação. Esse maior acesso à observação parece possibilitar aos macacos-prego uma maior velocidade na disseminação do consumo de um novo alimento e conseqüentemente uma maior flexibilidade na ocupação de diferentes ambientes do que os chimpanzés.

Apesar dos estudos com grupos selvagens de macacos-prego que utilizam ferramentas estarem se expandindo, os estudos em condições de semi-liberdade ainda podem nos dar informações importantes sobre o uso de ferramentas e a transmissão social de informação, pois permitem uma observação mais detalhada desses comportamentos, que geralmente não é possível nos grupos selvagens, além de permitir uma maior manipulação e controle do ambiente para a realização de experimentos: geralmente os grupos em semi-liberdade

possuem uma menor área de uso, sendo mais fácil definir locais para realização de experimentos, além de geralmente esses grupos já estarem bastante familiarizados com humanos, permitindo assim uma grande aproximação, o que facilita a observação. As novas informações sobre uso de ferramenta nos grupos selvagens podem ser complementadas por experimentos em condições de semi-liberdade que testem hipóteses geradas nos estudos com populações selvagens. Novos estudos, tanto em condições naturalísticas como em laboratório, precisam ser realizados para um maior entendimento dos processos de decisão no comportamento do uso de ferramentas para a quebra de cocos por macacos-prego, bem como sobre a possível disseminação destes comportamentos como tradições comportamentais.

7. Anexos

ANEXO A – Valores individuais de frequência de participação nas sessões do Exp 1, Eficiência e Proficiência. Esses valores foram utilizados para fazer o ranking utilizado nos testes estatísticos dos Experimentos 1 e 2.

Indivíduo	Idade	Frequência de participação de sessões do Exp. 1	Eficiência (média do tempo de abertura de <i>Syagrus</i> em segundos)	Proficiência (média do N de cocos de <i>Syagrus</i> quebrados por sessão dos Exp. 1 e 3)
Aa	18	4	7,24	3,66
Ag	2	0	-	-
Cc	8	5	18,42	2
Cd	2	0	-	-
Dv	14	18	6,75	3
Dw	5	38	5,71	4,62
Fs	18	1	-	-
Fd	2	0	-	-
Fl	3	1	-	-
Fb	1	0	-	-
Jn	15	8	5,10	4,43
Md	20	70	5,10	3,41
Qm	5	38	5,44	2,74
Sp	18	15	7,77	3,54
Vv	9	16	5,13	3,88
Vt	2	7	-	-
X	7	1	-	-

ANEXO B – Matriz de observação entre indivíduos durante as sessões do Experimento 1. N absoluto.

		Alvo (Observados)																
		Aa	Ag	Cc	Cd	Dv	Dw	Fs	Fd	Fl	Fb	Jn	Md	Qm	Sp	Vv	Vt	X
Agente (Observadores)	Aa	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0
	Ag	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Cc	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cd	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Dv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	1	0	0
	Dw	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	3	3	1	0	0
	Fs	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
	Fd	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	Fl	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fb	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Jn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
	Md	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Qm	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0
	Sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
	Vv	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
	Vt	1	0	2	0	3	17	0	0	0	0	1	16	0	6	5	0	0
	X	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0

ANEXO C – Matriz de observação entre indivíduos durante as sessões do Experimento 1. Corrigido pela frequência de participação de cada indivíduo (Freq. Observação do indivíduo alvo / Freq. Participação x 1000)

		Alvo (Observados)																
		Aa	Ag	Cc	Cd	Dv	Dw	Fs	Fd	Fl	Fb	Jn	Md	Qm	Sp	Vv	Vt	X
Agente (Observadores)	Aa	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	125	28	0	66	0	0	0
	Ag	0	0	0	0	55	26	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0
	Cc	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cd	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0
	Dv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	66	62	0	0
	Dw	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	142	79	200	62	0	0
	Fs	0	0	0	0	388	0	0	0	0	0	0	14	0	133	0	0	0
	Fd	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	26	66	0	0	0
	Fl	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fb	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0
	Jn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	66	0	0	0
	Md	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0
	Qm	0	0	0	0	111	79	0	0	0	0	0	142	0	133	0	0	0
	Sp	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0
	Vv	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0	250	28	0	0	0	0	0
	Vt	250	0	400	0	166	447	0	0	0	0	125	228	0	400	312	0	0
	X	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	79	0	0	0	0

ANEXO D – Árvores de caminho mais curtos com raiz fonte das relações de observação interindividual durante o experimento de introdução de novos frutos encapsulados; nesse caso a raiz é o sujeito que observa. O tamanho dos arcos é inversamente proporcional à quantidade de observação. A direção da observação é indicada pela seta.

ANEXO E – Árvore de caminho mais curtos com raiz destino das relações de observação interindividual durante o experimento de introdução de novos frutos encapsulados; nesse caso a raiz é o modelo, o sujeito que é observado. O tamanho dos arcos é inversamente proporcional à quantidade de observação. A direção da observação é indicada pela seta.

8. Referências Bibliográficas

- Addessi, E., & Visalberghi, E. (2001). Social facilitation of eating novel food in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): input provided by group members and responses affected in observer. **Animal Cognition**, 4(3-4), 297-303.
- Alcock, J. (1972). The evolution of the use of tools by feeding animals. **Evolution**, 26, 464-473.
- Anderson, J. R. (1990). Use of objects as hammers to open nuts by capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Folia Primatologica**, 54, 138-145.
- Anderson, J. R., & Henneman, M. C. (1994). Solutions to a tool-use problem in a pair of *Cebus apella*. **Mammalia**, 58(3), 351-361.
- Bauer, H. (2001). Use of tools by lions in Waza National Park, Cameroon. **African Journal of Ecology**, 39, 317.
- Beck, B. B. (1973). Cooperative tool use by captive Hamadryas baboons. **Science**, 182: 594-597.
- Beck, B. (1980). **Animal tool behavior**. New York: Garland STPM Press.
- Biro, D., Inoue-Nakamura, N., Tonooka, R., Yamakoshi, G., Sousa, C., & Matsuzawa, T. (2003). Cultural innovation and transmission of tool use in wild chimpanzees: evidence from field experiments. **Animal Cognition**, 6(4), 213-223.
- Boesch, C., & Boesch, H. (1981). Sex differences in the use of natural hammers by wild chimpanzees: a preliminary report. **Journal of Human Evolution**, 10, 585-593.
- Boesch, C., & Boesch, H. (1983). Optimization of nut-cracking with natural hammers by wild chimpanzees. **Behaviour**, 89(3), 265-286.
- Boesch, C., & Boesch, H. (1984). Mental map in wild chimpanzees: an analysis of hammer transports for nut cracking. **Primates**, 25, 160-170.
- Borsari, A., & Ottoni, E.B. (2005). Preliminary observations of tool use in captive hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*). **Animal Cognition**, 8(1), 48-52.
- Breuer, T., Ndoundou-Hockemb, M., & Fishlock, V. (2005). First observation of tool use in wild gorillas. **PLoS Biology**, 3(11), 380.
- Brosnan, S. F., & de Waal, F. B. M. (2004). Socially learned preferences for differentially rewarded tokens in the brown capuchin monkey (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, 118(2), 133-139.
- Byrne, R. (2004). The manual skills and cognition that lie behind hominid tool use. In: Russon, A. E. & Begun, D. R. (Eds), **The Evolution of Thought: Evolutionary Origins of Great Ape Intelligence**. (pp. 31-44). Cambridge: Cambridge University Press.

- Byrne, R., & Russon, A. E. (1998). Learning by imitation: a hierarchical approach. **Behavioural and Brain Sciences**, **21**, 667-721.
- Byrne, G., & Suomi, S. J. (1996). Individual Differences in Object Manipulation in a Colony of Tufted Capuchins. **Journal of Human Evolution**, **31**, 259-267.
- Chalmeau, R., Visalberghi, E., & Gallo, A. (1997). Capuchin monkeys, *Cebus apella*, fail to understand a cooperative task. **Animal Behaviour**, **54**, 1215-1225.
- Chappell, J. & Kacelnik, A. (2002). Tool selectivity in a non-primate, the New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*). **Animal Cognition**, **5**, 71-78.
- Chappell, J. & Kacelnik, A. (2004). Selection of tool diameter by New Caledonian crows *Corvus moneduloides*. **Animal Cognition**, **7**, 121-127.
- Chevalier-Skolnikoff, S. & Liska, J. (1993). Tool use by wild and captive elephants. **Animal Behaviour**, **46**, 209-219.
- Christel, M.I., & Frigaszy, D. (2000). Manual function in *Cebus apella*, digital mobility, preshaping, and endurance in repetitive grasping. **International Journal of Primatology**, **21**(4), 697-719.
- Cleveland, A., Rocca, A. M., Wendt, E. L. & Westergaard, G. C. (2004). Transport of tools to food sites in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Animal Cognition**, **7**(3), 193-198.
- Fleagle, J. G. (1999). **Primate adaptation and evolution**. New York: Academic Press.
- Fox, E. A., Van Schaik, C. P., Sitompul, A., & Wright, D. N. (2004). Intra-and interpopulational differences in orangutan (*Pongo pygmaeus*) activity and diet: implications for the invention of tool use. **American Journal of Physical Anthropology**, **125**, 162-174.
- Fragaszy, D., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E. B., & Oliveira, M. G. (2004). Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. **American Journal of Primatology**, **64**, 359-366.
- Fragaszy, D. M., Visalberghi, E., & Fedigan, L. M. (2004). **The Complete Capuchin: The Biology of the Genus Cebus**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Galdikas, B. M. F. (1982). Orang-utan tool-use at Tanjung Puting Reserve, Central Indonesian Borneo (Kalimantan Tengah). **Journal of Human Evolution**, **11**(1), p. 19-33.
- Galdikas, B. M. F. (1989). Orangutan tool use. **Science**, **243**, p. 152.
- Goodall, J. (1970). **Uma Janela Para a Vida**. São Paulo: Jorge Zahar.
- Hall, K. R. L. (1963). Tool-using performances as indicators of behavioral adaptability. **Current Anthropology**, **4**(5), 479-494.

- Hart, B. L., & Hart, L. A. (1994). Fly switching by Asian elephants: tool use to control parasites. **Animal Behaviour**, **48**, 35-45.
- Hemelrijk, C. K., & Luteijn, M. (1998). Philopatry, male presence and grooming reciprocation among female primates: a comparative perspective. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **42**, 207-215.
- Hemelrijk, C. K. (1990a). A matrix partial correlation test used in investigations of reciprocity and other social interaction patterns at a group level. **Journal of theoretical Biology**, **143**, 405-420.
- Hemelrijk, C. K. (1990b). Models of, and tests for, reciprocity, unidirectional and other social interaction patterns at a group level. **Animal Behavior**, **39**, 1013-1029.
- Henschel, J. R. (1995). Tool use by spiders: stone selection and placement by corolla spiders *Ariadna* (Segestriidae) of the Namib desert. **Ethology**, **101**, 187-199.
- Heyes, C. M. (1993). Imitation, culture and cognition. **Animal Behaviour**, **46**, 999-1010.
- Hirata, S., Myowa, M., & Matsuzawa, T. (1998). Use of leaves as cushions to sit on wet ground by wild chimpanzees. **American Journal of Primatology**, **44**, 215-220.
- Hunt, G. R., & Gray, R. D. (2004). Direct observations of pandanus-tool manufacture and use by a new caledonian crow (*Corvus moneduloides*). **Animal Cognition**, **7**(2), 114-120.
- Inoue-Nakamura, N., & Matsuzawa, T. (1997). Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). **Journal of Comparative Psychology**, **111**(2), 159-173.
- Izar, P., Ferreira, R. G. & Sato, T. (2006). Describing the organization of dominance relationships by dominance-directed tree method. **American Journal of Primatology**, **68**, 189-207.
- Jalles-Filho, E., Cunha, R. G. T. & Salm, R. A. (2001). Transport of tools and mental representation: is capuchin monkey tool behaviour a useful model of Plio-Pleistocene hominid technology?. **Journal of Human Evolution**, **40**, 367-377.
- Kitahara-Frisch, J., & Norikoshi, K. (1982). Spontaneous sponge-making in captive chimpanzees. **Journal of Human Evolution**, **11**(1), 41-47.
- Lavallee, A. C. (1999). Capuchin (*Cebus apella*) Tool use in a captive naturalistic environment. **International Journal of Primatology**, **20**(3), 399-414.
- Lethmate, J. (1982). Tool-using skills of orang-utans. **Journal of Human Evolution**, **11**(1), 49-64.
- Mannu, M. (2002). **O uso espontâneo de ferramentas por macacos-prego (*Cebus apella*) em condições de semi-liberdade: descrição e demografia**. Dissertação de mestrado. Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Mannu, M., & Ottoni, E. B. (1996). Observações preliminares das técnicas de forrageamento e uso espontâneo de ferramentas por um grupo de macacos-prego (*Cebus apella*, primates - cebidae) em condições de semi-cativeiro (p. 384). In **Resumos, 14. Anais de Etologia**.
- Mannu, M., & Ottoni, E. B. (2000). Twinning in semi-free ranging capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Neotropical Primates**, 8(3), 114-115.
- Mannu, M., & Ottoni, E. B. (2005). Uso de ferramentas por dois grupos de macacos-prego (*Cebus apella*) na caatinga: dados preliminares. In: XI Congresso Brasileiro de Primatologia, 2005, Porto Alegre, RS. **Livro de Resumos do XI Congresso Brasileiro de Primatologia**, 45-45.
- Mather, J. A. (1994). 'Home' choice and modification by juveniles *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda): specialized intelligence and tool use?. **Journal of Zoology**, 233, 359-368.
- Matsuzawa, T. (1994). Field experiments on use of stone tools by chimpanzees in the wild. In R. W. Wrangham, W. C. MacGrew, F. B. M. de Waal, & P. G. Heltne (Eds.), **Chimpanzee Cultures** (pp. 351-370). Harvard University Press.
- McBeath, N. M., & McGrew, W. C. (1982). Tools used by wild chimpanzees to obtain termites at Mt Assirik, senegal: the influence of habitat . **Journal of Human Evolution**, 11(1), 65-72.
- McGrew, W. C. (1974). Tool use by wild chimpanzees in feeding upon driver ants. **Journal of Human Evolution**, 3, 501-508.
- McGrew, W. C. (1992). **Chimpanzee Material Culture – Implications for Human Evolution**. Cambridge: Cambridge University Press.
- McGrew, W. C., & Marchant, L. F. (1997). Using the tools at hand: manual laterality and elementary technology in *Cebus* spp. and *Pan* spp. **International Journal of Primatology**, 18(5), 787-809.
- Mendres, K. A., & de Waal, F. B. M. (2000). Capuchins do cooperate: the advantage of a intuitive task. **Animal Behaviour**, 60, 523-529.
- Moura, A. C. A. & Lee, P. C. (2004). Capuchin stone tool use in caatinga dry forest. **Science**, 306, 1909.
- Nakamichi, M. (2004). Tool-use and tool-making by captive, group-living orangutans (*Pongo pygmaeus abelii*) at an artificial termite mound. **Behavioural Processes**, 65, 87-93.
- Ottoni, E. B., & Mannu, M. (2001). Semifree-ranging tufted capuchins (*Cebus apella*) spontaneously use tools to crack open nuts. **International Journal of Primatology**, 22(3), 347-358.

- Ottoni, E. B., Resende, B. D., & Izar, P. (2005). Watching the best nutcrackers: what capuchin monkeys (*Cebus apella*) know about others' tool-using skills. **Animal Cognition**, **24**, 215-219.
- Panger, M. A., Perry, S., Rose, L., Gros-Louis, J., Vogel, E., Mackinnon, K. C., et al. (2002). Cross-site differences in foraging behavior of white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). **American Journal of Physical Anthropology**, **119**, 52-66.
- Pierce, J. D. (1986). A review of tool use in insects. **Florida Entomologist**, **69**(1), 95-104.
- Resende, B. D. (2004). Ontogenia do comportamento manipulativo (com ênfase na quebra de cocos) em um grupo de macacos-Prego (*Cebus apella*) vivendo em semi-liberdade. **Tese de doutoramento**. Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Resende, B. D., & Ottoni, E. B. (2002). Desenvolvimento do comportamento de quebra de cocos em um grupo de macacos-Prego (*Cebus apella*) vivendo em semi-liberdade (p. 372). In **Resumos, XX Encontro Anual de Etologia**, 2002, Natal, RN. Natal, RN: UFRN.
- Rutledge, R., & Hunt, G. R. (2004). Lateralized tool use in wild New Caledonian crows. **Animal Behaviour**, **67**(2), 327-332.
- Sakura, O., & Matsuzawa, T. (1991). Flexibility of wild chimpanzee nut-cracking behaviour using stone hammers and anvils: an experimental analysis. **Ethology**, **87**, 237-248.
- Sato, T. (1998). Analysis of behaviour sequences by most reliable directed tree realization of first-order transition matrices. **Apostila do curso "Análises quantitativas de dados observacionais"**. Programa de Pós-Graduação do IPUSP.
- Shuster, G., & Sherman, P. W. (1998). Tool use by naked mole-rats. **Animal Cognition**, **1**, 71-74.
- Siegel, S. & Castellan, N. J. (1988). **Nonparametric Statistics for Behavioral Sciences**. Boston: McGraw-Hill.
- Silva, E. D. R. (2005). Estudo do uso de ferramentas na quebra de cocos por macacos-prego (*Cebus apella*) em semi-liberdade no Parque Estadual do Jaraguá, SP. **Monografia de bacharelado**. Instituto de Biociências, UNESP-Botucatu.
- Smolker, R., Richards, A., Connor, R., Mann, J. & Berggren, P. (1997). Sponge carrying by dolphins (Delphinidae, *Tursiops* sp.): A foraging specialization involving tool use?. **Ethology**, **103**, 454-465.
- Stoinski, T. S., & Whiten, A. (2003). Social learning by orangutans (*Pongo abelii* and *Pongo pygmaeus*) in a simulated food-processing task. **Journal of Comparative Psychology**, **117**(3), 272-282.
- Sugiyama, Y., Koman, J. (1979). Tool-using and -making behavior in wild chimpanzees at Bossou, Guinea. **Primates**, **20**, 513-524.

- Sumita, K., Kitahara-Frisch, J., & Norikoshi, K. (1995). The acquisition of stone-tool use in captive chimpanzees. **Primates**, **26**, 168-181.
- Taira, J. T., & Izar, P. (2005). Consumo do palmito *Euterpe edulis* Martius por macacos-prego (*Cebus apella*) em área de Mata Atlântica, São Paulo. In: XX Encontro Anual de Etologia, 2002, Natal. **Anais do XX Encontro Anual de Etologia**, 326.
- Taira, J. T., Verderane, M. P., Ottoni, E. B., & Izar, P. (2002). Exploração das palmeiras *Euterpe edulis* e *Archontophoenix cunninghamiana* por duas populações de macacos-prego (*Cebus apella*). In: XI Congresso Brasileiro de Primatologia, 2005, Porto Alegre. **XI Congresso Brasileiro de Primatologia - Programa e Livro de resumos**, 170.
- Tebich, S. & Bshary, R. (2004). Cognitive abilities related to tool use in the woodpecker finch, *Cactospiza pallida*. **Animal Behaviour**, **67**(4), 689-697.
- Tomasello, M., & Call, J. (1997). **Primate cognition** (pp. 94-95). New York: Oxford Univ. Press.
- van Lawick-Goodall, J., & van Lawick, H. (1966). Use of tools by the Egyptian vulture, *Neophron percnopterus*. **Nature**, **212**, 1468-1469.
- van Lawick-Goodall, J. & van Lawick, H. (1968). Tool-using bird: the Egyptian vulture. **National Geographic Magazine**, **133**(5), 630-641.
- van Lawick-Goodall, J. & van Lawick, H., & Packer, C. (1973). Tool-use in free-living baboons in the Gombe National Park, Tanzania. **Nature**, **241**, 212-213.
- van Schaik, C. P., Ancrenaz, M., Borgen, G., Galdikas, B., Knott, C. D., Singleton, I., et al. (2003). Orangutan cultures and the evolution of material culture. **Science**, **299**, 102-105.
- van Schaik, C. P., Deaner, R. O., & Merrill, M. Y. (1999). The conditions for tool use in primates: implications for the evolution of material culture. **Journal of Human Evolution**, **36**, 719-741.
- Visalberghi, E. (1987). Acquisition of nut-cracking behaviour by 2 capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Folia Primatologica**, **49**, 168-181.
- Visalberghi, E. (1990). Tool use in *Cebus*. **Folia Primatologica**, **54**, 146-154.
- Visalberghi, E. (1997). Success and understanding in cognitive tasks: a comparison between *Cebus apella* and *Pan troglodytes*. **International Journal of Primatology**, **18**(5), 811-830.
- Visalberghi, E., & Addessi, E. (2000). Seeing group members eating a familiar food enhances the acceptance of novel foods in capuchin monkeys. **Animal Behaviour**, **60**, 69-76.
- Visalberghi, E., Janson, C. H., & Agostini, I. (2003). Response toward novel foods and novel objects in wild *Cebus apella*. **International Journal of Primatology**, **24**(3), 653-675.

- Visalberghi, E., & Limongelli, L. (1994). Lack of comprehension of cause-effect relations in tool-using capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, **108**(1), 15-22.
- Visalberghi, E., & McGrew, W.C. (1997). *Cebus* meets *Pan*. **International Journal of Primatology**, **18**(5), 677-681.
- Visalberghi, E., Quarantotti, P.B., & Tranchida, F. (2000). Solving a cooperation task without taking into account the partner's behaviour: the case of capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, **114**(3), 297-301.
- Weir, A. A. S., Chappell, J., & Kacelnik, A. (2002). Shaping of hooks in New Caledonian Crows. **Science**, **297**, 981.
- Westergaard, G. C. (1992). Object manipulation and the use of tools by infant baboons (*Papio cynocephalus anubis*). **Journal of Comparative Psychology**, **106**(4), 398-403.
- Westergaard, G. C., & Suomi, S. J. (1993). Use of a tool-set by capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Primates**, **34**, 459-462.
- Westergaard, G. C., & Suomi, S. J. (1994). A simple stone-tool technology in monkeys. **Journal of Human Evolution**, **27**, 399-404.
- Whiten, A., & Boesch, C. (2001). The cultures of chimpanzees. **Scientific American**, **284**(1), 60-67.
- Whiten, A., Horner, V., & de Waal, F. B. M. (2005). Conformity to cultural norms of tool use in chimpanzees. **Nature**, **437**, 737-740.
- Whiten, A., Goodall, J., McGrew, W. C., Nishida, T., Reynolds, V., Sugiyama, Y., et al. (1999). Cultures in chimpanzees. **Nature**, **399**, 682-685.
- Whiten A., & Ham R. (1992). On the nature and evolution of imitation in the animal kingdom: Reappraisal of a century of research. **Advances in the Study of Behaviour**, **21**, 239-83.

Créditos das Figuras

- Mapa da Figura 1: Site Ecotietê (ecotiete.sites.uol.com.br)
- Fotos da Figura 3: Eduardo B. Ottoni
- Fotos e esquemas restantes: Tiago Falótico