UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

BRUNA RODRIGUES

ETOLOGIA APLICADA AO ENRIQUECIMENTO
AMBIENTAL PARA MACACOS-PREGO (*Sapajus* spp.)
SEMI-CATIVOS

São Paulo
2014

BRUNA RODRIGUES

ETOLOGIA APLICADA AO ENRIQUECIMENTO
AMBIENTAL PARA MACACOS-PREGO (*Sapajus* spp.)
SEMI-CATIVOS

(Dissertação corrigida)

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

Área de Concentração: Psicologia Experimental

Orientadora: Briseida Dôgo de Resende

São Paulo

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Biblioteca Dante Moreira Leite

Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Rodrigues, Bruna.

Etologia aplicada ao enriquecimento ambiental para macacos-prego (*Sapajus spp.*) semi-cativos / Bruna Rodrigues; orientadora Briseida Dôgo de Resende. -- São Paulo, 2014.

106 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Macaco-prego 2. Enriquecimento ambiental 3. Etologia aplicada 4. Quebra de coco 5. Estresse psicossocial I. Título.

QL737.P925

Nome: RODRIGUES, Bruna

Título: Etologia aplicada ao enriquecimento ambiental para macacos-prego (*Sapajus* spp.) semi-cativos

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Psicologia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora

Prof.(a)Dr.(a)_____

Instituição:_____

Assinatura:_____

Prof.(a)Dr.(a)_____

Instituição:_____

Assinatura:_____

Prof.(a)Dr.(a)_____

Instituição:_____

Assinatura:_____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à professora Briseida Resende, que me iniciou à etologia e à primatologia e sempre teve paciência e didática incríveis nesses três anos. Obrigada também por respeitar e acolher minhas idéias para este trabalho, por me ajudar a unir a área de bem-estar com a da etologia, pelo imensurável conhecimento transmitido e por tornar possível esse sonho que tenho desde criança de trabalhar com comportamento animal.

À professora Patrícia Izar, por suas valiosíssimas críticas, seu apoio e incentivo na participação da banca de qualificação, por sua ajuda nas análises estatísticas e por sempre me instigar a dar o melhor do meu cérebro na disciplina da pós-graduação.

À Cleide Falcone pela sua participação na banca de qualificação, pelas suas críticas, idéias e perspectivas do mundo da pesquisa em bem-estar.

Aos professores de pós-graduação do programa de Psicologia Experimental: José Siqueira, Emma Otta, Vera Bussab, Jerry Hogan e Gabriel Ramos-Fernandez, pelas toneladas de conhecimento e pelas agradáveis aulas.

Ao Vinícius da estatística do Instituto de Psicologia, por me auxiliar nos primeiros passos com o SPSS.

Um enorme obrigado aos tratadores do parque que foram meus mateiros: Luizinho, Paulo, Luizão e Gilvan, pela dedicação, pelas informações sobre os macacos, pela humildade e por tornar possível cada dia de coleta de dados.

À Liliane e Ronaldo, que permitiram a realização deste trabalho no Parque Ecológico do Tietê.

Aos seguranças do parque Marcos, Raimundo e muitos outros, pelas conversas, pelas informações sobre o parque e os macacos, pela cortesia e pelo seu trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Etologia que estagiaram comigo, Andrés, Zé Gustavo e Tati, pelo auxílio na aplicação do enriquecimento, pela amizade, e por partilhar comigo o amor pelo que eu fazia. Também a Cris e Carlos, por me iniciarem na pesquisa de campo e permitirem que eu acompanhasse seus trabalhos.

Aos meus pais pelas inúmeras caronas e por tornar possível um meio de transporte viável ao parque, por todo o apoio e respeito pelas minhas decisões e por tornarem tudo mais fácil na minha vida com sua ajuda.

Aos macacos pelo respeito, pelo sonho realizado e por cada dia feliz na ilha.

Às agências de fomento pelo apoio financeiro: CNPq, FAPESP e CAPES.

Chegará o dia em que o homem conhecerá o íntimo dos animais. Nesse dia, um crime contra um animal será considerado um crime contra a própria humanidade.

Leonardo Da Vinci

RESUMO

RODRIGUES, B. **Etologia aplicada ao enriquecimento ambiental para macacos prego (*Sapajus* spp.) semi-cativos**. 2014. 106 p. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Atualmente há uma grande preocupação ética em promover o bem-estar de animais cativos e semi-cativos. Uma das formas mais eficientes de se fazer isso é aplicar técnicas de enriquecimento ambiental. Para avaliar sua eficácia, a abordagem da etologia se encaixa ao utilizarmos estímulos ambientais e analisarmos as mudanças comportamentais causadas por eles, correlacionando com possíveis funções adaptativas. Este trabalho analisou a influência de um método de enriquecimento ambiental sequencial e cumulativo no comportamento de 27 indivíduos de um grupo de macacos-prego (*Sapajus* sp) semi-cativos no Parque Ecológico do Tietê, São Paulo. O fornecimento de pedras e de cocos para a tarefa de quebra de coco foi utilizado como enriquecimento cognitivo-alimentar e redes em suspensão foram utilizadas como enriquecimento físico. O delineamento experimental foi composto por quatro condições: 1) Linha de Base, observações feitas antes da introdução do enriquecimento; 2) Enriquecimento com cocos Protocolo I, os cocos eram fornecidos em apenas um sítio de quebra; 3) Enriquecimento com cocos Protocolo II, os cocos eram distribuídos igualmente em três sítios de quebra; e 4) Enriquecimento Físico, duas redes foram colocadas em clareiras da ilha, além do fornecimento de cocos em três sítios. O registro dos comportamentos foi feito pelos métodos Varredura Focal e Todas as Ocorrências. Os machos adultos subordinados foram os únicos indivíduos do grupo que apresentaram comportamentos anormais, devido ao maior estresse psicossocial que sofrem na hierarquia do grupo. A frequência de comportamentos anormais foi alterada, especialmente na condição Enriquecimento Físico, quando houve diminuição drástica desses comportamentos. A introdução das redes ofereceu refúgio e evitação de conflitos, aumentando a sensação de controle do ambiente. Além disso, alguns desses indivíduos tiveram um aumento da proximidade espacial e de interações afiliativas com outros subordinados, o que seria uma estratégia adaptativa adotada para reduzir o estresse. Houve aumento das taxas de comportamentos agonísticos no grupo ao introduzirmos o enriquecimento cognitivo-alimentar. O aumento da competição direta intragrupo já era esperado devido às características do enriquecimento oferecido e essa alteração comportamental do grupo pode ser considerada típica em primatas de vida livre. Não houve aumento significativo das taxas de catação e de brincadeira social em nenhuma condição. Houve alteração significativa da coesão grupal apenas na condição Enriquecimento Físico, onde obtivemos as maiores medidas de distância interindividual e a formação de novas relações de proximidade no grupo. O aparecimento de novas díades envolvidas em catação e a diminuição do tamanho do grupo devido à alta mortalidade explicam o aumento da coesão grupal observado nessa condição. A introdução de redes em estratos superiores eliciou menor terrestrialidade, havendo um aumento significativo da frequência do uso de substratos *Acima de 1,5m* em detrimento do uso de substratos ao nível do solo na condição Enriquecimento

Físico, demonstrando uma preferência por substratos acima do solo pelos animais desse grupo. A técnica de enriquecimento empregada se justifica por ser um elemento novo na rotina desses animais que fez com que empregassem seu tempo, esforço e capacidade cognitiva e interagissem socialmente.

Palavras-chave: macaco-prego, enriquecimento ambiental, etologia aplicada, quebra de coco, estresse psicossocial

ABSTRACT

RODRIGUES, B. **Ethology applied to environmental enrichment for semi-captives capuchin monkeys (*Sapajus* spp.)**. 2014. 106 p. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Nowadays there is a big ethic concern in improving the well-being of captive and semi-captive animals. One of the most efficient forms of doing that is applying environmental enrichment techniques. To evaluate its efficiency, the ethological approach applies environmental stimuli and analyzes the behavioral changes caused by them by correlating with possible adaptive functions. This work has analyzed the influence of a sequential and cumulative environmental enrichment method on the behavior of 27 individuals of a semi-captive group of capuchin monkeys (*Sapajus* spp.) at Parque Ecológico do Tietê, São Paulo. The provision of rocks and nuts for the task of nutcracking was utilized as cognitive-food enrichment, whereas suspended nets were utilized as physical enrichment. The experimental design was composed of four conditions: 1) Base Line, observations made before the introduction of the enrichment; 2) Enrichment with nuts Protocol I, the nuts were provided at a single cracking site; 3) Enrichment with nuts, Protocol II, the nuts were equally distributed at three cracking sites; and 4) Physical Enrichment, two nets were placed in open areas of the island, beside the provision of nut at three sites. The registry of behavior was made using the Focal Scan and All Occurrences methods. The adult subordinate males were the only individuals of the group that presented abnormal behaviors, as they were under great psychosocial stress in the group hierarchy. The frequency of abnormal behaviors was altered, especially in the Physical Enrichment condition, when a drastic decrease of these behaviors was seen. The introduction of nets provided refuge and enabled conflict avoidance, increasing the sensation of environment control. Besides that, some of the individuals had a increase of spatial proximity and showed affiliative behaviors with other subordinates, which would be an adaptive strategy adopted to reduce stress. The rate of agonistic behaviors was seen to have increased with the introduction of cognitive-food enrichment. The increase of intergroup direct competition was already expected due to the characteristics of the enrichment provided and this behavioral change of the group can be considered typical of wild primates. There was no significant increase in grooming and social play rates at any of the conditions. There was significant change of the group cohesion only under the Physical Enrichment condition, where the biggest interindividual distance measures and the formation of new proximity relations in the group were seen. The appearance of new dyads involved in grooming and the reduction of the group size due to high mortality explain the increased group cohesion observed under this condition. The introduction of nets on superior layers elicited less terrestriality, by having a significant increase of the frequency of use of substrates *Above 1,5m* in detriment of use of substrates at

the ground level under the Physical Enrichment condition, showing a preference for substrates above the ground by these animals. The enrichment technique applied is justified by the fact that it is a new element on the routine of these animals, which helped them use their time, effort and cognitive capacity and interact socially.

Keywords: capuchin monkey, environmental enrichment, applied ethology, nutcracking, psychosocial stress

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Bem-estar	12
1.2 Enriquecimento ambiental	14
1.3 Estresse	17
1.4 Estresse psicossocial	19
1.5 Estereotípias e comportamentos anormais: causas e funções	22
1.6 O macaco-prego e o uso de ferramentas para quebra de coco	26
2. OBJETIVOS	30
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Local de estudo	33
3.2 Grupo de estudo	35
3.3 Procedimento	40
3.4 Análise dos dados	48
3.4.1 Hierarquia de dominância	48
3.4.2 Comportamentos anormais	49
3.4.3 Comportamentos agonísticos	49
3.4.4 Comportamentos afiliativos	50
3.4.5 Substratos	50
3.4.6 Coesão grupal	51
4. RESULTADOS	53
4.1 Hierarquia de dominância	53
4.2 Comportamentos Anormais	55
4.3 Comportamentos agonísticos	61
4.4 Comportamentos afiliativos	62
4.5 Substratos	65
4.6 Coesão grupal	66
5. DISCUSSÃO	71
5.1 Variações individuais na resposta ao estresse	71
5.2 Competição direta após a introdução do enriquecimento	80
5.3 Flexibilidade no uso dos substratos	87
5.4 Proximidade espacial e comportamentos afiliativos	91
6. CONCLUSÕES	98
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há uma grande preocupação ética em promover o bem-estar, ou seja, a qualidade de vida de animais cativos e semi-cativos, pois eles estão nessa condição exclusivamente sob nossa responsabilidade. Sejam animais cativos em zoológicos e parques, em fazendas de produção de alimentos ou em laboratórios de pesquisa científica, a quantidade de animais que não vivem em seu habitat natural para o usufruto do homem é gigantesca. Uma das formas mais eficientes de aumentar a qualidade de vida desses animais é aplicando técnicas de enriquecimento ambiental, que visam à mudança do perfil comportamental e fisiológico do indivíduo para um estado considerado mais saudável. A observação naturalística do comportamento é uma das formas mais práticas e não invasivas de compreender o estado psicológico de um animal. A fim de entender que tipo de intervenção traz maiores benefícios, é necessário entender como os animais se comportam, e uma forma eficaz de analisar e compreender os comportamentos dos animais é a partir da perspectiva etológica.

O estudo do comportamento animal começou a se inserir na psicologia com o intuito de entender a nossa própria espécie nos tempos de Charles Darwin e Sigmund Freud que, respectivamente, comparavam a descendência evolutiva e os instintos dos humanos aos dos outros animais (HOGAN, 1990). A etologia, definida por Niko Tinbergen como o estudo biológico do comportamento animal (HOGAN, 1990), surge como ciência em 1936 como unificação entre o estudo do comportamento e da fisiologia, segundo Ferreira (2011). Até então, o estudo através da abordagem behaviorista era sempre feito em laboratório e enxergava o comportamento como infinitamente plástico,

fruto apenas da aprendizagem (FERREIRA, 2011). Com uma abordagem evolucionista, a etologia se preocupa em entender o comportamento de uma espécie levando em consideração o ambiente natural e a herança genética (HOGAN, 1990; FERREIRA, 2011). A etologia moderna teve três grandes precursores: Konrad Lorenz, Niko Tinbergen e Karl von Frisch.

Em 1963, Tinbergen propõe a distinção de quatro questões para o estudo etológico do comportamento: Causa, Desenvolvimento, Evolução e Função. As causas ou fatores proximais (Causa e Desenvolvimento) ocorrem durante o tempo de vida do indivíduo estudado. A Causa refere-se aos mecanismos físico-químicos do comportamento (FERREIRA, 2011), que é afetado por múltiplos fatores (HOGAN, 1990). O Desenvolvimento refere-se às mudanças no comportamento e em seus mecanismos ao longo da vida de um indivíduo (FERREIRA, 2011).

Já as causas ou fatores distais (Evolução e Função) referem-se ao passado filogenético e à aptidão do indivíduo (genes que serão passados para as gerações futuras) (FERREIRA, 2011). A Evolução estuda os fatores genéticos, culturais e ambientais que fizeram com que tal comportamento tenha mudado na história evolutiva de uma espécie (HOGAN, 1990; FERREIRA, 2011). A Função estuda os efeitos e consequências de um comportamento, que podem ser várias (HOGAN, 1990), do ponto de vista do valor de sobrevivência e de aptidão para o indivíduo (FERREIRA, 2011), ou ainda de objetivos intermediários na busca da sobrevivência e reprodução (HOGAN, 1990).

Especificamente para a avaliação da eficácia de uma técnica de enriquecimento ambiental, a abordagem da etologia se aplica ao utilizarmos

estímulos ambientais e analisarmos as mudanças comportamentais causadas por eles, correlacionando com possíveis funções adaptativas.

1.1 Bem-estar

Segundo Broom (1986), bem-estar é o estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente e varia em uma escala de muito bom a muito ruim. O bem-estar de um indivíduo é considerado bom quando ele tem sucesso ao enfrentar problemas no ambiente, obtendo assim controle de estabilidade mental e corporal, ou homeostase. Se o indivíduo tem uma dificuldade prolongada em obter sucesso ao enfrentar um problema, ele não atinge a homeostase e isso seria considerado um bem-estar ruim (BROOM e MOLENTO, 2004).

O termo bem-estar poder ser aplicado a pessoas, animais silvestres e animais cativos ou semi-cativos. Tal termo se refere aos efeitos de condições fisiológicas, comportamentais e ecológicas, como: 1) estresse; 2) doenças; 3) dor e injúrias; 4) nutrição; 5) conforto; 6) necessidades; 7) emoções; 8) aptidão (*fitness*); 9) interações sociais; 10) preferências; 11) limites de adaptação; 12) falta de controle; 13) condições de alojamento; 14) manejo; e 15) privação de desenvolvimento comportamental, fisiológico e anatômico normal (BROOM e MOLENTO, 2004).

O principal objetivo da preocupação com o bem-estar animal é promover a melhoria da qualidade de vida dos animais em cativeiro, indústrias de produção e laboratórios, reduzindo seu estresse sem perder o usufruto para o homem. O nível de bem-estar pode ser avaliado de diversas formas, como avaliação da saúde física do animal, comparação com o repertório

comportamental típico da espécie, testes de preferência, avaliação de respostas adaptativas, desempenho reprodutivo, nível de cortisol e manifestação de estereotípias (NOVAK e SUOMI, 1988; BROOM e MOLENTO, 2004). Na avaliação do bem-estar de um grupo de animais, é necessário levar em conta as variações individuais, por isso cada indivíduo deve ser seu próprio controle na análise dos dados (BROOM e MOLENTO, 2004; MENDONÇA-FURTADO, 2006).

Interações sociais como estímulo sexual, competição, agressão e amizades interferem no estado fisiológico e emocional do indivíduo, e, portanto, em seu bem-estar. As emoções são frutos de atividades elétricas e neuroquímicas. Um bom indicador de que o animal está emocionalmente bem ou não, segundo Honess e Marin (2006b), é avaliar o nível de brincadeira e de agonismo que ele apresenta. As preferências também interferem no bem-estar do animal e, quando atendidas, são os maiores indicadores de um bem-estar bom. Por exemplo, um indivíduo que está impossibilitado de adotar sua postura preferida de repouso, ou de utilizar seu tipo preferido de substrato, está com o bem-estar pior que o de um indivíduo que dispõe dessa possibilidade (BROOM e MOLENTO, 2004). Na impossibilidade de realizar determinada necessidade comportamental, o bem-estar do animal pode ser seriamente afetado (BROOM e JOHNSON, 1993).

Em animais cativos que vivem em grupos, é comum que alguns animais tenham um nível de bem-estar melhor que outros devido a fatores sociais e a diferenças interindividuais (BROOM, 1986). Quando um grupo de animais apresenta um bem-estar ruim, cada indivíduo pode responder de forma diferente. Alguns podem desenvolver estereotípias, como andar repetidamente

pelo mesmo circuito (*pacing*), esfregar ou lambar a pata excessivamente, balançar a cabeça, rolar os olhos, morder grades ou se auto-mutilar. Outros podem desenvolver prolongada inatividade, ausência de resposta, hiperatividade ou histeria (BROOM, 1986).

Apesar dos muitos estudos já feitos sobre estresse em cativeiro com primatas, existem resultados divergentes que dificultam uma conclusão de como inferir bem-estar diretamente. O bem-estar dos animais pode melhorar com o enriquecimento fornecido, porém não representa o bem-estar propriamente dito (BROOM e MOLENTO, 2004). Mas o que esses estudos mostram é que o enriquecimento ambiental para animais cativos de fato tem efeitos positivos quanto a aumentar o repertório comportamental típico da espécie e diminuir os comportamentos anormais (SCHAPIRO et al., 1993; BYRNE e SUOMI, 1999; NOVAK et. al., 2013).

1.2 Enriquecimento ambiental

Enriquecimento ambiental é uma técnica que tem como objetivos a melhora da qualidade de vida e a redução de comportamentos anormais em animais cativos. Para macacos-prego em cativeiro, o foco do enriquecimento ambiental é aumentar a qualidade de vida física, psicológica e social desses animais, através da redução da inatividade e de comportamentos estereotipados (HONEYSETT, 2006).

O enriquecimento também pode promover a satisfação das necessidades comportamentais dos animais (BOERE, 2001). Tais necessidades, segundo Broom e Johnson (1993), podem ser definidas como “um requerimento, que é fundamental na biologia do animal para a obtenção de

um recurso em particular ou para responder a um dado estímulo corporal ou ambiental”. Os primatas neotropicais têm grande capacidade cognitiva e emocional e podem ter seu bem-estar afetado e apresentar anormalidades comportamentais ou fisiológicas na impossibilidade de realizar comportamentos que as estimulem. Portanto essas necessidades comportamentais também devem ser levadas em consideração para uma maior eficácia no enriquecimento empregado (BROOM e MOLENTO, 2004).

O enriquecimento ambiental pode trazer benefícios para as pesquisas científicas que têm a preocupação de usar sujeitos como modelos válidos de sua espécie e seus respectivos processos biológicos, podendo aumentar a exatidão e a confiança nos dados (NOVAK e SUOMI, 1988; BOERE, 2001). Quando um animal enfrenta eventos estressores (ver capítulo 1.3), as respostas adaptativas fisiológicas e comportamentais dependem de sua integridade neural. Um recinto enriquecido pode promover o desenvolvimento neurológico completo, aumentando assim a complexidade comportamental (ROSENZWEIG, 1996) e a capacidade do animal de resolver problemas (BOERE, 2001). Já em zoológicos e parques, as maiores preocupações para a utilização do enriquecimento ambiental são: 1) manter os animais em um recinto representativo de seu ambiente natural para fins educacionais e de conservação, sendo assim importante prover condições que possibilitem a expressão de comportamentos típicos da espécie; e 2) produzir um perfil de comportamento conveniente aos olhos dos visitantes: ativo no ambiente, baixos níveis de agressão e de estereotípias, e altos níveis de comportamentos afiliativos, exploratórios e de brincadeiras (NOVAK e SUOMI, 1988; HONESS e MARIN, 2006).

Existem cinco tipos de enriquecimento: 1) Enriquecimento físico, que busca incrementar o recinto no qual o animal vive, interferindo, por exemplo, no tamanho, forma, insolação, substrato, estruturas para ninhos, tocas e escaladas; 2) Enriquecimento social, que busca incrementar as interações sociais das espécies com essa necessidade; 3) Enriquecimento cognitivo, que busca exercitar a capacidade cognitiva do animal proporcionando situações de aprendizado e de solução de problemas através de alimentadores quebra-cabeça, exploração do ambiente e treinamentos; 4) Enriquecimento sensorial, que estimula os sentidos do animal através de brinquedos com texturas e cheiros, música e visões de atividades externas; e 5) Enriquecimento alimentar, muitas vezes ligado ao enriquecimento cognitivo, onde a obtenção do alimento é um pouco dificultada através de alimentadores quebra-cabeça ou alimentos escondidos no recinto, ou ainda o fornecimento de tipos de alimentos diferentes da provisão fornecida usualmente (YOUNG, 2003).

Simple mudanças estruturais no recinto e na rotina diária e socialização apropriada são medidas suficientes para melhorar o estado psicológico e a qualidade de vida de um grupo (BOERE, 2001). A complexidade ambiental é um elemento básico para o enriquecimento, e deve permitir que todos os indivíduos possam explorar diferentes substratos, expressar seu repertório motor completo e procurar refúgio (BOERE, 2001). Muitas espécies de primatas são arbóreas e preferem utilizar substratos mais elevados ao invés do solo na natureza. Para primatas arbóreos cativos, aumentar a disponibilidade de espaço vertical do recinto com troncos e galhos de árvores, cordas e redes pode simular a variedade de substratos encontrados na natureza e permitir que os indivíduos subordinados possam evitar os dominantes e fugir de situações

de alarme e de conflito com conspecíficos (BOERE, 2001; SAPOLSKY, 2005). Já o fornecimento de brinquedos e bolas de plástico para primatas não parece diminuir os comportamentos anormais causados pelo estresse em cativeiro, pois os indivíduos logo perdiam o interesse pelo elemento novo (BOERE, 2001). Normalmente os primatas se interessam mais por artefatos do tipo cognitivo-alimentar, onde é necessário certo controle manual do artefato e envolve um reforço positivo (BOERE, 2001).

1.3 Estresse

O estresse pode ser definido como uma “reposta biocomportamental do organismo frente a qualquer desafio estressor capaz de perturbar a homeostase, a ponto de danificar a regulação da resposta, inerente a qualquer ser vivo” (SELYE, 1954). Ou ainda “um efeito ambiental sobre o indivíduo que sobrecarrega seu sistema de controle e reduz sua adaptação, ou parece ter potencial para tanto” (BROOM e MOLENTO, 2004). Novak et. al (2013) definem estresse como “uma perturbação na homeostase fisiológica e/ou comportamental de um organismo como resultado da exposição a certos eventos ou situações”.

De acordo com Sapolsky (2005), há dois tipos de estressores: o estressor físico, que é um desafio externo à homeostase, e o estressor psicossocial, que é a antecipação, justificada ou não, da existência de um desafio à homeostase. Um estressor físico pode ser a presença de um predador, briga com um conspecífico, indisponibilidade de alimento ou injúrias. Já um estressor psicossocial pode ser o acesso dificultado a contato social e falta de válvulas de escape para frustração, que causam a sensação de

imprevisibilidade e falta de controle no indivíduo mesmo que isso não necessariamente ocorra no ambiente.

Para medir o estresse de um indivíduo, podem-se utilizar os seguintes parâmetros: comportamento, cortisol, capacidade de lidar com desafios, quadro clínico, performance reprodutiva e hormônios sexuais (BROOM, 1986). De acordo com Broom e Johnson (1993), as medidas comportamentais são os melhores indicadores da existência de um bem-estar ruim a longo prazo, além de serem não-invasivas. Porém, é preciso ter cautela ao escolher os comportamentos que podem ser indicadores de estresse. A amplitude de respostas comportamentais típicas da espécie não é uma boa medida de bem-estar, pois é vaga e inespecífica (NOVAK e SUOMI, 1988). Não é claro se a comparação do repertório comportamental do animal cativo com o de animais livres deve se referir ao número de padrões comportamentais diferentes, à frequência, à duração ou a contextos (NOVAK e SUOMI, 1988). A agressão, por exemplo, é um comportamento típico associado ao estresse, portanto é difícil avaliar quais seriam os limites de frequência de agonismo em cativeiro que não comprometeriam o bem-estar do indivíduo (NOVAK e SUOMI, 1988). Além disso, é difícil definir o que é típico de um gênero com flexibilidade comportamental e distribuição geográfica tão amplas como o gênero *Sapajus*. Medidas de comportamentos anormais também não são o suficiente para avaliar o nível de estresse em um animal cativo, já que há casos em que, apesar da melhora do bem-estar, esses comportamentos não são afetados pelo enriquecimento ambiental. Por isso, num estudo experimental sobre estresse, devem-se avaliar mudanças em diversos tipos de comportamentos

que podem ser indicadores de bem-estar, como os comportamentos anormais, afiliativos e agonísticos (HONESS e MARIN, 2006b).

A mensuração do comportamento pode ser feita através dos métodos de observação Animal Focal, Varredura e Todas as Ocorrências, onde deve-se registrar os comportamentos típicos da espécie e os comportamentos anormais, e cada sujeito será seu próprio controle (ALTMANN, 1974). No delineamento experimental, deve-se registrar primeiramente os comportamentos na condição de controle, ou linha de base, antes de realizar o experimento, e depois registrá-los nas condições durante e após o experimento. Esse procedimento permite a avaliação da mudança comportamental em resposta ao aumento ou diminuição do estresse.

1.4 Estresse psicossocial

Em muitas espécies sociais, a hierarquia de dominância evoluiu como um meio de resolver disputas por recursos sem a necessidade de alta frequência de agressão física e riscos de ferimentos (SAPOLSKY, 1994; HONESS e MARIN, 2006b). Numa díade, devido a características de tamanho, idade e temperamento, um indivíduo será o vencedor recorrente de disputas entre os dois, ou seja, um será o dominante e o outro o subordinado. Ao invés de ocorrer agressão física em cada situação de competição por recursos, gestos ritualizados de demonstração de dominância e de subordinação são suficientes para reconhecimento do posto social entre si (SAPOLSKY, 1994). Quando isso ocorre, e não há disputas de poder para subjugar um dominante e subir no posto hierárquico, pode-se dizer que a hierarquia de dominância está estabilizada. Por isso, a dominância não precisa ser necessariamente

agressiva, e pode ser medida analisando a frequência e direção de comportamentos mais sutis como demonstrações de dominância, deslocamentos e evitação (HONESS e MARIN, 2006).

Nos grupos de macacos-prego sempre há a figura de um macho alfa. A estrutura social pode ser multi-macho, onde outros machos adultos além do alfa têm acesso reprodutivo às fêmeas e essas cópulas podem ocorrer escondidas, ou uni-macho, onde há intolerância do macho alfa e ele monopoliza o acesso reprodutivo às fêmeas e aos recursos alimentares, enquanto os outros machos adultos são subordinados e periféricos no grupo (FRAGASZY et al., 2004a).

Em animais sociais que formam grupos com hierarquia de dominância, como os macacos-prego, o posto social de um indivíduo pode influenciar muito sua qualidade de vida. Indivíduos de diferentes postos sociais são afetados por estressores psicossociais diferentes. O sistema de estrutura social e de manutenção da dominância na espécie é um fator que pode determinar se os mais estressados do grupo são os dominantes ou os subordinados (SAPOLSKY, 2005).

Um grande exemplo de estressor psicossocial na vida de macacos-prego cativos é a impossibilidade dos machos de posto social baixo ou periféricos emigrarem para outros grupos ao atingirem a maturidade sexual (FRAGASZY et al., 2004a; REIS, 2008). Os macacos-prego de vida livre podem emigrar para evitar acasalamento consanguíneo, procurar oportunidades de cópula ou reduzir os custos de viver no grupo natal quando estes excedem os benefícios (e.g. indivíduos menos tolerados que ingerem

menos alimentos) (JANSON, 1985). A falta de uma válvula de escape para a frustração causada por esse estressor, como interações afiliativas (e.g. catação e brincadeira social) ou agressão direcionada a um indivíduo mais subordinado, também é um agravante (IZAR, 1994; SAPOLSKY, 1994; HELD e SPINKA, 2011). Outros tipos de estressores psicossociais que macacos-prego cativos enfrentam são a proximidade constante e impossibilidade de evitar indivíduos dominantes e agressivos, a intimidação psicológica do macho alfa (intimidação não-física, quando apenas o contato visual desencadeia reações de subordinação), a inacessibilidade reprodutiva e alimentar e a instabilidade na hierarquia social (SAPOLSKY, 1990; SAPOLSKY, 1994; BROOM e MOLENTO, 2004; SAPOLSKY, 2005).

Os primatas selvagens enfrentam diversos estressores todos os dias, como escassez de comida, predação e parasitismo, que em cativeiro podem ser eliminados. No entanto, de acordo com Mendonça-Furtado et al. (2011), os principais estressores em macacos-prego selvagens são os eventos sociais, como conflitos agonísticos, encontro com outros grupos, fêmeas no estro e cópulas. No cativeiro, macacos-prego podem enfrentar estressores diferentes, como espaço restrito, a poluição sonora da cidade (aviões, carros, fogos de artifício), presença de visitantes no parque ou zoológico, conflito constante com outros grupos cativos, presença de tratadores, antecipação da hora da alimentação sempre feita no mesmo horário e ambiente sem estímulos (HONESS e MARIN, 2006; RODRIGUES et al., 2012; NOVAK et al. 2013).

Em macacos-prego de vida livre, a posição de um indivíduo na organização espacial do grupo é relacionada com seu posto social, onde os dominantes ocupam as posições mais privilegiadas para forrageamento e

evitação de predadores, enquanto os subordinados ocupam posições mais periféricas, evitando conflitos agonísticos direcionados a eles. A proximidade entre os indivíduos é influenciada por afinidades e por parentesco, com os quais têm maior contato físico (IZAR, 1994). O comportamento de espaçamento interindividual é também uma medida de coesão do grupo. Em animais cativos, maiores distâncias interindividuais podem estar relacionadas à tensão social e a outras medidas comportamentais e neuroendócrinas de estresse social crônico dos indivíduos do grupo (TURNER et al., 2013).

1.5 Estereotipias e comportamentos anormais: causas e funções

Há uma enorme variedade individual na capacidade, intensidade e qualidade das respostas fisiológicas e comportamentais a estressores (SAPOLSY, 1994; HONESS e MARIN, 2006b; SHEPHERDSON et al., 2013). A essas respostas dá-se o nome de “*coping responses*”, que nesse trabalho traduziremos como “respostas para lidar com o ambiente ou situação”. Essas respostas comportamentais (e. g. estereotipias) atenuam as respostas fisiológicas danosas à saúde causadas por estressores (WÜRBEL et al., 2006).

Estereotipias, segundo Manson (1991), são “padrões de comportamentos repetitivos e invariantes em forma, sem objetivo ou função óbvios, que parecem ser restritos a animais de cativeiro e humanos com doenças mentais”. Ainda, segundo Dantzer (1986), “o termo estereotipia deve ser usado apenas para se referir a sequências repetitivas de atividades que consistem em alguns elementos fixos executados em uma razão maior que a normal e que ocorrem aproximadamente na mesma ordem em ciclos sucessivos”. As estereotipias podem ser observadas em animais de cativeiro e

de produção, que são mantidos em ambientes com restrição de movimentos e de oportunidades para expressar o repertório comportamental típico da espécie e com poucos estímulos. Sua presença, frequência e duração são indicadores de estresse e de um bem-estar ruim em um indivíduo e de um ambiente sub-ótimo (MASON e LATHAM, 2004).

Já o termo “comportamentos anormais” é um pouco mais abrangente sobre os comportamentos que animais cativos podem desenvolver. Segundo Novak e Suomi (2008) um comportamento anormal pode ser tanto uma estereotipia, como uma variação incomum na expressão ou frequência de comportamentos típicos da espécie. Os comportamentos anormais são expressos em contextos inapropriados ou em frequências tão altas ou tão baixas que comprometem o bem-estar. O tempo e energia que o indivíduo gasta realizando esses comportamentos anormais podem prejudicar processos biológicos essenciais como exploração, forrageio, reprodução e cuidado parental, ou substituir comportamentos típicos como catação e brincadeira.

A estratégia ideal para um enriquecimento ambiental eficaz é identificar e eliminar a causa motivadora (i.e., o estressor desencadeador) das estereotipias, ao invés de tomar medidas que apenas extingam as estereotipias (NOVAK e SUOMI, 2008). Para isso, é importante entender os mecanismos e funções das estereotipias e suas relações com o bem-estar (MASON e LATHAM, 2004). Identificar a causa motivadora de uma estereotipia pode ser difícil quando ela não é ativada em um contexto específico e aparece como uma resposta para lidar com várias situações diferentes (WÜRBEL et al., 2006).

As estereotipias podem ser classificadas como: 1) adaptativas, quando constituem um mecanismo eficaz de lidar com o ambiente, podendo aliviar o estresse e diminuir o nível de cortisol no organismo; 2) mal-adaptativas, quando constituem respostas adaptativas em um contexto inapropriado, e são indicadoras de estresse e bem-estar psicológico e/ou físico ruim; e 3) patológicas, quando são causadas por disfunções no sistema nervoso (WÜRBEL, 2006; NOVAK e SUOMI, 2008). A seguir explanamos as principais teorias sobre as causas e funções das estereotipias.

Segundo Dantzer (1986), há duas principais hipóteses para a função das estereotipias: a função compensatória, em que a execução de movimentos motores fornece estímulo sensorial para o indivíduo para compensar a falta de estímulo do ambiente; e a função desestimulante, em que a execução de um comportamento estereotipado faz com que o animal alivie a tensão, frustração ou ansiedade devido à situação, ou desvie a atenção da mesma. Se a estereotipia está relacionada à função de diminuir o estímulo, deve-se observar uma redução nos níveis de cortisol e hormônios adrenais. Se a estereotipia está relacionada à função de aumentar o estímulo, deve-se observar um aumento dos mesmos. Os efeitos de redução de estresse podem ser a causa para que as estereotipias se desenvolvam e perpetuem, ou podem ser meros efeitos colaterais benéficos (WÜRBEL et al., 2006).

Novak e Suomi (2008) apontam três possíveis funções das estereotipias. A primeira, similar à hipótese da função compensatória de Dantzer (1986), diz que estereotipias como o *pacing* aumentariam o estímulo motor e permitiria que os animais expressassem comportamentos típicos em recintos pequenos. A segunda, similar à hipótese da função desestimulante de Dantzer (1986), diz

que as estereotipias reduzem o estímulo e o estresse, sendo respostas adaptativas a situações de ansiedade. A terceira possível função das estereotipias é a hipótese do hábito, em que a estereotipia apareceu num contexto estressor que não existe mais, mas o comportamento persiste como um hábito. Ele pode ser desencadeado por vários estímulos e em várias situações diferentes das causas iniciais. Esse tipo de estereotipia pode ser neutra em relação ao bem-estar e mais difícil de ser modulada com o enriquecimento ambiental, devido ao seu processamento automático e minimamente cognitivo (MASON e LATHAM, 2004).

Mason e Latham (2004) sugerem um quarto tipo de estereotipia além das três citadas acima: a perseveração. O comportamento perseverativo surge através de disfunções no sistema nervoso central e produz respostas desnecessárias e inapropriadas ao ambiente, podendo ser excessivamente repetitivas. Em humanos, a perseveração está associada ao autismo e à esquizofrenia. No ambiente cativo, esse tipo de comportamento pode ser neutro em relação ao bem-estar e ser considerado como uma condição biológica individual independente do ambiente em que o animal vive. Portanto, estereotipias causadas por uma perseveração severa também são dificilmente afetadas por enriquecimentos. Apesar de Mason e Latham (2004) afirmarem que as estereotipias por hábito e por perseveração podem ser neutras em relação ao bem-estar, Novak e Suomi (2008) ressaltam que este pode ser afetado quando o animal gasta tanto tempo e energia com esses comportamentos anormais que perde a variabilidade de comportamentos típicos.

1.6 O macaco-prego e o uso de ferramentas para quebra de coco

O padrão de atividades dos macacos-prego consiste basicamente em locomoção, forrageamento, descanso e socialização. A importância desse conhecimento é a de que o orçamento de atividades está diretamente relacionado com sua dieta, tamanho corporal, uso do espaço, comportamento social e fatores externos do ambiente. O macaco-prego precisa investir muito tempo se locomovendo para localizar árvores frutíferas e localizar e capturar insetos, tendo menos tempo para descanso e interações sociais que outras espécies de primatas com dietas diferentes (FRAGASZY et al., 2004a). São primatas arbóreos e preferem o estrato intermediário da floresta, às vezes indo ao chão para forragear e atravessar clareiras (FLEAGLE, 1999; FRAGASZY et al., 2004a). São ativos durante o dia, realizando suas atividades entre um pouco antes do amanhecer até por volta do anoitecer, quando procuram por árvores para dormir, sendo suas favoritas as altas, emergentes, com copas grandes e bastante galhos horizontais que permitam que pequenos subgrupos de indivíduos durmam juntos (FRAGASZY et al., 2004a).

Os macacos-prego possuem as características anatômicas e comportamentais necessárias para a emergência do uso de ferramentas: mãos bem articuladas com adaptações anatômicas para uma manipulação precisa e posicionamento de objetos, membros longos, controle postural e força; tolerância social dos proficientes no uso de ferramentas aos não proficientes, o que facilita na aprendizagem dessa tarefa; e comportamentos exploratórios e manipulativos envolvendo combinação de objetos e superfícies (FRAGASZY et al., 2004a). O termo “ferramenta” pode ser definido como um objeto que o

animal usa como uma extensão funcional do seu corpo para agir sobre outro objeto ou superfície para atingir um objetivo imediato (GOODALL, 1970).

Os macacos dos gêneros *Cebus* e *Sapajus* são os únicos primatas do Novo Mundo que utilizam ferramentas espontaneamente para a obtenção de alimento (OTTONI & MANNU, 2001). O uso de ferramentas para quebra de coco foi relatado em diversas populações de macacos-prego tanto de vida livre (FRAGASZY et al., 2004b; MOURA e LEE, 2004) e semi-livre (OTTONI & MANNU, 2001; MANNU, 2002; RESENDE, 2004; COELHO, 2009) quanto de cativeiro e semi-cativeiro (MENDONÇA-FURTADO, 2006; REIS, 2008; VIEIRA, 2011), comprovando que essa é uma estratégia de forrageio que pode ser encontrada nessas espécies. A tarefa envolve a combinação de uma bigorna (substrato onde os cocos são posicionados para serem quebrados), de um martelo (pedra utilizada para golpear o coco) e de coco. O local onde se encontra esses objetos e onde ocorre a quebra é chamado de sítio de quebra, e, até o momento, não há evidências de que essa atividade seja realizada fora do solo (BIONDI, 2010). O uso de ferramentas por macacos-prego selvagens é, em grande parte, encontrado em populações de *Sapajus libidinosus* que vivem no cerrado e caatinga, devido às características do ambiente pouco arbóreo e que exige maior uso do solo pelos animais (OTTONI e IZAR, 2008).

O comportamento de uso de ferramentas para quebra de coco não é tipicamente encontrado em todas as populações de macacos-prego, podendo ser transmitido através da aprendizagem social (RESENDE, 2004; OTTONI e IZAR, 2008). A predisposição comportamental e anatômica para utilizar ferramentas, aliada à facilitação social, faz com que essa tradição seja possível. O indivíduo aprende a quebrar cocos quando está inserido num

ambiente com estímulos sociais e físicos relacionados a essa atividade e por meio da própria experiência, na tentativa e erro ao combinar os objetos na sequência e movimentos certos até que se torne proficiente na quebra (RESENDE e IZAR, 2011).

Mendonça-Furtado (2006), em um experimento de enriquecimento ambiental com macacos-prego cativos, forneceu aleatória e separadamente os seguintes objetos: pedras, para serem utilizadas como martelos, e cocos; brinquedo feito com tubo de PVC; e caixa de acrílico com serragem e larvas de tenébrios. Não foi observado um padrão geral de resposta à introdução dos artefatos, não sendo conclusiva a eficácia de cada método de enriquecimento. Porém, foi verificado que a frequência de interações com as ferramentas foi significativamente maior que a frequência de interações com artefatos artificiais (brinquedo feito com tubo de PVC e caixa de acrílico com serragem e larvas de tenébrios) entre os animais com a habilidade de quebra de coco com ferramenta. Portanto, devido ao alto grau de interesse que estes apresentaram em relação aos outros tipos de enriquecimento, a quebra de coco com o uso de ferramentas pode ser um enriquecimento ambiental eficaz para indivíduos proficientes nessa habilidade (MENDONÇA-FURTADO, 2006). A autora também aponta para a necessidade de se criar métodos melhores para avaliar quais artefatos seriam mais interessantes para a espécie. Uma das sugestões feitas é a comparação entre um ambiente com vários artefatos e um ambiente com a introdução sequencial dos mesmos artefatos.

De acordo com Celli et al. (2003), a falta de estímulo social e cognitivo e de oportunidades de forrageamento apropriadas em cativeiro são associadas a comportamentos estereotipados em primatas. Portanto, os autores simularam o

uso de ferramentas para “pesca-de-formigas”, observado na natureza em chimpanzés, como enriquecimento ambiental em cativeiro. Foram fornecidos 20 tipos diferentes de materiais, apropriados e não apropriados para a tarefa, que deveriam ser inseridos em buracos numa caixa de acrílico para a retirada de mel. Esse tipo de enriquecimento estimulou as habilidades cognitivas, de resolução de problemas e de aprendizado dos sujeitos, além de aumentar as oportunidades de contato social e da expressão de comportamentos típicos da espécie e diminuir o tempo de inatividade (CELLI et al., 2003).

A presente pesquisa verificará a influência do enriquecimento com o fornecimento de pedras e cocos e a inclusão de redes para macacos-prego semi-cativos. Esperamos encontrar uma diminuição dos comportamentos anormais e do agonismo e um aumento dos comportamentos afiliativos, assim como um aumento da coesão grupal e de uso do estrato superior. Desta forma, o presente trabalho se justifica pela sua aplicação de manejo de animais silvestres em cativeiro e semi-cativeiro, situações nas quais os animais estão sujeitos a estressores como espaço restrito, exposição a visitantes e poluição sonora da cidade. Ou seja, caso nossas previsões se cumpram, o tipo de enriquecimento aqui utilizado pode ser adotado na formação de grupos em zoológicos, criadouros, parques e laboratórios de pesquisa, onde o gênero *Sapajus* é amplamente encontrado.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo analisar a influência de um método de enriquecimento ambiental sequencial e cumulativo no comportamento dos indivíduos de um grupo de macacos-prego semi-cativos. O fornecimento de pedras e de cocos para a tarefa de quebra de coco foi utilizado como forma de enriquecimento cognitivo-alimentar e redes em suspensão foram utilizadas como enriquecimento físico. Durante o experimento, demos atenção especial a indicadores potenciais de estresse e bem-estar, como comportamentos anormais, agonismo, brincadeira social, catação, coesão e uso de substratos.

Pretendo responder às seguintes questões:

1) Com o enriquecimento:

- a. Haverá diminuição da frequência de comportamentos anormais?
- b. Haverá alteração da frequência de agonismo e aumento da frequência de brincadeiras sociais e de catação?
- c. Haverá alteração da coesão grupal?

2) A introdução de redes em estratos superiores eliciará menor terrestrialidade?

Para isso, testarei as seguintes hipóteses:

1) H0: A suscetibilidade ao estresse psicológico não é influenciada pelo posto hierárquico.

H1: A suscetibilidade ao estresse psicológico é influenciada pelo posto hierárquico.

Se H1 for corroborada, prevemos que os machos subordinados serão os mais suscetíveis ao estresse psicológico.

- 2) H0: A frequência de comportamentos anormais não será afetada pelo enriquecimento.

H1: A frequência de comportamentos anormais será afetada pelo enriquecimento.

Se H1 for corroborada, prevemos que haverá uma diminuição da frequência de comportamentos anormais devido aos objetos introduzidos na ilha e/ou devido ao aumento de interações afiliativas.

- 3) H0: Não haverá diferença nas frequências de comportamentos agonísticos e afiliativos com a introdução do enriquecimento.

H1: Haverá diferença nas frequências de comportamentos agonísticos e afiliativos com a introdução do enriquecimento.

Se H1 for corroborada, com a introdução do enriquecimento com cocos, prevemos que haverá um aumento dos comportamentos agonísticos em virtude do interesse pelos objetos e pela possibilidade de monopólio desses recursos, e não esperamos que haverá diferença na catação e brincadeira social. Para o período de introdução das redes como enriquecimento, esperamos que haverá uma diminuição dos comportamentos agonísticos e aumento de catação e de brincadeira social devido ao caráter não-monopolizável e às possibilidades lúdicas desses objetos.

- 4) H0: Não há preferência por substratos acima do solo pelos animais desse grupo.

H1: Os animais desse grupo possuem preferência por substratos acima do solo.

Se H1 for corroborada, prevemos que haverá um aumento da frequência do uso de substratos acima do solo em detrimento do uso do solo devido ao aumento da disponibilidade do estrato superior na ilha. O enriquecimento físico simula um estrato arbóreo, demonstrando essa preferência.

5) H0: Não haverá alteração da coesão grupal com o enriquecimento.

H1: Haverá alteração da coesão grupal com o enriquecimento.

Se H1 for corroborada, prevemos que o enriquecimento promoverá a diminuição das distâncias interindividuais, em virtude do aumento das interações afiliativas entre díades.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

O Parque Ecológico do Tietê (PET) (Figura 1) está localizado na zona leste de São Paulo, SP, próximo à Rodovia Ayrton Senna. Possui 14 km² de área que inclui área de lazer aberta ao público com trilhas, mesas de piquenique e *playground*, e área de conservação, cujo acesso é restrito. A área de conservação foi reflorestada com eucaliptos, árvores frutíferas, palmeiras e vegetação arbustiva, e possui três lagoas naturais com algumas ilhas. As palmeiras jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) produzem pequenos cocos durante todo o ano, que são quebrados com pedras por um grupo de macacos-prego que vive em regime de semi-liberdade, que não tem barreiras físicas restringindo sua locomoção (WINANDY, 2012; RESENDE, 2004). Ainda na área de conservação, o parque possui um centro de reabilitação de animais silvestres (CRAS) que recebe animais apreendidos do tráfico ou doados, que são encaminhados para outras instituições ou projetos de reintrodução à natureza, ou são mantidos no parque.

Figura 1: Imagem de satélite do Parque Ecológico do Tietê.

Além do grupo semi-livre, o parque possui outros três grupos de macacos-prego que vivem em regime de semi-cativeiro, cada um em uma ilha das lagoas. A condição desses três grupos é considerada como semi-cativeiro, pois apesar de a água ser uma barreira física que restringe a locomoção desses animais, eles têm a possibilidade de alimentar-se de fontes naturais nas ilhas como frutos, folhas, flores, insetos, caramujos e eventualmente caçar pequenas aves e peixes (IZAR, 1994; observação pessoal). Todos os grupos de macacos-prego do PET recebem dos tratadores provisão diária de alimento, que consiste em abóbora, mamão, cenoura, laranja, banana, coco grande, milho, ovos cozidos e polenta de fubá com ração canina. Eventualmente os veterinários do CRAS administravam vermífugos para esses animais através da polenta provisionada.

Além de macacos-prego (*Sapajus* spp.), o parque abriga diversos animais silvestres: capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*), bugios (*Alouatta* sp),

quatis (*Nasua nasua*), catetos (*Tayassu tajacu*), cotias (*Dasyprocta aguti*), antas (*Tapirus terrestris*), lagartos teiú (*Tupinambis* sp), urubus (*Caragyps atratus*), pombos (*Columbia livia*), carcarás (*Polyborus plancus*), gaviões carrapateiro (*Mivalgo chimachima*), falcões quiri-quiri (*Falco sparverius*), cardeais (*Paroaria coronata*), pica-paus-de-topete-vermelho (*Campephilus melanoleucos*), biguás (*Phalacrocorax brasilianus*), garças (*Ardea alba*), frangos-d'água-comum (*Gallinula galeata*), jararaca (*Bothrops jararaca*), cobra-verde, entre outros não identificados (WINANDY, 2012; observação pessoal; B. D. RESENDE, comunicação pessoal). Houve relatos de tratadores do parque de avistamento de uma sucuri (*Eunectes* sp), ou alguma outra espécie de cobra de aproximadamente 7m, nas margens da lagoa (L. A. OLIVEIRA, comunicação pessoal). Dentre as espécies observadas no parque, nenhuma é predadora natural de macacos-prego.

3.2 Grupo de estudo

O grupo de macacos-prego estudado foi formado em 1981 com animais apreendidos pela Polícia Florestal ou doados. Devido à origem desconhecida desses animais, à possível hibridização e à morfologia correspondente a macacos-prego robustos, classificamos esses macacos como *Sapajus* spp. (LYNCH-ALFARO et al., 2014). Vivem em uma ilha de 4000 m² de área (Figura 2), que possibilitava contato auditivo e visual com outro grupo de macacos-prego em uma ilha vizinha e com visitantes do parque através de uma trilha que chegava a aproximadamente 5m de distância da ilha. A vegetação dessa ilha é constituída em sua maior parte por arbustos de até 3m de altura (frutíferos e não frutíferos) e algumas árvores nativas e de eucalipto com copas pouco densas, que não possibilitam a locomoção entre elas no estrato superior.

O solo da ilha é de terra batida e serrapilheira. Os macacos coabitam com capivaras que se locomovem livremente na lagoa e utilizam as ilhas para descansar e se alimentar da provisão diária.

Figura 2: Vista parcial da ilha onde habita o grupo de estudo e da lagoa em 2013.

O tratamento veterinário oferecido a esses animais era escasso, possivelmente pela dificuldade de captura e manejo desses animais que viviam soltos na ilha e pela alta demanda de trabalho no CRAS. Durante a presente pesquisa houve dois casos de fratura que levaram os indivíduos a óbito devido ao insucesso dos veterinários e tratadores de capturá-los com um puçá. Também houve quatro indivíduos adultos que desapareceram em um curto espaço de tempo, que supomos que vieram a óbito por uma possível epidemia na população. Um quinto indivíduo adulto foi encontrado morto um mês depois, sem ferimentos ou lesões corporais que pudessem indicar um acidente ou uma

briga. O corpo foi levado aos veterinários, porém o estado de decomposição já estava avançado para determinar a causa através de uma autópsia.

O primeiro estudo feito com esse grupo de macacos-prego foi realizado entre os anos de 1991 e 1993, em que foi feita a descrição da estrutura social com enfoque na estrutura de espaçamento interindividual, relações de dominância e distribuição de catação (IZAR, 1994). Os resultados desse estudo mostraram que: 1) O espaçamento interindividual e as relações de dominância estavam alterados quando comparados com grupos de vida livre devido à competição por alimento ocorrer apenas no momento de fornecimento de alimentação pelos tratadores; 2) Os infantes foram fortes elementos de coesão entre os membros do grupo devido à tolerância dos adultos em relação a eles; 3) Houve possivelmente uma estrutura de evitação entre os membros do grupo, evidenciada pela ausência de interações agonísticas entre várias díades, devido à previsibilidade da disponibilidade de recursos alimentares; e 4) As relações afiliativas sugeriram que os indivíduos desenvolveram relações de acordo com estratégias diferentes, que levam em conta o sexo, a idade e o posto hierárquico. É importante mostrar que, naquela época, a ilha tinha muito mais arborização e disponibilidade de estrato superior (Figura 3). Também havia na ilha quatro casas de madeira para abrigo e dois cochos (local onde o alimento provisionado é colocado pelos tratadores).

Figura 3: Vista parcial da ilha entre os anos de 1991 e 1993, muito mais arborizada.

Após esse primeiro trabalho, houve uma lacuna de tempo em que o grupo não foi mais acompanhado até o ano de 2008, quando foi feito novo estudo de descrição da estrutura social por Reis (2008). Os resultados dessa nova descrição mostraram que: 1) Os machos subadultos formavam um subgrupo bastante coeso e havia fraca coesão entre as fêmeas adultas; 2) Os infantes foram um fator de coesão entre o grupo; e 3) A popularidade do macho alfa foi maior que o encontrado por Izar (1994) no mesmo grupo. Reis et al. (2009) também identificaram que os machos adultos periféricos desse grupo apresentavam estereotípias (*pacing*, giro de cabeça, lamber os lábios e balançar a cabeça para cima e para baixo). Também foi constatado que a estrutura social do grupo é multi-macho, por ter sido observado cópulas com outros machos além do dominante. Quanto às condições ambientais, a ilha encontrava-se já muito deteriorada, com bem menos arborização que na época do estudo de Izar (1994). Muitas árvores caíram nesse meio-tempo, inclusive

durante a coleta do presente estudo, devido às condições do solo. Não existia mais as casas de madeira para abrigo e havia apenas um cocho.

Entre 2009 e 2011, Viera (2011) continuou acompanhando o grupo e teve como objetivo introduzir pedras e cocos na ilha e verificar a difusão do comportamento de quebra de cocos com o uso de ferramentas num grupo supostamente ingênuo para a tarefa. No primeiro dia do experimento, um macho adulto (Baru) apresentou comportamento proficiente de quebra de cocos nas primeiras interações com os objetos, o que leva a autora a sugerir que esse indivíduo não era ingênuo para a tarefa. No 13º e 14º dias dois machos subadultos tiveram sucesso na quebra (Sagu e Floyd), e no 36º e 37º dias dois machos juvenis também começaram a quebrar coco com sucesso (Cuzco e Nuli). A autora concluiu que: 1) Os indivíduos que aprenderam a quebrar cocos com ferramentas eram machos periféricos no grupo; 2) A proximidade destes indivíduos com outros do grupo aumentou devido ao interesse em observar sua atividade no sítio; 3) Todos os membros do grupo se envolveram em interações agonísticas durante a atividade de quebra de cocos.

Esse grupo teve uma grande variação em sua composição ao longo dos anos. Entre 1991 e 1993 o número de indivíduos variou entre 40 e 47 (IZAR, 1994), em 2008 variou entre 37 e 38 indivíduos (REIS, 2008) e entre 2009 e 2011 o grupo chegou a atingir 43 animais (VIEIRA, 2011). Durante a coleta do presente estudo o tamanho do grupo variou entre 31 e 37 indivíduos devido a nascimentos e mortes. Foram observados 39 indivíduos no total, cujos sete eram machos adultos, 14 fêmeas adultas, 16 machos juvenis e duas fêmeas juvenis (Tabela 2). Nota-se que houve uma baixa significativa do número de

indivíduos comparado com os estudos anteriores, devido à alta taxa de mortalidade.

Este grupo foi escolhido devido à presença de comportamentos anormais (REIS et al., 2009) e à possibilidade de introduzir cocos e pedras que podem ser usadas como enriquecimento cognitivo-alimentar pelo fato de já haver indivíduos que aprenderam a tarefa de quebra de coco, dando continuidade a um trabalho anterior sobre a transmissão social dessa habilidade (VIEIRA, 2011). Nos últimos meses de 2011 a tarefa de quebra de cocos foi suspensa e foi feita a habituação dos animais à pesquisadora e o reconhecimento dos indivíduos pela mesma.

3.3 Procedimento

O estudo foi conduzido de Janeiro de 2012 a Agosto de 2013, de dois a três dias por semana, totalizando 408h de observação. Na Tabela 1 está descrito o cronograma da coleta de dados com o período em que cada condição experimental foi realizada, horas de observação e métodos de coleta utilizados.

Tabela 1: Cronograma da coleta de dados realizada com o período de coleta de cada condição experimental, horas de observação e método de coleta utilizado.

Condição Experimental	Período de coleta	Horas de observação	Método de coleta
Linha de Base	Janeiro a Abril de 2012	63h	Varredura Focal e Todas As Ocorrências
Enriquecimento com Cocos Protocolo I	Abril a Agosto de 2012	109h	Varredura Focal e Todas As Ocorrências

Enriquecimento com Cocos Protocolo II	Setembro de 2012 a Fevereiro de 2013	113h	Varredura Focal e Todas As Ocorrências
Enriquecimento Físico	Fevereiro a Agosto de 2013	123h	Varredura Focal e Todas As Ocorrências

Os artefatos utilizados no experimento como enriquecimento foram:

- 1) Cocos de Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), em torno de 80 a 100 unidades por sessão, e pedras em torno de 0,3kg a 1,3kg (Figura 4), que foram levados a três pedras maiores e mais pesadas já existentes na ilha, que serviam como bigorna (Figura 6);
- 2) Duas redes confeccionadas com mangueiras de bombeiro entrelaçadas (Figura 5) e colocadas em duas clareiras na ilha, ligando as árvores (Figura 6). Uma mede 8m x 1,6m e a outra 4,9m x 1,5m.

Figura 4: Pedras e cocos fornecidos para a tarefa de quebra de coco como enriquecimento cognitivo-alimentar.

Figura 5: Redes confeccionadas com mangueiras de bombeiro entrelaçadas que foram colocadas na ilha como enriquecimento físico.

Figura 6: Imagem de satélite da ilha onde foi realizado o estudo. O losango representa a localização de cada sítio de quebra e a estrela representa a localização de cada rede que foi colocada.

O delineamento experimental foi composto por quatro condições:

1) Linha de Base (LB) - observações feitas antes da introdução do enriquecimento;

2) Enriquecimento com cocos Protocolo I (CI) - fornecimento das pedras e cocos duas vezes por semana. Os cocos eram colocados em volta de apenas uma bigorna;

3) Enriquecimento com cocos Protocolo II (CII) - fornecimento das pedras e cocos duas vezes por semana. Os cocos eram distribuídos igualmente em volta das três bigornas;

4) Enriquecimento Físico (EF) – duas redes suspensas foram colocadas entre as árvores da ilha. Além disso, continuamos fornecendo cocos e pedras conforme o protocolo anterior.

Para testar as hipóteses 1, 2 e a primeira parte da 3, utilizamos o método Todas As Ocorrências (ALTMANN, 1974) para coletar todos os eventos de:

- 1) Comportamentos anormais (Tabela 3); e
- 2) Comportamentos agonísticos de ameaçar, perseguir, atacar, deslocar (Tabela 3).

Esse método foi utilizado para essas variáveis por ser o mais adequado para registrar comportamentos mais raros e de duração mais curta que dificilmente aparecem na Varredura Focal com intervalo de 1min. Além disso, é comum esses eventos ocorrerem durante o registro focal de outro indivíduo e sem a utilização desse método muitos dados seriam perdidos (RESENDE, 2004).

Já para testar as hipóteses 3, 4 e 5, utilizamos o método de amostragem Varredura Focal (Tabela 2), em que foram registrados os comportamentos típicos da espécie para a construção de uma Linha de Base, com a qual cada sujeito foi utilizado como seu próprio controle (ALTMANN, 1974; MENDONÇA-FURTADO, 2006). Foi feito um sorteio prévio da ordem em que cada indivíduo

seria observado por um período de 10 minutos, e na virada de cada minuto foi registrado:

- 1) Comportamento que estava sendo efetuado (ver Tabela 3);
- 2) Substrato utilizado e a altura em relação ao nível do solo ou da água da lagoa (ver Tabela 4);
- 3) Indivíduos do grupo à distância de até 1m; e
- 4) Indivíduos do grupo à distância de até 10m.

Esse método foi utilizado por ser o mais adequado para a coleta de dados de espaçamento interindividual através dos itens 3 e 4 e verificar se houve aumento da coesão grupal.

Tabela 2: Número de varreduras focais por indivíduo realizadas em cada condição do experimento (* = nenhum focal foi realizado para o indivíduo nesse período pois o infante ainda não havia nascido ou se tornado independente da mãe; X = o indivíduo veio a óbito).

Juvenis	Linha de Base	Enriquecimento com Cocos I	Enriquecimento com Cocos II	Enriquecimento Físico
Alan	10	15	15	20
Caio	10	15	16	20
Cupuaçu	10	15	15	20
Curumim	*	*	*	14
Cuzco	10	15	15	20
Frapê	10	15	15	20
Haroldo	11	16	15	20
Horacio	10	14	15	20
Igor	1	15	15	20
Júlio	10	15	15	18
Mei	10	15	15	20
Milo	1	15	15	20
Minerva	10	8	X	X
Nuli	10	15	15	20
Papaia	*	10	15	19
Quinua	10	15	15	20
Rabisco	9	X	X	X
Vip	10	15	15	19
Fêmeas adultas	Linha de Base	Enriquecimento com Cocos I	Enriquecimento com Cocos II	Enriquecimento Físico

Alice	10	15	15	20
Anis	10	16	15	20
Cajá	10	15	15	20
Cumarina	10	16	15	20
Flora	10	15	15	20
Hibiscus	10	15	15	20
Ipê	10	15	15	20
Lina	10	15	15	21
Maia	9	16	15	2
Mistério	10	15	15	19
Nadir	10	15	16	19
Prisma	10	15	15	2
Rosa	10	16	15	14
Vali	10	16	15	19
Machos adultos	Linha de Base	Enriquecimento com Cocos I	Enriquecimento com Cocos II	Enriquecimento Físico
Buriti	10	15	15	2
Floyd	9	15	15	19
Jiló	10	14	9	X
Lui	10	15	15	19
Nur	9	15	15	20
Sagu	10	15	15	20
Terceiro	10	15	15	8

Os comportamentos e substratos que foram registrados são listados a seguir (Tabelas 3 e 4). O etograma foi baseado em Reis (2008) e adaptado através de observações anteriores ao início da coleta.

Tabela 3: Etograma das categorias comportamentais utilizados no método Varredura Focal.

Comportamento	Descrição
Comer alimento provido	Ingestão de alimentos aprovionados pelos tratadores ou público do parque.
Efetuar catação	Limpeza da pelagem de outro indivíduo utilizando mãos ou boca (<i>grooming</i>).
Receber catação	Ter sua pelagem limpa por outro (<i>grooming</i>).
Autocatação	Realização de catação em seu próprio pêlo.
Deitar	Posição na qual todos os membros estão flexionados, e com o corpo todo apoiado no substrato.
Sentar	Posição na qual os membros traseiros estão flexionados,

	com a parte traseira do corpo apoiada no substrato.
Brincadeira	Social: Envolvimento de dois ou mais indivíduos em atividades de corrida e perseguição, mordendo, puxando ou segurando o outro.
	Motora: Realização de movimentos como pular, puxar ou se balançar em galhos de árvores.
	Com Objeto: Manipulação e exploração de um objeto.
Ameaçar	Envolvimento em um episódio agonístico, balançando o corpo para frente e para os lados, com os pêlos e o rabo eriçados, a boca aberta, mostrando os dentes e emitindo vocalizações.
Perseguir	Corrida em direção ao alvo de ataque num episódio agonístico.
Atacar	Utilização da(s) mão(s) ou da boca para agredir o alvo.
Deslocar	Aproximação de um indivíduo que causa a locomoção de outro, geralmente em direção oposta ao indivíduo que chegou.
Coalizar	Auxílio de um ou mais indivíduos a outro envolvido em um episódio agonístico.
Locomover	Deslocamento de um ponto a outro por mais de 3 segundos.
Transportar infante	Materna: A mãe carrega o infante no dorso ou em qualquer parte do corpo.
	Alomaterna: Um indivíduo que não é a mãe do infante carrega-o no dorso ou em qualquer parte do corpo.
Amamentar	A mãe ou outra fêmea abre os braços e permite que o infante tenha acesso aos mamilos para se alimentar do leite.
Forragear	Comportamentos de busca, preparação e ingestão de qualquer recurso alimentar retirado do ambiente, exceto alimento provido.
Partilhar alimento	Permissão para que outro(s) indivíduo(s) coma(m) e/ou pegue(m) parte do alimento que está sendo ingerido ou manejado direto de sua mão ou de restos que caem.
Montar/Copular	Monta na parte traseira de outro indivíduo, com ou sem

	movimentos pélvicos. Não era possível identificar se havia penetração do órgão genital.
Alerta	Atenção visual focada nos visitantes do Parque ou nos animais fora da ilha.
Interagir com observador	Qualquer comportamento que mostre interação entre o animal observado e o observador.
Comportamento anormal	Descrição
Se masturbar	Manipulação ou outro tipo de estimulação das regiões genitais.
Girar cabeça	Giro da cabeça para trás junto com o corpo em aproximadamente 180°.
Girar corpo	Giro do corpo em torno de si mesmo de aproximadamente 90° a 180°
<i>Pacing</i>	Andar ou correr repetitivamente pelo mesmo circuito em círculos, sem objetivo claro.
Abrir e fechar a boca	Abertura e fechamento da boca repetidamente sem mostrar os dentes.
Lamber os lábios	Passar a língua nos lábios repetidas vezes, sem ter ingerido algum alimento anteriormente.
Se morder	Auto mordida em alguma parte do corpo.
Mostrar a língua	Exteriorização e recolhimento da língua.

Tabela 4: Categorias de substratos utilizados no método Varredura Focal.

Substrato	Descrição
Solo	O indivíduo está com os pés apoiados no solo.
Árvore	O indivíduo está com os pés apoiados em uma árvore.
Arbusto	O indivíduo está com os pés apoiados em um arbusto.
Galho caído	O indivíduo está com os pés apoiados num galho caído no chão.
Tronco caído	O indivíduo está com os pés apoiados num tronco caído no chão.
Rede	O indivíduo está com os pés apoiados na rede.
Outro	O indivíduo está com os pés apoiados em outra estrutura como barco, coche, container ou sítio de quebra.

3.4 Análise dos dados

3.4.1 Hierarquia de dominância

Para determinar quais são os indivíduos subordinados e possivelmente mais suscetíveis ao estresse psicossocial (Hipótese 1), foi analisada a hierarquia de dominância do grupo. Os comportamentos agonísticos de perseguir, ameaçar, atacar e deslocar observados através do método Todas as Ocorrências durante todo o período de coleta foram utilizados para definir a hierarquia de dominância do grupo conforme o método de IZAR et al. (2006). Inicialmente foi construída uma matriz de dominância $n \times n$ (indivíduos $\times$ indivíduos). As linhas horizontais correspondem aos indivíduos iniciadores (dominadores) do episódio agonístico e as linhas verticais aos indivíduos receptores (subordinados) do episódio agonístico. Portanto, cada casela corresponde a uma díade. As caselas foram preenchidas com a frequência total de episódios agonísticos iniciados entre cada díade do grupo. Posteriormente, essa matriz de dominância foi convertida em uma matriz de vencedores $n \times n$ com valores 0 e 1, na qual foi determinado o vencedor e o perdedor de cada díade. Dada a díade (x,y), se o indivíduo x tivesse o maior número de episódios agonísticos iniciados em direção ao outro, ele era o ganhador e designado com o número 1, e o indivíduo y era o perdedor e designado com o número 0. Díades com empate na frequência de episódios agonísticos iniciados foram designadas com o número 0 para ambos, pois empates não representam um padrão de dominância. Díades sem conflitos agonísticos entre si também eram designadas com 0 para ambos. A ausência de conflitos agonísticos caracteriza uma hierarquia de dominância parcial.

Na matriz de vencedores, as caselas de cada linha foram somadas para determinar quantos indivíduos cada um do grupo dominava. Assim, foi criado o posto hierárquico do grupo, ordenando cada indivíduo de acordo com o número total de indivíduos subordinados a ele.

3.4.2 Comportamentos anormais

Para testar a Hipótese 2, os dados dos comportamentos anormais, registrados pelo método Todas as Ocorrências, foram padronizados dividindo a frequência absoluta pelas horas de observação em dada condição, resultando numa taxa de comportamentos anormais por hora. Foi feito um estudo de caso de três machos adultos subordinados (Floyd, Jiló e Lui), que foram os únicos indivíduos que apresentaram ocorrência de comportamentos anormais em todas as condições e em maior frequência, sendo possível a comparação entre a Linha de Base e as diferentes fases do Enriquecimento.

3.4.3 Comportamentos agonísticos

Para testar a primeira parte da Hipótese 3, todos os comportamentos agonísticos (perseguir, ameaçar, atacar e deslocar) registrados através do método Todas as Ocorrências foram agrupados em uma única categoria. Devido à quantidade diferente de horas de observação em cada condição (Tabela 1), os dados foram padronizados dividindo a frequência absoluta dessa categoria pelo número total de horas de coleta em dada condição, resultando numa taxa de agonismo por hora. A partir dessas taxas aplicamos o teste ANOVA de Friedman com testes pareados de Wilcoxon para testar a hipótese nula de que não houve diferença na distribuição de comportamentos agonísticos acima do esperado pelo acaso.

Foram retirados dessa análise todos os indivíduos que nasceram ou faleceram no meio da coleta e os infantes recém-nascidos pouco antes do começo da coleta (Igor e Milo). Esses dois infantes tiveram uma amostra muito pequena na condição Linha de Base (apenas uma varredura focal) e a fase de desenvolvimento desses infantes ao longo da coleta poderia afetar a frequência com que brincam e se envolvem em episódios de catação. Portanto, foi utilizado nas análises $N = 27$ (quatro machos adultos, 11 fêmeas adultas, 11 machos juvenis e uma fêmea juvenil).

3.4.4 Comportamentos afiliativos

Para testar a segunda parte da Hipótese 3, os comportamentos afiliativos de brincadeira social e episódios de catação (tanto efetuar quanto receber) de cada indivíduo, registrados pelo método Varredura Focal, foram padronizados devido ao número diferente de varreduras focais por indivíduo e por condição (Tabela 2). Para isso, dividimos a frequência absoluta do comportamento pelo número total de minutos de observação do indivíduo em dada condição, resultando nas taxas de brincadeira social e de catação por minuto. A partir dessas taxas aplicamos o teste ANOVA de Friedman para testar a hipótese nula de que não houve diferença na distribuição de brincadeira social e de episódios de catação acima do esperado pelo acaso.

Foram retirados dessa análise os mesmos indivíduos do item 3.4.3.

3.4.5 Substratos

Para testar a Hipótese 4, a frequência do uso dos substratos por cada indivíduo, registrada pelo método Varredura Focal, foi padronizada para uma taxa por minuto, assim como no item 3.4.4. Para essa análise, o uso dos substratos foi dividido em duas grandes categorias: *Solo*, que engloba o apoio

dos pés no solo e em galhos e troncos caídos ao nível do chão (Tabela 4); e *Acima de 1,5m*, que engloba o apoio dos pés em árvores, arbustos, troncos e galhos caídos, redes e outros objetos acima de 1,5m de altura (Tabela 4). Excluimos da análise todos os substratos entre o nível do solo e 1,5m de altura, pois as redes tinham mais que 1,5m de altura e esse nível intermediário foi considerado muito próximo ao solo para configurar um estrato arbóreo superior. A partir das taxas aplicamos o teste ANOVA de Friedman com testes pareados de Wilcoxon para testar a hipótese nula de que não houve diferença na distribuição do uso do *Solo* e do uso dos substratos *Acima de 1,5m* além do esperado pelo acaso.

Foram retirados dessa análise os mesmos indivíduos do item 3.4.3.

3.4.6 Coesão grupal

Para testar se houve variação da coesão grupal entre as condições do experimento (Hipótese 5), os dados de espaçamento interindividual de até 10m de distância foram analisados através do cálculo do Índice Jaccard de proximidade (IJ) (RESENDE et al., 2004). Foi construída uma matriz de proximidade $n \times p$ (indivíduos $\times$ instantes) para cada condição. O número 1 foi designado a todos os indivíduos presentes a essa distância e o número 0 foi designado aos indivíduos ausentes a essa distância em um dado instante. Essa matriz foi convertida em uma matriz $n \times n$ para calcular o Índice Jaccard de proximidade de todas as díades possíveis dentro do grupo:

$$J_{(x, y)} = a / a + b + c$$

onde a = número de observações em que x e y estão presentes no mesmo instante, b = número de observações de x em que y estava ausente e c =

número de observações de y em que x estava ausente. O valor máximo de proximidade de J é 1, ou seja, quanto maior o valor de J , mais próximos são os indivíduos dessa díade. Os cálculos dos Índices Jaccard foram feitos com o auxílio do programa SATO de Takeshi Sato.

Com os Índices Jaccard, foi construída uma matriz simétrica para cada condição. Foram descartados dessas matrizes todos os indivíduos que faleceram ou nasceram no meio da coleta (Tabela 2), inclusive as mães desses infantes. O nascimento de um infante depois que o experimento já foi iniciado poderia enviesar os Índices Jaccard de proximidade da mãe e do infante, pois nascimentos podem estreitar as relações de proximidade de subgrupos de indivíduos (RESENDE, 2004). Com o auxílio do programa Matrixtester v2.2.3b de Charlotte K. Hemelrijk foi feita a correlação das matrizes para testar se a coesão do grupo se mantinha constante, verificando as variações nas relações de proximidade. Foram correlacionadas as matrizes Linha de Base X Enriquecimento Com Cocos Protocolo I, Enriquecimento Com Cocos Protocolo I X Enriquecimento Com Cocos Protocolo II e Enriquecimento Com Cocos Protocolo II X Enriquecimento Físico através do cálculo do K_r (HEMELRIJK, 1990a; 1990b).

Todas as estatísticas descritivas e inferenciais foram feitas com o auxílio do programa SPSS Statistics 20. O nível de significância (P) adotado é de $< 0,05$ e todos os testes foram unicaudal.

4. RESULTADOS

4.1 Hierarquia de dominância

A tabela 5 mostra o posto hierárquico de cada indivíduo do grupo de acordo com o total de indivíduos que são subordinados a ele. Com o total de 39 indivíduos, o posto hierárquico vai de 1 a 18, com alguns empates nos postos. A existência de mais de um indivíduo ocupando o mesmo posto caracteriza uma hierarquia de dominância parcial. Nur é considerado o macho alfa e Hibiscus a fêmea alfa do grupo.

Tabela 5: Posto hierárquico do grupo de acordo com o total de indivíduos subordinados a cada um.

Posto hierárquico	Nome	Sexo	Faixa etária	Total de indivíduos subordinados a ele
1	Nur	Macho	Adulto	32
2	Hibiscus	Fêmea	Adulto	27
2	Cupuaçu	Macho	Juvenil	27
3	Frapê	Macho	Juvenil	25
4	Horácio	Macho	Juvenil	21
5	Mei	Macho	Juvenil	16
6	Caio	Macho	Juvenil	15
7	Ipê	Fêmea	Adulto	14
7	Lina	Fêmea	Adulto	14
8	Cuzco	Macho	Juvenil	11
8	Prisma	Fêmea	Adulto	11
9	Haroldo	Macho	Juvenil	10
9	Alice	Fêmea	Adulto	10
9	Igor	Macho	Juvenil	10
10	Mistério	Fêmea	Adulto	9
11	Sagu	Macho	Adulto	8
11	Cumarina	Fêmea	Adulto	8
12	Nuli	Macho	Juvenil	7
13	Alan	Macho	Juvenil	6
13	Cajá	Fêmea	Adulto	6

13	Júlio	Macho	Juvenil	6
13	Papaia	Macho	Juvenil	6
13	Vip	Fêmea	Juvenil	6
14	Terceiro	Macho	Adulto	5
15	Anis	Fêmea	Adulto	4
15	Flora	Fêmea	Adulto	4
15	Floyd	Macho	Adulto	4
15	Vali	Fêmea	Adulto	4
16	Milo	Macho	Juvenil	3
16	Minerva	Fêmea	Juvenil	3
16	Rosa	Fêmea	Adulto	3
17	Jiló	Macho	Adulto	1
17	Lui	Macho	Adulto	1
17	Nadir	Fêmea	Adulto	1
17	Quinua	Macho	Juvenil	1
17	Rabisco	Macho	Juvenil	1
18	Buriti	Macho	Adulto	0
18	Maia	Fêmea	Adulto	0
18	Curumim	Macho	Juvenil	0

Os machos adultos que apresentavam comportamentos anormais nas observações pré-coleta, e que foram foco no teste da hipótese de que esses comportamentos são afetados pelo enriquecimento, ocupam postos baixos na hierarquia: Floyd (15), Jiló (17) e Lui (17). Floyd domina quatro indivíduos do grupo: Cuzco, Lina, Milo e Sagu. Como Floyd era o único desses machos subordinados que quebrava coco, isso provavelmente fez com que se envolvesse em mais episódios agonísticos para disputar os sítios de quebra (nota-se que Cuzco e Sagu também eram quebradores de coco). Jiló e Lui dominavam apenas um indivíduo do grupo: Buriti, que era outro macho subordinado.

4.2 Comportamentos Anormais

Os comportamentos anormais observados eram muito particulares de cada indivíduo. Apenas o *pacing* (Figura 7) e girar corpo foram os mais comuns, observados em todos os machos subordinados analisados. Já o comportamento de girar cabeça (Figura 8) era apresentado apenas pelo macho Lui, em alta frequência e ao mesmo tempo em que ele andava pelo mesmo circuito repetidamente (*pacing*). O comportamento de abrir e fechar a boca (Figura 9) era apresentado apenas pelo macho Floyd, às vezes também durante o *pacing*. O macho Jiló desapareceu do grupo no final da condição Cocos Protocolo II e foi considerado como óbito, portanto faltam os dados descritivos dos comportamentos anormais desse indivíduo na última condição.

Figura 7: Circuito onde o *pacing* é realizado pelos indivíduos, evidenciado pela trilha limpa de folhas no chão.

Figura 8: Sequência de movimentos do comportamento anormal “girar cabeça”, exibido por Lui.

Figura 9: Comportamento anormal “abrir e fechar a boca”, exibido por Floyd.

Nas três primeiras condições do experimento não houve um padrão de variação dos comportamentos anormais entre as condições (Figuras 10 a 14 e Tabela 6). O *pacing* foi menos frequente na Linha de Base para Floyd, enquanto para Jiló e para Lui foi mais frequente (Figura 10 e Tabela 6). Na condição Cocos Protocolo I, o *pacing* ocupou o posto intermediário das taxas

para Floyd, Jiló e Lui, enquanto em Cocos Protocolo II as taxas de *pacing* foram próximas. Quanto ao comportamento de girar corpo, a Linha de Base apresentou a menor taxa para Floyd e Lui e taxa zero para Jiló (Figura 11 e Tabela 6). Cocos Protocolo I ocupa o posto intermediário das taxas para Floyd, a maior taxa entre as condições para Lui e foi a única condição em que Jiló apresentou esse comportamento (Tabela 6)

O comportamento de girar cabeça, apresentado apenas por Lui, teve a menor taxa no Enriquecimento Físico, seguido de Cocos Protocolo II e Linha de Base. A maior taxa desse comportamento foi observada na condição Cocos Protocolo I (Figura 12 e Tabela 6).

O comportamento de abrir e fechar a boca, apresentado apenas por Floyd, teve a menor taxa no Enriquecimento Físico, seguido da Linha de Base e Cocos Protocolo I. A maior taxa desse comportamento foi observada na condição Cocos Protocolo II (Figura 13 e Tabela 6).

Tabela 6: Taxas de comportamentos anormais de cada indivíduo por hora e por condição do experimento.

Comportamento Anormal	Indivíduo	LB Taxa/h	CI Taxa/h	CII Taxa/h	EF Taxa/h
<i>Pacing</i>	Floyd	0,032	0,073	0,080	0,008
	Jiló	0,159	0,101	0,106	X
	Lui	0,190	0,147	0,088	0
Girar corpo	Floyd	0,063	0,101	0,124	0
	Jiló	0	0,037	0	X
	Lui	0,111	0,321	0,133	0,008
Girar cabeça	Lui	2,032	2,945	1,752	0,341
Abrir e fechar a boca	Floyd	0,238	0,459	0,619	0,114

Comportamentos anormais Totais	Floyd	0,333	0,633	0,823	0,122
	Jiló	0,159	0,138	0,106	X
	Lui	2,333	3,413	1,973	0,341

Figura 10: Taxa por hora do comportamento "pacing" em cada condição.

Figura 11: Taxa por hora do comportamento “girar corpo” em cada condição.

Figura 12: Taxa por hora do comportamento “girar cabeça” em cada condição.

Figura 13: Taxa por hora do comportamento “abrir e fechar a boca” em cada condição.

Figura 14: Taxa por hora de comportamentos anormais totais em cada condição.

Os gráficos mostram que os comportamentos anormais podem aumentar com a introdução do Enriquecimento com Cocos, porém todos diminuíram consideravelmente na condição Enriquecimento Físico (Figura 14). Na Tabela 7 vemos que na condição Enriquecimento Físico a mediana e a soma são consideravelmente mais baixas que nas outras condições ($Soma_{EF} = 0,463$; $Mediana_{EF} = 0,231$). A maior taxa desse tipo de comportamento foi observada na condição Cocos Protocolo I ($Soma_{CI} = 4,184$; $Median_{CI} = 0,633$), tendo diminuído na Cocos Protocolo II ($Soma_{CII} = 2,902$; $Median_{CII} = 0,823$) para uma taxa muito próxima à da Linha de Base ($Soma_{LB} = 2,835$; $Mediana_{LB} = 0,333$)

Tabela 7: Estatísticas descritivas dos comportamentos anormais totais dos machos subordinados em cada condição.

Estatísticas Descritivas dos Comportamentos Anormais Totais				
	Linha de Base	Cocos Protocolo I	Cocos Protocolo II	Enriquecimento Físico
N	3	3	3	2
Média	0,941	1,394	0,967	0,231
Mediana	0,333	0,633	0,823	0,231
Soma	2,825	4,184	2,902	0,463

4.3 Comportamentos agonísticos

A tabela 8 mostra as estatísticas descritivas das taxas de comportamentos agonísticos do grupo em cada condição. Devido à distribuição assimétrica e à presença de *outliers*, o desvio padrão das medianas foi bem alto, porém foi a medida de tendência central mais precisa. As maiores taxas de comportamentos agonísticos foram observadas na condição Enriquecimento Físico (Mediana = 0,090; Soma = 3,450; Frequência 0,0 = 1; 3,7%) e Cocos Protocolo II (Mediana = 0,060; Soma = 4,460; Frequência 0,0 = 1; 3,7%), seguido de Cocos Protocolo I (Mediana = 0,50; Soma = 2,100; Frequência 0,0 = 4; 14,8%). A condição que apresentou a menor taxa de comportamentos

agonísticos foi a Linha de Base (Mediana = 0,030; Soma = 1,250), assim como a maior ocorrência de indivíduos que não apresentaram esse tipo de comportamento (Frequência 0,0 = 7; 25,9%).

Tabela 8: Estatísticas descritivas da taxa de comportamentos agonísticos do grupo em cada condição.

Estatísticas Descritivas de Comportamentos Agonísticos				
	Linha de Base	Cocos Protocolo I	Cocos Protocolo II	Enriquecimento Físico
N	27	27	27	27
Amplitude	0,220	0,500	1,140	0,680
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	0,220	0,500	1,140	0,680
Média	0,046	0,077	0,165	0,127
Mediana	0,030	0,050	0,060	0,090
Desvio Padrão	0,0059	0,105	0,252	0,152
Soma	1,250	2,100	4,460	3,450
Frequência 0,0	7 (25,9%)	4 (14,8%)	1 (3,7%)	1 (3,7%)

Foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre as quatro condições ($X^2 = 22,9$; $P = 0,000$). O teste de Wilcoxon mostrou que há diferença significativa entre Linha de Base X Cocos Protocolo I ($Z = -1.87$; P unilateral = 0,030) e entre Cocos Protocolo I X Cocos Protocolo II ($Z = -2.97$; P unilateral = 0,001). Não houve diferença significativa entre as condições Cocos Protocolo II X Enriquecimento Físico ($Z = -0.51$; P unilateral = 0,303).

4.4 Comportamentos afiliativos

Não houve diferença significativa entre as taxas de brincadeira social entre as quatro condições, tanto para a análise dos adultos e juvenis juntos ($X^2 = 5,6$; $P = 0,130$) quanto para a análise apenas dos juvenis, que tendem a brincar mais que os adultos ($X^2 = 2$; $P = 0,553$).

A tabela 9 mostra as estatísticas descritivas das taxas de brincadeira social do grupo em cada condição. Devido à grande quantidade de zeros na amostra, a distribuição é caracterizada como não normal e positivamente assimétrica. A mediana não foi a melhor medida de tendência central para essa variável, tendo o valor zero ou muito próximo a zero, pois pelo menos a metade dos indivíduos apresentaram taxa 0 de brincadeira social nas condições do experimento. Na condição Cocos Protocolo I foi observada a maior média da taxa de brincadeira (Média = 0,027), assim como a maior soma das taxas (Soma = 0,753) e a menor frequência de taxas 0 (48,1% da amostra; N = 13), ou seja, de indivíduos que não brincaram. Já as outras condições apresentaram médias próximas (Média_{LB} = 0,019; Média_{CI} = 0,016; Média_{EF} = 0,017). A maior ocorrência de indivíduos que não brincaram foi na condição Linha de Base (Frequência 0,0 = 20; 74,1%). As menores ocorrências de indivíduos que não brincaram foram observadas nas condições Cocos Protocolo I (Frequência 0,0 = 13; 48,1%) e Enriquecimento Físico (Frequência 0,0 = 14; 51,9%), com valores muito próximos.

Tabela 9: Estatísticas descritivas das taxas de brincadeira social do grupo em cada condição.

Estatísticas Descritivas de Brincadeira Social				
	Linha de Base	Cocos Protocolo I	Cocos Protocolo II	Enriquecimento Físico
N	27	27	27	27
Amplitude	0,170	0,185	0,120	0,096
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	0,170	0,185	0,120	0,096
Média	0,019	0,027	0,016	0,017
Mediana	0,0	0,006	0,0	0,0
Soma	0,513	0,753	0,445	0,478
Frequência 0,0	20 (74,1%)	13 (48,1%)	16 (59,3%)	14 (51,9%)

Quanto às taxas de catação, também não houve diferença significativa entre as quatro condições ($X^2 = 5$; $P = 0,167$).

A tabela 10 mostra as estatísticas descritivas das taxas de catação do grupo em cada condição. Devido à grande quantidade de taxas 0 na amostra, a distribuição é caracterizada como não normal e positivamente assimétrica. A menor média foi observada na condição Cocos Protocolo II (Média = 0,025), enquanto nas outras condições as médias foram muito próximas (Média_{LB} = 0,037; Média_{CI} = 0,036; Média_{EF} = 0,033). A maior ocorrência de indivíduos que não participaram de episódios de catação ocorreu nas condições Linha de Base e Cocos Protocolo II (Frequência 0,0 = 12; 44,4% em ambas). Já no Enriquecimento Físico, houve a menor ocorrência de indivíduos com taxa 0 de catação (Frequência 0,0 = 3; 11,1%).

Tabela 10: Estatísticas descritivas das taxas de catação do grupo em cada condição.

Estatísticas Descritivas de Catação				
	Linha de Base	Cocos Protocolo I	Cocos Protocolo II	Enriquecimento Físico
N	27	27	27	27
Amplitude	0,300	0,227	0,293	0,245
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	0,300	0,227	0,293	0,245
Média	0,037	0,036	0,025	0,033
Mediana	0,010	0,021	0,007	0,015
Soma	1,004	0,975	0,683	0,906
Frequência 0,0	12 (44,4%)	8 (29,6%)	12 (44,4%)	3 (11,1%)

4.5 Substratos

Para a categoria *Solo*, verificamos que a maior mediana foi observada na condição Cocos Protocolo I (Mediana = $0,541 \pm 0,13$), seguida da condição Cocos Protocolo II (Mediana = $0,487 \pm 0,12$) e da condição Linha de Base (Mediana = $0,460 \pm 0,16$). A menor mediana foi observada na condição Enriquecimento Físico (Mediana = $0,401 \pm 0,08$). Foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre as quatro condições ($X^2 = 25,1$; $P = 0,000$). O teste de Wilcoxon mostrou que há diferença significativa entre Linha de Base X Cocos Protocolo I ($Z = -2.54$; P unilateral = $0,005$), entre Cocos Protocolo I X Cocos Protocolo II ($Z = 2.09$; P unilateral = $0,018$) e entre Cocos Protocolo II X Enriquecimento Físico ($Z = -2.63$; P unilateral = $0,004$). Portanto, a condição com o menor uso do substrato *Solo* pelos indivíduos foi a do Enriquecimento Físico.

Para a categoria *Acima de 1,5m*, a maior mediana foi encontrada na condição Enriquecimento Físico (Mediana = $0,310 \pm 0,10$), seguida da condição Linha de Base (Mediana = $0,278 \pm 0,14$), Cocos Protocolo II (Mediana = $0,220 \pm 0,12$) e Cocos Protocolo I (Mediana = $0,218 \pm 0,10$). Foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre as quatro condições ($X^2 = 12,7$; $P = 0,005$). O teste de Wilcoxon mostrou que há diferença significativa entre Linha de Base X Cocos Protocolo I ($Z = -2.07$; P unilateral = $0,019$) e entre Cocos Protocolo II X Enriquecimento Físico ($Z = -2.42$; P unilateral = $0,007$). Não houve diferença significativa entre as condições Cocos Protocolo I X Cocos Protocolo II ($Z = -0.62$; P unilateral = $0,267$). Portanto, a condição com o maior uso de substratos *Acima de 1,5m* de altura foi a do Enriquecimento Físico.

4.6 Coesão grupal

A Tabela 11 e as Figuras 15 a 18 mostram as estatísticas descritivas dos Índices Jaccard (IJ) do grupo em cada condição. A condição que apresentou a maior soma de IJ, a maior média e maior mediana foi a do Enriquecimento Físico (Soma = 118,87; Média = 0,3145; Mediana = 0,3100). Tanto a condição Enriquecimento Físico quanto a condição Enriquecimento Com Cocos Protocolo II (Soma = 100,08; Média = 0,2648; Mediana = 0,2600) apresentaram média e mediana próximas, o que significa que a distribuição dos valores nessas condições é próxima de uma distribuição normal (Figuras 17 e 18). Essas duas últimas condições do experimento também apresentaram maior frequência de valores de IJ mais altos em relação às duas primeiras, o que mostra que mais díades tiveram seus IJ aumentados. A segunda condição com maior soma de IJ, média e mediana foi a do Enriquecimento Com Cocos Protocolo I (Soma = 108,99; Média = 0,2883; Mediana = 0,2700). No entanto, esse histograma (Figura 16) mostra que a média e mediana estão mais distantes devido à distribuição estar mais longe de uma curva normal. Já as menores soma, média e mediana foram observadas na condição Linha de Base (Soma = 79; Média = 0,2090; Mediana = 0,2000). Esse histograma (Figura 15) mostra que a distribuição dos valores é menor, apesar da amplitude ser alta (Amplitude = 0,77; Mínimo = 0,03; Máximo = 0,80), que se deve a *outliers* na amostra (duas díades de mãe e infante). Há uma altíssima frequência de valores de IJ baixo em comparação com as outras condições, o que indica que nessa condição muitas díades tinham IJ baixo.

Tabela 11: Estatísticas descritivas dos Índices Jaccard de proximidade do grupo em cada condição.

Estatísticas Descritivas dos Índices Jaccard				
	Linha de Base	Cocos Protocolo I	Cocos Protocolo II	Enriquecimento Físico
N	378	378	378	378
Amplitude	0,77	0,46	0,46	0,58
Mínimo	0,03	0,13	0,06	0,13
Máximo	0,80	0,59	0,52	0,71
Média	0,2090	0,2883	0,2648	0,3145
Mediana	0,2000	0,2700	0,2600	0,3100
Soma	79,00	108,99	100,08	118,87

Figura 15: Frequência dos valores dos índices Jaccard de proximidade a 10m na condição Linha de Base.

Figura 16: Frequência dos valores dos índices Jaccard de proximidade a 10m na condição Enriquecimento Com Cocos Protocolo I.

Figura 17: Frequência dos valores dos índices Jaccard de proximidade a 10m na condição Enriquecimento Com Cocos Protocolo II.

Figura 18: Frequência dos valores dos índices Jaccard de proximidade a 10m na condição Enriquecimento Físico.

Houve correlação significativa forte entre os Índices Jaccard das condições Linha de Base X Enriquecimento Com Cocos Protocolo I ($K_r = 4374$; unicaudal *right-sided* $P = 0,0005$; $N = 28$; permutações = 2000) e Enriquecimento Com Cocos Protocolo I X Enriquecimento Com Cocos Protocolo II ($K_r = 5112$; unicaudal *right-sided* $P = 0,0005$; $N = 28$; permutações = 2000), ou seja, não houve grandes variações nas relações de proximidade entre as díades. Encontramos uma correlação significativa fraca entre as condições Enriquecimento Com Cocos Protocolo II X Enriquecimento Físico ($K_r = 752$; unicaudal *right-sided* $P = 0,048$; $N = 28$; permutações = 2000), ou seja, houve aumento de proximidade em novas díades, o que configura novas relações de proximidade no grupo.

A Tabela 12 mostra o resumo dos resultados dos testes de todas as hipóteses da presente pesquisa.

Tabela 12: Resumo dos resultados dos testes das hipóteses comparando cada condição de enriquecimento à condição anterior a ela. Mostra-se, para cada variável, se houve diferença estatisticamente significativa em relação à condição anterior, a direção da diferença e se corroborou a hipótese da pesquisa. O traço (-) representa resultados inconclusivos ou que não havia hipótese para dada condição.

	Condição Cocos Protocolo I			Condição Cocos Protocolo II			Condição Físico		
	Diferença significativa?	Direção	Corroborou hipótese?	Diferença significativa?	Direção	Corroborou hipótese?	Diferença significativa?	Direção	Corroborou hipótese?
Comportamentos agonísticos	Sim	Aumentou	Sim	Sim	Aumentou	Sim	Não	Diminuiu	Não
Catção	Não	-	Sim	Não	Diminuiu	Sim	Não	Aumentou	Não
Brincadeira social	Não	Aumentou	Sim	Não	Diminuiu	Sim	Não	-	Não
Comportamentos anormais	-	-	Não	-	-	Não	-	Diminuiu	Sim
Coesão grupal	Sim	Aumentou	Sim	Sim	Diminuiu	Não	Sim	Aumentou	Sim
Uso do solo	Sim	Aumentou	-	Sim	Diminuiu	-	Sim	Diminuiu	Sim
Uso de substratos > 1,5m	Sim	Diminuiu	-	Não	-	-	Sim	Aumentou	Sim

5. DISCUSSÃO

5.1 Variações individuais na resposta ao estresse

Na condição Enriquecimento Físico foi observada uma redução drástica dos comportamentos anormais dos indivíduos, que pode estar correlacionada com os benefícios que esse enriquecimento trouxe ao ambiente. A introdução de redes em clareiras teve como objetivos oferecer refúgio e opção de evitação de conflitos, aumentando a sensação de controle do ambiente, e aumentar a disponibilidade de estrato superior, simulando o estrato arbóreo. As redes permitiram que os indivíduos pudessem se locomover entre as árvores no estrato superior, como fariam no habitat natural, além de aumentarem a área de uso da ilha, cujo espaço é bem limitado para esse grupo.

Presenciamos também um possível caso de subordinados que utilizaram interações afiliativas como estratégia para reduzir o estresse. Segundo Araújo et al. (2011) e Sapolsky (2005), subordinados podem apresentar comportamentos afiliativos entre si como catação, contato físico, brincadeira e coalizões como uma estratégia de lidar com a situação e reduzir o estresse. Evidências comportamentais e neurobiológicas já mostraram que a brincadeira é um comportamento recompensador (HELD e SPINKA, 2011). Além disso, a catação é uma comunicação tátil muito importante na criação e manutenção de relações em primatas (GILLAM, 2011). Altas taxas de comportamentos afiliativos é uma característica também correlacionada a baixos níveis basais de cortisol (SAPOLSKY, 2005). Observamos uma diminuição na taxa de comportamentos anormais de Lui abaixo da Linha de Base nas duas últimas condições do enriquecimento, ao passo que também observamos maior

proximidade espacial e frequência de catação entre Lui e outros dois subordinados (Quinua e Flora) nessas duas condições. Geralmente, indivíduos periféricos no grupo que não têm relações fortes com parentes ou indivíduos com maior afinidade têm poucas oportunidades para interações afiliativas, já que essas dependem mais do posto social do indivíduo que de sua personalidade (SAPOLSKY, 2005).

Lui (macho adulto), Quinua (macho juvenil) e Flora (fêmea adulta) ocupam posições bem baixas na hierarquia de dominância, tendo os dois machos o posto número 17 e a fêmea o posto número 14 (Tabela 5). O Índice Jaccard de proximidade a 1m mostra as afinidades mais fortes entre os indivíduos e relações de contato próximo. Na última fase do enriquecimento houve um aumento do IJ a 1m das díades Lui e Quinua ($IJ_{LB} = 0,07$; $IJ_{CI} = 0$; $IJ_{CII} = 0,13$; $IJ_{EF} = 0,56$) e Lui e Flora ($IJ_{LB} = 0$; $IJ_{CI} = 0$; $IJ_{CII} = 0$; $IJ_{EF} = 0,29$).

Houve também um aumento no número de parceiros de catação de Lui na última condição: na LB, ele participou de interações de catação com três indivíduos (Jiló, Terceiro e Cuzco), em CI com quatro (Jiló, Terceiro, Ipê e Frapê), em CII com três (Terceiro, Quinua e Nadir) e em EF com seis (Terceiro, Quinua, Sagu, Cuzco, Flora e Anis). Nota-se que a maioria dos parceiros de catação são indivíduos de posto hierárquico baixo, cujas interações de catação foram mais frequentes. Os indivíduos de posto mais alto que aparecem nas interações de catação com Lui participaram de apenas um episódio de catação com ele em todo o período de coleta, o que pode ser considerado um episódio esporádico que não caracteriza uma afinidade forte entre eles. Outro fato a se destacar é que dois parceiros frequentes de catação de Lui vieram a óbito: Jiló, no final da condição CII, e Terceiro, no meio da condição EF. Ao mesmo tempo

em que Lui perdeu oportunidades de interações afiliativas com dois indivíduos, também ganhou afinidade com dois parceiros de catação frequente (Quinua e Flora), assim como mais três que participaram de episódios de catação com ele apenas uma vez no EF e podem se tornar parceiros de catação frequente no futuro. Na última condição do enriquecimento, Lui participou de mais brincadeiras sociais que em qualquer outra, e pela primeira vez na coleta teve um parceiro de brincadeiras frequente: Horácio, um macho juvenil de hierarquia alta (posto número quatro). A última condição também foi a que Lui apresentou menos comportamentos indicadores de estresse (Figura 10). Nesse caso, a formação de relações afiliativas fortes seria uma estratégia adaptativa para um ambiente estressor.

É interessante destacar que apesar das idades exatas de Flora, Quinua, Horácio e Lui serem desconhecidas, no estudo feito por Reis (2008) nesse grupo, iniciado em junho de 2008, os três primeiros eram infantes (até um ano de idade) e Lui era subadulto (entre cinco e sete anos de idade). Estima-se que na última condição do presente estudo os três primeiros teriam entre quatro anos e oito meses e cinco anos e oito meses de idade, o que entraria na categoria subadulto para os machos. Flora entra na categoria adulta desde o início da coleta devido à maturação sexual evidenciada pelo estro, mas é uma adulta jovem. Há uma proximidade de idade entre Lui e esses três indivíduos cujas relações tornaram-se mais fortes. Winandy (2012) observou que juvenis de macacos-prego têm baixos Índices Jaccard a 1m e que são pouco tolerados a curtas distâncias por adultos dominantes. Os jovens costumam formar subgrupos (ou seja, têm proximidade frequente a 1m de distância) com mães, irmãos e outros jovens não aparentados que são parceiros de brincadeira

(RESENDE, 2004; WINANDY, 2012). O amadurecimento desses três indivíduos jovens pode ter sido um fator que contribuiu para que eles tenham desenvolvido maior afinidade com um macho subordinado de faixa etária mais velha, agregando-o a seus subgrupos. Portanto, a formação de relações afiliativas fortes que diminuem o estresse do subordinado não teria relação apenas com o enriquecimento empregado, mas também com o fator da idade. Para eliminar essa variável de confusão, seria necessário um experimento de duração mais curta, em que a faixa etária dos indivíduos não varie.

Outro macho adulto, Jiló, também teve diminuição dos comportamentos anormais ao mesmo tempo em que a frequência e o número de parceiros de catação e de brincadeiras aumentou, sugerindo uma possível correlação. Na LB, Jiló teve quatro parceiros de catação: Lui, Terceiro, Cuzco e Cajá, sendo que Lui e Terceiro também são machos subordinados no grupo; e dois parceiros de brincadeira: Cuzco e Nuli, dois machos juvenis. Em CI, condição em que Jiló teve a menor taxa de *pacing*, houve nove parceiros de catação: Lui, Terceiro, Buriti, Sagu, Frapê, Horácio, Caio, Cajá e Vali, sendo os parceiros de interações mais frequentes ainda Lui e Terceiro; e quatro parceiros de brincadeira: Cuzco, Nuli, Mei e Cupuaçu, todos machos juvenis.

Já para Floyd, outro dos machos adultos que apresentou comportamentos anormais, a estratégia de utilizar interações afiliativas com a função de diminuir o estresse não parece se encaixar. Observamos uma drástica diminuição de seus comportamentos anormais na última condição do enriquecimento, mas não parece estar relacionada à maior proximidade espacial ou maiores taxas de catação e brincadeira com indivíduos específicos. Os Índices Jaccard de proximidade a 1m de Floyd se tornaram particularmente

baixos nas três condições de enriquecimento, tendo os valores $IJ = 0$ e próximos a 0,1 entre ele e quase todos os indivíduos do grupo. Esse padrão de proximidade diferiu da condição LB, onde ele tinha muitos valores $IJ = 0$, mas tinha valores maiores que 0,1 com muito mais indivíduos que durante o enriquecimento. Além disso, houve um aumento dos comportamentos indicadores de estresse em CI e CII e uma diminuição drástica no EF, abaixo das taxas de LB. Essas observações sugerem que Floyd tornou-se mais isolado socialmente do grupo após a introdução do enriquecimento com cocos. Isso pode ter sido uma estratégia de evitar as interações agonísticas que aumentaram no grupo devido à competição por esse recurso (ver capítulo 5.2). Estudos já mostraram que primatas podem adotar a estratégia de evitar conflitos minimizando todo tipo de interação social, mesmo que afiliativas (van WOLKENTEN et al., 2006; DUNCAN et al., 2013). A grande diminuição dos comportamentos anormais após a introdução das redes corrobora que a indisponibilidade de refúgio e a falta de controle do ambiente era uma grande motivação causal para a manifestação de estereotípias nesse indivíduo.

Há diversos fatores que justificam o fato de apenas alguns dos indivíduos do nosso grupo terem apresentado comportamentos anormais durante o estudo. Os machos adultos de posto hierárquico baixo foram pouco tolerados pelos dominantes e tiveram experiências individuais semelhantes. Eles eram os últimos a pegar os alimentos no cocho e costumavam esperar que não tivesse dominantes por perto, evitavam visitar os sítios de quebra para manipular os artefatos, filar restos de coco e até mesmo quebrar cocos quando havia outros indivíduos presentes, e eram vigiados e ameaçados pelo macho alfa quando havia fêmeas no estro, restringindo seu acesso a elas.

Segundo Sapolsky (2005), a ocorrência de comportamentos anormais é mais pronunciada em indivíduos cujo posto social é mais exposto a estressores físicos e psicossociais. Em diversos estudos com ratos, camundongos, lobos, peixes e várias espécies de primatas constataram que os indivíduos subordinados apresentam altos níveis basais de glucocorticóides, o que é uma medida fisiológica indicadora de estresse (SAPOLSKY, 1994). Isso o leva a afirmar que, em hierarquias de dominância estáveis, a regra é que os subordinados sejam os indivíduos mais estressados devido às restrições sociais impostas pelo seu grupo (SAPOLSKY, 1994). Nossos resultados mostraram que, de fato, num grupo com hierarquia de dominância estável, os indivíduos mais subordinados e com maiores limitações sociais foram os que apresentaram a maior ocorrência de comportamentos indicadores de estresse. Portanto, o posto hierárquico pode ser um bom preditor das diferenças individuais em respostas ao estresse em um grupo.

É preciso ter cautela ao inferir bem-estar apenas com base na presença de comportamentos anormais. Indivíduos com ausência de comportamentos anormais e com alta inatividade numa população com animais que apresentam esses comportamentos não têm necessariamente um bem-estar melhor (MASON e LATHAM, 2004; MASON et al., 2007). Esses comportamentos podem estar associados à função de lidar com a situação de estresse e sua ausência pode ser uma incapacidade individual de lidar com o ambiente de cativeiro (NOVAK e SUOMI, 2008; SHEPHERDSON et al., 2013).

Outro fator a ser levado em conta na variação individual da frequência dos comportamentos anormais é a personalidade. A personalidade pode afetar a maneira como o indivíduo lida com eventos estressores, pois ela determina

como o indivíduo reage a mudanças e desafios no ambiente (SHEPHERDSON et al., 2013). O que pode determinar o grau de bem-estar de um indivíduo é sua capacidade de lidar com eventos estressores, e não a quantidade de estresse ao qual ele é exposto (NOVAK e SUOMI, 1988). Numa meta-análise com ursos polares cativos em zoológicos feita por Shepherdson et al. (2013), usaram-se quatro perfis comportamentais para avaliar o fator da personalidade na manifestação de estereotipias. Escores foram dados para os temperamentos que referiam-se aos comportamentos que os ursos tinham diante de um objeto de enriquecimento no recinto: “aproxima-se devagar”, “interessado”, “interessado em cheirar” e “cauteloso”. Os resultados da meta-análise mostraram que os ursos com alto escore no temperamento “interessado” exibiam menos estereotipias e tinham níveis de glucocorticóides mais baixos. Os ursos com alto escore no temperamento “aproxima-se devagar” eram os que exibiam mais *pacing*.

Em babuínos, baixos níveis basais de cortisol foram encontrados em sujeitos com maior capacidade de prever e controlar estressores sociais e com maiores taxas de interações afiliativas (SAPOLSKY, 1994). Nesse estudo com babuínos foi analisado o efeito do estilo de comportamento individual nos níveis basais de cortisol, controlando a variável “posto hierárquico”. Os níveis de cortisol eram baixos em indivíduos que diferenciavam situações sociais ameaçadoras de neutras, ou seja, que apresentavam comportamentos defensivos e de vigilância quando ameaçados e eram indiferentes à presença neutra de um rival. Indivíduos que eram sempre vigilantes à presença de um rival, mesmo quando não ameaçados, tinham níveis de cortisol mais altos. A alta tendência a iniciar uma agressão quando ameaçado e a capacidade de

distinguir entre ter ganhado ou perdido uma interação também foram associadas a baixos níveis de cortisol. Essa distinção foi caracterizada por comportamento afiliativo após a interação indicando ganho, e comportamento de deslocamento após a interação indicando perda.

Esse tipo de estudo mostra que, além do posto na hierarquia de dominância, os traços de temperamento podem explicar porque alguns indivíduos do nosso grupo apresentaram comportamentos anormais e outros não.

Os comportamentos anormais foram observados muito mais frequentemente antes da alimentação diária ser fornecida. Esse padrão já foi observado em outros estudos com primatas cativos (*Sapajus apella*: LESSA, 2009; *Sapajus nigritus*: SANTOS e REIS, 2009; *Sapajus xanthosternos*: OLIVEIRA, 2014; *Macaca arctoides*: WAITT e BUCHANAN-SMITH, 2001; *Trachypithecus francoisi*: KRISHNAMURTHY, 1994 apud WAITT e BUCHANAN-SMITH, 2001). Essas respostas ao estresse (i.e., os comportamentos anormais) podem ser desencadeadas por fatores biológicos, como a fome ou o relógio biológico que sente quando a hora da alimentação está próxima. Pode também haver fatores psicossociais, aos quais os primatas são particularmente suscetíveis (HONESS e MARIN, 2006b). Em um ambiente já estressor, essas respostas podem ser desencadeadas em situações de antecipação de eventos estressores que podem ou não acontecer (SAPOLSKY, 2005), como a antecipação de agressão intragrupo (HONESS e MARIN, 2006b), ou a antecipação da alimentação sempre feita no mesmo horário em cativeiro (WAITT e BUCHANAN-SMITH, 2001), pois o indivíduo tem

uma memória de situações agonísticas que costumam ocorrer naquele contexto.

A hora da alimentação diária e a hora do enriquecimento com cocos podem ser consideradas como eventos estressores devido às altas taxas de episódios agonísticos que ocorriam pela disputa desses recursos, desencadeando assim uma maior frequência de comportamentos anormais. Outro fator que pode ter ativado esses comportamentos é o aumento do número de visitantes no parque aos fins de semana e feriados, que resultava em distúrbios sonoros elevados. Estudos anteriores já constataram que a presença e número de visitantes pode ser um evento estressor para muitas espécies. Primatas podem apresentar um aumento do agonismo e das estereotipias locomotoras na presença de visitantes (NEWBERRY, 1995), e espécies carnívoras podem apresentar um aumento do *pacing* de acordo com o número de visitantes do zoológico (MASON et al., 2007).

Diante dos nossos resultados e das condições do semi-cativeiro, sugerimos que as possíveis causas dos comportamentos anormais dos machos adultos subordinados analisados são: 1) a restrição da expressão de comportamentos naturais e a falta de atividades estimulantes no ambiente semi-cativo; 2) a indisponibilidade de refúgio para evitar dominantes e situações de conflito, que conferem uma falta de controle do ambiente; 3) a falta de válvulas de escape para essas frustrações através de interações afiliativas; e 4) a impossibilidade de emigração para outro grupo.

Em suma, os machos adultos subordinados foram os mais suscetíveis ao estresse psicossocial, sendo os únicos do grupo que apresentaram

comportamentos anormais durante toda a coleta e em maior frequência. A frequência de comportamentos anormais foi alterada, especialmente na condição Enriquecimento Físico, quando houve uma diminuição drástica desses comportamentos. A introdução das redes nessa condição ofereceu refúgio e opção de evitação de conflitos, aumentando a sensação de controle do ambiente. Além disso, alguns desses indivíduos tiveram um aumento da proximidade espacial e de interações afiliativas com outros subordinados nas duas últimas condições do enriquecimento, o que seria uma estratégia adaptativa adotada para reduzir o estresse.

5.2 Competição direta após a introdução do enriquecimento

Observamos características de competição direta intragrupo em nosso grupo desde a Linha de Base, devido à provisão diária de alimentos e que se tornou mais intensa durante o enriquecimento alimentar, devido ao fornecimento periódico de cocos. Os modelos da socioecologia, de acordo com a revisão feita por Koenig (2001), prevêem que a competição por alimento molda as estruturas sociais, relações de dominância, tamanho de grupo e tolerância em primatas. A competição por alimento é caracterizada pela densidade, qualidade e distribuição dos recursos alimentares no ambiente, e sua intensidade depende desses fatores. A competição direta ocorre quando os recursos alimentares são concentrados, monopolizáveis (i.e., passíveis de serem tomados de indivíduos mais subordinados) e de tamanho intermediário em relação ao tamanho do grupo, enquanto a competição indireta ocorre quando os recursos alimentares são altamente dispersos no ambiente, de baixo valor nutricional ou de tamanho grande em relação ao tamanho do grupo (van SCHAIK, 1989; STERCK et al., 1997).

Os comportamentos agonísticos observados ocorriam com maior frequência em contextos envolvendo recursos alimentares: no momento em que alimentação diária era levada pelos tratadores, no momento em que os cocos do enriquecimento alimentar eram levados pelos pesquisadores e no momento em que os visitantes do parque jogavam alimentos na ilha. Em *Sapajus apella* de vida livre com regime de competição direta intragrupo, observa-se também que a grande maioria das interações agonísticas ocorre em contextos de forrageamento (JANSON, 1985).

Os comportamentos agonísticos mais frequentes foram ameaçar, perseguir e deslocar (Tabela 3). Em geral, as interações agonísticas observadas não resultaram em grandes custos energéticos e físicos, pois apresentaram curta duração e não envolveram agressões físicas como morder ou bater. A dominância nesse grupo pode ser considerada como formal, pois normalmente o subordinado da interação apresentou imediata submissão fugindo ou mostrando os dentes como demonstração de submissão (STERCK et al., 1997). A partir da visão adaptacionista de Sterck et al. (1997) e Koenig (2001), acredita-se que estratégias comportamentais devem ter evoluído para aumentar a aptidão do indivíduo diante da competição por recursos. Dentro dessa perspectiva, nossas observações corroboram o modelo de Sterck et al. (1997), que prevê que quando existe um regime de competição direta intragrupo, há uma alta estabilidade na hierarquia, dominância formal (i.e., o indivíduo que perde consistentemente em interações agonísticas de uma díade usa sinais de submissão) e frequentes comportamentos de deslocamento e de agressão devido ao alimento.

Os indivíduos mais dominantes na hierarquia e os mais tolerados, como os infantes e juvenis mais novos, conseguiam monopolizar os sítios de quebra, pois a competição direta é altamente afetada pela dominância (STERCK et al., 1997), que dita quais indivíduos terão maior acesso a esses recursos. Portanto, os indivíduos mais subordinados tinham menor acesso ao enriquecimento com cocos e sofriam maior agressão, já que recursos monopolizáveis promovem interações agonísticas (VERDERANE et al., 2013). No estudo de Janson (1985) com *Sapajus apella* de vida livre, foi observado que as taxas de agonismo e o viés no sucesso do forrageamento relacionado ao posto hierárquico eram maiores em locais em que os recursos eram intermediários em relação ao tamanho do grupo (competição direta) e menores quando os recursos eram mais abundantes (competição indireta). Além disso, indivíduos dominantes e com altas porcentagens de interações agonísticas vencidas se alimentavam mais que os outros indivíduos do grupo.

A taxa de agonismo observada nesse grupo antes da introdução do enriquecimento é considerada alta em comparação com macacos-prego de vida livre. Em um grupo de *Sapajus nigritus* na mata Atlântica, a taxa registrada por Peternelli-dos-Santos (2009) foi de 0,12 por hora. Na Amazônia, um grupo de *Sapajus apella* apresentou uma taxa de 0,33 por hora (JANSON, 1985). Em uma área de ecótono entre cerrado e caatinga no estado do Piauí, Verderane (2010) estudou dois grupos livres de *Sapajus libidinosus* que utilizavam ferramentas para quebrar cocos. O grupo que recebia provisão de alimentos teve uma taxa de 2,2 episódios agonísticos por hora e o grupo não provisionado 0,6 por hora. Outro grupo de *Sapajus libidinosus* que utiliza ferramentas, em um fragmento de manguezal no estado do Maranhão, obteve

uma taxa de 2,1 eventos agonísticos por hora (CUTRIM, 2013). No nosso grupo, observamos 1,2 episódios agonísticos por hora na Linha de Base, mesma taxa encontrada por Winandy (2012) em um grupo em regime de semi-liberdade também residente no Parque Ecológico do Tietê. Apesar do grupo semi-livre ter uma área de vida de 19,5ha e não ter barreiras físicas para a locomoção, os dois grupos têm em comum a provisão de alimentos e a utilização de ferramentas para a quebra de cocos. Porém, apesar da taxa de agonismo dos dois grupos terem sido iguais, na Linha de Base não havia quebra de cocos em nosso grupo. Isso mostra que a taxa de agonismo já era alta antes da introdução do enriquecimento com cocos, possivelmente pela diferença do espaço e do regime de semi-cativeiro. Uma comparação entre esses dois grupos feita por RESENDE et al. (2010) mostrou que o grupo semi-cativo é muito menos tolerante durante a quebra de coco que o grupo semi-livre, o que mostra que esse grupo tem uma tendência geral a ter mais conflitos agonísticos que outros grupos já estudados. No estudo de RESENDE et al. (2010), a taxa relativa de eventos agonísticos durante a quebra de coco era de 0,1/h para o grupo semi-livre e 2,2/h para o grupo semi-cativo.

Em um grupo de *Sapajus apella* cativos que quebram cocos num Centro de Triagem em Minas Gerais, a frequência de comportamentos agonísticos foi baixíssima (0,48% do orçamento de atividades), pois o macho dominante era muito tolerante durante o evento de quebra e o grupo era pequeno ($N = 5$), tendo menos competição direta (RODRIGUES et al., 2010). Em comparação com um grupo cativo de *Sapajus libidinosus* sem enriquecimento, a taxa de agonismo encontrada foi de 1,7h (ARAÚJO, 2011), próxima à taxa observada aqui antes da introdução do enriquecimento (1,2/h). Essas enormes variações

na taxa de agonismo encontradas no gênero *Sapajus* evidenciam que existem muitos fatores que afetam a agressividade dentro de um grupo, como as características das fontes de alimentares, o tamanho do grupo e traços de personalidade como nível de tolerância individual.

Com a introdução de um recurso alimentar monopolizável e concentrado em um sítio, a taxa de agonismo por hora aumentou para 2,1. Isso ocorreu devido à competição direta por esse recurso e baixa tolerância dos indivíduos mais dominantes nos sítios durante a quebra de coco. Com um sítio, havia monopólio em apenas um local e nem todos os indivíduos disputavam pelos cocos. Ao fornecer cocos em três sítios, a taxa aumentou para 4,4 na condição CI e 3,4 por hora na CII. Ao aumentamos o número de sítios, mais indivíduos puderam se aproximar e disputar pelos recursos, ou seja, aumentou o número de participantes em interações agonísticas (RESENDE e ARDILA, 2013). Nos grupos de *Sapajus libidinosus* de vida livre do Piauí citados anteriormente, Verderane et al. (2013) obteve resultados semelhantes, em que o uso de ferramentas aumentou a competição devido às altas taxas agonismo relacionadas ao alimento e à baixa tolerância nos sítios de quebra.

É importante lembrar que, em experimentos anteriores com esse grupo, já havia quatro indivíduos proficientes na tarefa de quebra de coco: Sagu, Floyd, Nuli e Cuzco (VIEIRA, 2011). Quando voltamos a introduzir pedras e cocos para o enriquecimento, no início da condição CI, Cupuaçu (macho juvenil) se tornou proficiente na quebra. No início da condição CII outro macho juvenil (Frapê) também se tornou proficiente, e no final da última condição, EF, mais um macho juvenil (Caio) começou a ter sucesso na quebra. Já era previsto por Reis (2008) e Vieira (2011) que a difusão desse comportamento

ocorresse entre indivíduos com estreitas relações sociais, pois seriam mais tolerados nos sítios para observar a quebra, manipular os objetos e combinar a sequência correta de movimentos por tentativa e erro até aprender a quebrar cocos com sucesso. Essa previsão foi corroborada, visto que os três indivíduos que aprenderam a quebrar coco com sucesso durante o enriquecimento eram machos juvenis que tinham frequente proximidade espacial e eram parceiros de brincadeiras. Inclusive, Cupuaçu é irmão de Cuzco, o que justifica a grande tolerância que Cupuaçu teve de Cuzco para observar essa atividade de perto.

Outro fator importante para a aprendizagem da tarefa e a tolerância nos sítios é a hierarquia social. Observa-se que esses três juvenis têm posto alto na hierarquia: Cupuaçu tem posto dois, Frapê posto três e Caio posto seis (Tabela 5). Portanto, esses indivíduos conseguiam monopolizar os sítios de quebra e/ou serem mais tolerados. Cuzco era o indivíduo menos tolerado nos sítios, sendo constantemente expulso pelos outros quebradores. Já Floyd raramente aparecia nos sítios para quebrar coco, mesmo sendo proficiente na tarefa, possivelmente para evitar conflitos agonísticos.

Esse tipo de enriquecimento cognitivo-alimentar não se mostra eficiente apenas para os indivíduos que aprenderam a tarefa, apesar de provavelmente eles terem sido os maiores beneficiados. Os indivíduos que eram tolerados próximos aos sítios podiam observar a tarefa e manipular os objetos, o que pode ser considerado um estímulo cognitivo e social, e podiam também filar os restos de cocos quebrados, o que configura um elemento novo na dieta desses animais.

A taxa de episódios agonísticos encontrada em nosso grupo foi maior que nas populações de vida livre e semi-livre que utilizam ferramentas. Isso pode ser explicado pelas diferenças que o ambiente de semi-cativeiro proporciona. Quando os cocos eram levados à ilha, os animais apresentavam a mesma excitação antecipatória de quando os tratadores levavam a provisão diária ao cocho. Os cocos eram recursos desejáveis não só pelo rico potencial nutricional, mas também por ser um elemento novo na rotina desses animais. O tamanho do grupo também é um fator para que as taxas de agonismo tenham sido altas, já que não havia cocos e sítios suficientes para que todos os indivíduos desse grande grupo ($N = 31\sim 37$) se alimentassem ao mesmo tempo, aumentando a competição direta (JASON, 1990; STERCK et al., 1997; KOENIG, 2001). Esse contexto ambiental e social influenciou no nível de tolerância dos indivíduos desse grupo durante o enriquecimento com cocos, que foi menor que o observado em outros grupos de macacos-prego, causando mais conflitos agonísticos (RESENDE et al., 2010). Talvez se aumentássemos ainda mais o número de cocos e pedras fornecidos no enriquecimento, a competição não seria tão intensa e houvesse menos monopolização (RESENDE e ARDILA, 2013).

O enriquecimento cognitivo-alimentar foi potencialmente um novo elemento estressor, já que houve um aumento das taxas de comportamentos agonísticos no grupo e dos comportamentos anormais em alguns indivíduos. O aumento da competição direta já era esperado por nossa hipótese devido às características do enriquecimento oferecido e essa alteração comportamental do grupo pode ser considerada típica em primatas de vida livre. Provavelmente os maiores beneficiados pelo enriquecimento cognitivo-alimentar foram os

indivíduos mais dominantes e mais tolerados, que tinham acesso às pedras e aos cocos e sofriam menos agressão.

A técnica de enriquecimento empregada se justifica por ser um elemento novo na rotina desses animais que fez com que empregassem seu tempo, esforço e capacidade cognitiva e com que interagissem socialmente. Portanto, no caso de utilizar esse enriquecimento no manejo de macacos-prego cativos ou semi-cativos, deve-se utilizar cocos e pedras suficientes para que todos os indivíduos do grupo possam manipulá-los, de forma bastante distribuída, em locais distantes no recinto e com o máximo de isolamento visual, para facilitar o acesso e tornar o recurso não monopolizável, evitando a competição direta. É importante dar uma atenção especial aos indivíduos subordinados de um grupo para garantir que tenham acesso ao enriquecimento, pois frequentemente eles são os que sofrem maior estresse psicossocial e precisam também se beneficiar do enriquecimento, que serve como uma ocupação e uma válvula de escape para esse estresse. O ideal é que todos os indivíduos do grupo possam manipular as pedras e os cocos e que tenham o tempo necessário no sítio de quebra para aprender essa tarefa, sem serem expulsos do local por outros membros do grupo.

5.3 Flexibilidade no uso dos substratos

Antes da introdução do enriquecimento, o grupo apresentava um grande uso dos substratos ao nível do solo. Isso se deve às características ecológicas da ilha: a escassa vegetação arbórea e o grande espaçamento entre as árvores fazem com que os macacos precisem ir ao chão para se locomover e forragear (MANNU, 2002). Essas características ambientais são observadas

também nos biomas de caatinga e cerrado, onde foi relatada a maior terrestrialidade em macacos-prego de vida livre já estudados (BIONDI, 2010).

A ausência de predadores naturais no parque também pode ser um fator para que os indivíduos utilizassem mais o solo. Essa terrestrialidade poderia ser um comportamento de risco de predação no habitat natural, mas nesse grupo os indivíduos utilizavam o solo inclusive em atividades mais vulneráveis, como descanso e comportamentos sociais de catação e brincadeira. No estudo de Biondi (2010) sobre o uso de substratos de um grupo de *Sapajus libidinosus* numa área de ecótono entre cerrado e caatinga, apesar das características da vegetação serem próximas às do semi-cativeiro de nosso estudo, os indivíduos descansavam exclusivamente no estrato arbóreo. Essa diferença pode dever-se à presença de predadores no ambiente natural, que exporia os animais a grande risco de predação se descansassem no solo (RODRIGUES et al., 2010).

A presença de humanos também pode influenciar o uso de substratos de macacos-prego. Nós observamos que os indivíduos apresentavam comportamento de vigilância quando os visitantes do parque paravam em frente à ilha. Quando algum visitante jogava alimentos na ilha, havia grande atividade comportamental no solo, pois era onde os alimentos eram jogados. Reis e Mendes (2007) observaram, em um grupo livre de *Sapajus libidinosus* numa área bastante antrópica, que os sujeitos foram utilizar o solo em 50% do tempo e atribuiu isso à doação humana de alimento e à maior disponibilidade de alimento no solo.

Houve uma alteração significativa no uso dos substratos após introduzirmos o enriquecimento com cocos. Nas condições CI e CII o grupo passou a utilizar mais o solo que na Linha de Base. Isso deve ser uma consequência da atividade de quebra de coco, pois já foi relatado que a quebra de coco elicia maior terrestrialidade em macacos-prego, já que é uma atividade realizada exclusivamente no solo (BIONDI, 2010). Grupos de *Sapajus libidinosus* que quebram coco no cerrado e na caatinga são mais terrestres que outras populações de macacos-prego (OTTONI e IZAR, 2008). Já foi encontrada uma forte associação entre uso de ferramentas e alto grau de terrestrialidade nos grupos já estudados que quebram cocos, tanto de vida livre quanto semi-livre (OTTONI e IZAR, 2008). Portanto, o maior uso do solo já era esperado quando introduzíssemos o enriquecimento com cocos, pois os indivíduos se engajariam nessa atividade que exigia estar no solo.

Ao colocarmos as redes suspensas no Enriquecimento Físico o grupo passou a utilizar mais os substratos em estratos superiores (*Acima de 1,5m*). Esse resultado sugere que, dada a oportunidade de utilizar estratos superiores, os macacos desse grupo têm uma preferência de utilizá-los mais que o solo. De fato, em vida livre, macacos-prego parecem preferir níveis intermediários do estrato arbóreo, mas utilizam estratos inferiores e o solo para locomoção e forrageio (FLEAGLE, 1999; FRAGASZY et al., 2004a). As redes ligando árvores em clareiras da ilha simularam substratos horizontais e contínuos que são encontrados em níveis mais altos das copas no ambiente natural, permitindo a locomoção arbórea e aumentando as oportunidades de comportamento exploratório no estrato superior (FLEAGLE, 1999).

As redes também ofereceram refúgio como forma de evitar outros indivíduos e foram utilizadas como um objeto de brincadeira entre os juvenis. No estudo feito por Rodrigues et al. (2010) com *Sapajus apella* cativos, constatou-se que o grupo utilizava significativamente mais estratos superiores que inferiores. Os autores associaram isso à presença de um abrigo na parte superior do recinto que oferecia refúgio, já que o comportamento de se refugiar foi frequentemente registrado. Também foi relatado que o grupo utilizava o estrato inferior mais frequentemente em contextos relacionados ao uso de ferramentas para quebra de cocos e à alimentação, associando mais uma vez o uso do solo à quebra de cocos.

Todas essas alterações no uso dos substratos ao longo do experimento comprovam que os macacos-prego possuem uma grande flexibilidade comportamental no orçamento desse uso, que os tornam capazes de se adaptar às condições ambientais. Isso explica, em partes, o porquê de esse gênero ter uma distribuição geográfica muito ampla e em vários biomas diferentes, como diversos tipos de florestas neotropicais (FLEAGLE, 1999), caatinga e cerrado (OTTONI e IZAR, 2008) e até manguezal (CUTRIM, 2013).

A hipótese de que a introdução de redes em estratos superiores eliciaria menor terrestrialidade foi corroborada. Houve um aumento significativo da frequência do uso de substratos *Acima de 1,5m* em detrimento do uso de substratos ao nível do solo na condição Enriquecimento Físico, demonstrando uma preferência por substratos acima do solo pelos animais desse grupo. Também houve uma drástica diminuição dos comportamentos anormais de alguns indivíduos nessa condição, pois as redes ofereceram refúgio. Portanto, o enriquecimento de recintos de cativeiro e semi-cativeiro com redes pode ser

eficiente para aumentar o comportamento exploratório e o uso do espaço de um grupo e dar maior sensação de controle aos indivíduos por oferecer refúgio.

5.4 Proximidade espacial e comportamentos afiliativos

Nossos resultados mostraram que houve pouca variação na taxa de comportamentos afiliativos e que não houve diferença estatisticamente significativa entre as quatro condições tanto para brincadeira social quanto para catação. Portanto, nem o enriquecimento cognitivo-alimentar nem o enriquecimento físico tiveram impacto nos comportamentos afiliativos desse grupo.

A média de brincadeira social do grupo variou entre 1,9% e 2,7% do tempo total de observação (Tabela 9). Os indivíduos de nosso grupo brincaram menos que os macacos-prego cativos que quebram coco do estudo de Rodrigues et al. (2010), que brincaram 4,3% do tempo de observação, sendo que esse comportamento foi observado apenas em indivíduos juvenis. Já no grupo semi-livre também residente no Parque Ecológico do Tietê e que também quebra coco, o orçamento de brincadeira social foi de 4% do tempo, tendo sido observado em maior frequência nos juvenis e infantes, mas também nos adultos e subadultos (RESENDE et al., 2004). Em nosso grupo os indivíduos juvenis também foram os que brincaram com maior frequência, e brincadeiras envolvendo fêmeas e machos adultos também foram observadas em menor frequência em todas as condições.

A brincadeira social é uma interação típica de macacos imaturos que promove a proximidade espacial entre esses indivíduos (RESENDE et al., 2004). Portanto, esse comportamento afiliativo pode ter estreitado laços entre

díades e formado subgrupos (como discutido no capítulo 5.1). Porém, devido a sua baixa frequência e variação não significativa nesse grupo, não parece ter sido um fator que tenha contribuído para aumentar a coesão grupal.

O comportamento de brincadeira pode ser um indicador do grau de bem-estar de um indivíduo, já que está ligado a emoções positivas e à ausência de ameaças à aptidão (HELD e SPINKA, 2011). A taxa do grupo pode não ter aumentado ao longo do enriquecimento, mas os estudos de caso dos machos adultos Lui e Jiló mostraram que a frequência de comportamentos anormais diminuiu drasticamente no Enriquecimento Físico, ao passo que a frequência de brincadeira aumentou ligeiramente, o que pode ter contribuído para o aumento do bem-estar desses indivíduos. De acordo com Held e Spinka (2011), a brincadeira não apenas resulta de um bem-estar bom como o causa, ou seja, tem o papel de função e de causa. Interações afiliativas podem ter a função de aliviar a tensão em momentos sociais estressores (IZAR, 1994; SAPOLSKY, 1994; HELD e SPINKA, 2011), como pouco antes da alimentação em bonobos (*Pan paniscus*) cativos ou a integração de novos indivíduos no grupo (HELD e SPINKA, 2011). Isso explicaria o porquê de dois machos subordinados, sob grande estresse psicossocial, terem apresentado menos comportamentos indicadores de estresse com o aumento dessas interações.

Já a média de catação do grupo variou entre 2,5% e 3,7% (Tabela 10). As taxas de catação aqui observadas foram maiores que as relatadas no grupo cativo de Rodrigues et al. (2010), que participaram de catação 1,7% do tempo de observação. Os autores observaram que a interferência de pessoas nas proximidades do recinto inibia esse comportamento. No ambiente de semi-cativeiro de nosso estudo, o tamanho da área da ilha e a vegetação arbustiva

oferecem pontos em que os macacos podem ficar fora da vista dos visitantes, o que pode ter contribuído para diminuir o impacto da presença dos visitantes na taxa de catação do grupo. Entretanto, é necessário levar em conta outros fatores que podem afetar a taxa de catação de um grupo, como o número da amostra ($N = 5$ no grupo de Rodrigues et al. (2010) e $N = 27$ em nosso grupo), as variações individuais na resposta ao estresse, os traços de personalidade, a composição demográfica do grupo, a coesão e as relações interindividuais.

O grupo semi-livre do Parque Ecológico do Tietê também apresentou uma taxa de catação menor que a de nosso grupo, de acordo com Ferreira et al. (2006): 0,6% do orçamento de atividades na estação chuvosa e 1,1% na estação seca. O grupo semi-livre tem um orçamento de atividades mais próximo ao de grupos selvagens, gastando menos de 2% do tempo em atividades sociais (catação, brincadeira social e interações agonísticas), já que suas condições ambientais são mais próximas ao do habitat natural (FERREIRA et al., 2006). O grupo semi-cativo dispõe de menos oportunidades para atividades típicas como locomoção e forrageio, tendo assim mais tempo livre para atividades sociais. A alta taxa de catação observada também pode ter sido influenciada pelo alto grau de parentesco entre os indivíduos, pois parentes tendem a ter maior proximidade espacial e a associar-se afiliativamente (IZAR, 1994). Não conhecemos o parentesco dos indivíduos nascidos antes de 2008, mas sabemos que esse grupo foi formado em 1981 e se expandiu desde então, o que sugere que esse grupo tenha muitas gerações da mesma árvore familiar.

A catação tem, além da função higiênica, uma função social afiliativa que pode estabelecer, manter e fortalecer vínculos e promover a coesão grupal

(IZAR, 1994; LEHMANN et al., 2007). De acordo com Lehmann et al. (2007), quanto maior o grupo (até o limite de 40 membros), maior será o orçamento da catação, pois os indivíduos precisarão investir mais tempo em sua rede social para manter a coesão grupal. Isso também deve ser um fator que influencia a alta taxa de catação observada nesse grupo (N=31~37) em comparação com o grupo cativo de Rodrigues et al. (2010) (N=5) e o semi-livre de Ferreira et al. (2006) (N=16~23).

Não observamos, porém, correlação entre a variação da taxa de catação e da coesão grupal em nosso grupo. Além disso, não houve diferença significativa na catação, enquanto houve na coesão grupal. Na condição Enriquecimento Físico obtivemos as menores distâncias interindividuais e a formação de novas relações de proximidade no grupo. Apesar da taxa de catação não refletir o aumento de coesão grupal nessa condição, o número de indivíduos que não participaram de eventos de catação no Enriquecimento Físico foi menor que em todas as outras condições: apenas três indivíduos não participaram de catação (Tabela 10), o que pode estar ligado às novas relações de proximidade observadas no grupo através da análise das distâncias interindividuais. Apesar de não termos observado aumento da taxa de catação no Enriquecimento Físico, o aparecimento de novas díades envolvidas em catação nessa condição pode explicar o aumento da coesão grupal. Outra possível explicação é a diminuição da população devido à morte de seis indivíduos entre o final da condição CII e a condição EF, o que diminuiu o tamanho do grupo e pode ter facilitado a manutenção da coesão.

Animais sociais que vivem em grupos tendem a sincronizar seus comportamentos e até mesmo seu estado emocional (SPINKA, 2012). A

sincronia dentro de um grupo é recompensadora quando, por exemplo, traz coesão durante grandes deslocamentos coordenados (SPINKA, 2012). Como no semi-cativeiro é impossível que os indivíduos realizem grandes deslocamentos à procura de alimentos, como fariam no habitat natural, a coesão grupal pode ser observada na sincronia de outros comportamentos (e.g. forrageio, catação, brincadeira, descanso). A utilização de distâncias interindividuais de até 10m para medir a coesão grupal pode refletir a sincronia de subgrupos de indivíduos durante certas atividades. Em gado, por exemplo, a sincronia de comportamentos é um indicador promissor de um bem-estar bom (NAPOLITANO et al., 2009 apud SPINKA, 2012).

A hierarquia de dominância afeta a posição dos indivíduos dentro da geometria do grupo. No habitat natural, indivíduos dominantes escolhem as posições mais privilegiadas dentro do grupo e os subordinados escolhem sua posição de modo a evitar a agressividade dos dominantes (IZAR, 1994). No semi-cativeiro esse padrão também é observado: os indivíduos subordinados tenderam a se distribuir de forma mais periférica na ilha e a forragear e descansar isoladamente do grupo. Na Linha de Base, a coesão grupal foi a mais baixa entre as quatro condições: a soma dos índices Jaccard (IJ) de proximidade a 10m foi de 79 e a mediana dos IJ do grupo foi de 0,20.

Ao introduzirmos o enriquecimento cognitivo-alimentar, a coesão grupal aumentou ligeiramente: a soma dos IJ foi de 108 e mediana de 0,27 em CI e a soma dos IJ foi de 100 e mediana de 0,26 em CII, sem grandes diferenças entre as duas condições. Interpretamos que a proximidade espacial entre os indivíduos deve ter aumentado devido ao interesse pelo enriquecimento empregado e à sincronia nos comportamentos relacionados a ele, como

quebrar coco, observar outro indivíduo quebrar coco, manipular as pedras e cocos e filar os restos de cocos quebrados. Todos os indivíduos do grupo foram observados visitando os sítios de quebra e filando restos de coco em algum momento, mesmo quando não havia mais cocos inteiros para serem quebrados. Os subordinados só visitavam os sítios para filar restos e manipular as pedras quando não havia dominantes por perto. A introdução dos sítios de quebra de cocos encorajou, de forma geral, a interação social e a proximidade espacial do grupo, além de atrair indivíduos periféricos do grupo.

Quando introduzimos o enriquecimento físico, a coesão grupal teve um aumento significativo: a soma dos IJ foi de 118 e a mediana de 0,31. Nessa condição, caracterizada pelo enriquecimento com pedras e cocos e com redes suspensas, observamos a maior proximidade espacial desse grupo. Especialmente nessa condição indivíduos subordinados desenvolveram novas relações afiliativas uns com os outros, passando mais tempo próximos, e tiveram maior frequência de interações afiliativas (como discutido no capítulo 5.1). Esse resultado pode não ter sido causado pelo emprego do enriquecimento físico em si, pois não observamos o uso coletivo das redes pelos adultos, que justificaria o aumento de oportunidades de proximidade. Apenas os juvenis utilizavam as redes em pequenos grupos, em momentos de brincadeira social. Porém, como praticamente não houve diferença na taxa de brincadeira social entre as condições CII e EF, não há correlação entre coesão grupal e brincadeira social. Já os adultos utilizavam as redes solitariamente para vigiar e comer.

Novamente, a variável de confusão “idade” pode ter influenciado na formação de novas relações de proximidade e o aumento de interações

afiliativas entre certos indivíduos. Por isso, seria importante refazer o experimento em um período mais curto de coleta e acrescentar uma condição de observação após a retirada do enriquecimento, para testar mais efetivamente a influência do enriquecimento empregado nesses comportamentos. Tal metodologia não foi possível no presente estudo devido às restrições da administração do parque.

Não houve aumento significativo das taxas de catação e de brincadeira social em nenhuma condição. O caráter não-monopolizável e as possibilidades lúdicas das redes não aumentaram as taxas de comportamentos afiliativos, como era esperado. A taxa de catação observada nesse grupo já era alta desde a Linha de Base, provavelmente devido ao tamanho do grupo exigir maior tempo de catação para manter a coesão e à disponibilidade de tempo livre. Estudos de caso mostraram que dois machos subordinados do grupo tiveram um aumento das interações afiliativas com outros membros nessa condição, porém não atribuímos essa mudança comportamental à introdução das redes.

Quanto à coesão grupal, houve alteração significativa apenas na condição Enriquecimento Físico, onde obtivemos as menores distâncias interindividuais e a formação de novas relações de proximidade no grupo. O aparecimento de novas díades envolvidas em catação no Enriquecimento Físico e a diminuição do tamanho do grupo devido à alta mortalidade pode explicar o aumento da coesão grupal observado nessa condição.

6. CONCLUSÕES

- Os machos adultos subordinados foram os mais suscetíveis ao estresse psicossocial, sendo os únicos do grupo que apresentaram comportamentos anormais durante toda a coleta e em maior frequência. A frequência de comportamentos anormais foi alterada, especialmente na condição Enriquecimento Físico, quando houve diminuição drástica desses comportamentos pelos machos adultos subordinados. A introdução das redes nessa condição ofereceu refúgio e opção de evitação de conflitos, aumentando a sensação de controle do ambiente. Além disso, alguns desses indivíduos tiveram um aumento da proximidade espacial e de interações afiliativas com outros subordinados nas duas últimas condições do enriquecimento, o que seria uma estratégia adaptativa adotada para reduzir o estresse.
- Houve aumento das taxas de comportamentos agonísticos no grupo ao introduzirmos o enriquecimento cognitivo-alimentar. O aumento da competição direta já era esperado por nossa hipótese devido às características do enriquecimento oferecido e essa alteração comportamental do grupo pode ser considerada típica em primatas de vida livre. Provavelmente os maiores beneficiados pelo enriquecimento cognitivo-alimentar foram os indivíduos mais dominantes e mais tolerados, que tinham acesso às pedras e aos cocos e sofriam menos agressão. Não houve aumento significativo das taxas de catação e de brincadeira social em nenhuma condição. O caráter não-monopolizável e as possibilidades lúdicas das redes não aumentaram as taxas de comportamentos afiliativos, como era

esperado. A taxa de catação observada nesse grupo já era alta desde a Linha de Base, provavelmente devido ao tamanho do grupo exigir maior tempo de catação para manter a coesão e à disponibilidade de tempo livre. Estudos de caso mostraram que dois machos subordinados do grupo tiveram um aumento das interações afiliativas com outros membros nessa condição, porém não atribuímos essa mudança comportamental à introdução das redes.

- A introdução de redes em estratos superiores eliciou menor terrestrialidade, havendo um aumento significativo da frequência do uso de substratos *Acima de 1,5m* em detrimento do uso de substratos ao nível do solo na condição Enriquecimento Físico, demonstrando uma preferência por substratos acima do solo pelos animais desse grupo. Também houve uma drástica diminuição dos comportamentos anormais de alguns indivíduos nessa condição, pois as redes ofereceram refúgio. Portanto, o enriquecimento de recintos de cativeiro e semi-cativeiro com redes pode ser eficiente para aumentar o comportamento exploratório e o uso do espaço de um grupo e dar maior sensação de controle aos indivíduos por oferecer refúgio.
- Houve alteração significativa da coesão grupal apenas na condição Enriquecimento Físico, onde obtivemos as menores distâncias interindividuais e a formação de novas relações de proximidade no grupo. O aparecimento de novas díades envolvidas em catação e a diminuição do tamanho do grupo devido à alta mortalidade explicam o aumento da coesão grupal observado nessa condição.

- A técnica de enriquecimento cognitivo-alimentar empregada se justifica por ser um elemento novo na rotina desses animais que fez com que empregassem seu tempo, esforço e capacidade cognitiva e com que interagissem socialmente. Portanto, no caso de utilizar esse enriquecimento no manejo de macacos-prego cativos ou semi-cativos, deve-se utilizar cocos e pedras suficientes para que todos os indivíduos do grupo possam manipulá-los, de forma bastante distribuída, em locais distantes no recinto e com o máximo de isolamento visual, para facilitar o acesso e tornar o recurso não monopolizável, evitando a competição direta. É importante dar uma atenção especial aos indivíduos subordinados de um grupo para garantir que tenham acesso ao enriquecimento, pois frequentemente eles são os que sofrem maior estresse psicossocial e precisam também se beneficiar do enriquecimento, que serve como uma ocupação e uma válvula de escape para esse estresse. O ideal é que todos os indivíduos do grupo possam manipular as pedras e os cocos e que tenham o tempo necessário no sítio de quebra para aprender essa tarefa, sem serem expulsos do local por outros membros.
- O enriquecimento de recintos de cativeiro e semi-cativeiro com redes pode ser eficiente para aumentar o comportamento exploratório e o uso do espaço de um grupo e dar maior sensação de controle aos indivíduos por oferecer refúgio.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, J.; SILVA, J.; RYLANDS, A. How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus*. *Am J Primatol.*, v. 74, n. 4, p. 273-286, 2012.
- ALTMANN, J. *Observational study of behaviour: Sampling methods*. *Behaviour*, v. 49, p. 223-265, 1974.
- ARAÚJO, T. G.; FERREIRA, R. G.; COSTA-PEREIRA, R. Comportamentos estereotipados e efeitos de gênero, posto social (*rank*) e afiliação em macacos-prego (*Cebus libidinosus*). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10, São Lourenço. Sociedade de ecologia do Brasil, 2011. Resumo ampliado.
- BOERE, V. Environmental enrichment for neotropical primates in captivity. *Ciência Rural*, v. 31, n. 3, p. 543-551, 2001.
- BIONDI, L. C. M. *Comportamento posicional e uso de substratos de macacos-prego Cebus libidinosus Spix, 1823*. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, London, v. 142, p. 524-526, 1986.
- BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. *Stress and Animal Welfare: animal welfare series*. London: Kluwer Academic Publishers. 1993.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: Conceito e questões relacionadas – Revisão. *Archives of Veterinary Science*, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.
- BYRNE, G.; SUOMI, S. Social separation in infant *Cebus apella*: patterns of behavioral and cortisol response. *International journal of developmental neuroscience*, v. 17, n. 13, p. 265-274, 1999.
- CELLI, B.; TOMONAGA, T.; UDONO, T.; TERAMOTO, M.; NAGANO, K. Tool use task as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 81, n. 2, p. 171-182, 2003.
- COELHO, C. G. *Observação por co-específicos e influência social na aprendizagem do uso de ferramentas por macacos-prego (Cebus sp) em semi-liberdade*. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- CUTRIM, F. H. R. *Padrão comportamental e uso de ferramentas em macacos-prego (Sapajus libidinosus) residentes em mangueza*. Tese (Doutorado em Psicologia Experimental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- DANTZER, R. Behavioral, physiological and functional aspects of stereotyped behavior: a review and a re-interpretation. *Journal of Animal Science*, v. 62, p. 1776-1786, 1986.
- DUNCAN, L. M.; JONES, M. A.; van LIEROP, M.; PILLAY, N. Chimpanzees use multiple strategies to limit aggression and stress during spatial density change. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 147, p. 159-171, 2013.

FERREIRA, R. G. Causas Próximas e Causas Distais na Compreensão do Comportamento Animal. In: Maria Emilia Yamamoto; Gilson Volpato. (Org.). *Comportamento Animal* (2a ed). NATAL: UFRN, 2011.

FERREIRA, R. G.; IZAR, P.; LEE, P. C. Exchange, affiliation, and protective interventions in semifree-ranging brown capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Am J Primatol.*, v. 68, n. 8, p. 765-776, ago. 2006.

FLEAGLE, J. G. *Primate adaptation and evolution*. San Diego: Academic Press, 1999. 596 p.

FRAGASZY, D. M.; VISALBERGHI, E.; FEDIGAN, L. M. *The Complete Capuchin: The biology of the Genus Cebus*. Cambridge: Cambridge University Express. 2004a.

FRAGASZY, D. M.; IZAR, P.; VISALBERGHUI, E.; OTTONI, E. B.; OLIVEIRA, M. G. Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. *Am J Primatol.*, v. 64, n. 4, p. 359-366, 2004b.

GILLAM, E. An introduction to animal communication. *Nature Education Knowledge* 3(10):70, 2011.

GOODALL, J. Tool-using in primates and other vertebrates. In: LEHRMAN, D. S.; HINDE, R. A.; SHAW, E. *Advances in the study of behavior*. New York: Academic, 1970.

HELD, S. D. E.; SPINKA, M. Animal play and animal welfare. *Animal Behaviour*, v. 81, p. 891-899, 2011.

HEMELRIJK, C.K. Models of, and tests for, reciprocity, unidirectionality and other social interaction patterns at a group level. *Animal Behaviour*, v. 39, n. 6, p. 1013-1029, 1990a.

HEMELRIJK, C.K. A matrix partial correlation test used in investigations of reciprocity and other social interaction patterns at group level. *Journal of Theoretical Biology*, v. 143, n.3, p. 405-420, 1990b.

HOGAN, J. A. Animal Behavior. In: J. E. Grusec, R. S. Lockhart, G. C. Walters. *Foundations of psychology*. Toronto: Copp Clark Pitman, 1990. p. 138–186.

HONESS, P; MARIN, C. Enrichment and aggression in primates. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, v. 30, n. 3, p. 413-436, 2006.

HONESS, P.; MARIN, C. Behavioural and physiological aspects of stress and aggression in nonhuman primates. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, v. 30, n. 3, p. 390-412, 2006b.

HONEYSETT, J. *Husbandry manual for Brown cappucin/Black-capped capuccin Cebus apella (Cebidae)*. Ultimo: Sydney Institute of TAFE, 2006.

IZAR, P.; FERREIRA, R. G.; SATO, T. Describing the Organization of Dominance Relationships by Dominance-Directed Tree Method. *Am J Primatol.*, v. 68, p. 189-207, 2006.

IZAR, P.; RESENDE, B.D. Métodos para o estudo do comportamento de primatas em vida livre. In: Maria Margarida Pereira RODRIGUES; P. R. M. MENANDRO (Org.) *Lógicas Metodológicas: trajetos de pesquisa em psicologia*. Vitória: Programa de Pós-Graduação em Psicologia da UFES e Editora GM, 2007, v.1, p. 93-117.

IZAR, P. *Análise da estrutura social de um grupo de macacos-prego (Cebus apella) em condições de semi-cativeiro*. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

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

JANSON, C.H. Ecological consequences of individual spatial choice in foraging groups of brown capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour*. v.40, p. 922-934, 1990.

KAPPELER, P. M; van SCHAIK, C. P. Evolution of primate social systems. *International Journal of Primatology*, v. 23, n. 4, p. 707-740.

KOENIG, A. Competition for resources and its behavioural consequences among female primates. *International Journal of Primatology*, v. 23, n. 4, p. 759-783.

LEHMANN, J.; KORSTJENS, A. H.; DUNBAR, R. I. M. Group size, grooming and social cohesion in primates. *Animal Behaviour*, v. 74, n. 6, p. 1617-1629, dez. 2007.

LESSA, M. A. M. *Bem Estar em Cativeiro: Análise e Planejamento da Ocupação do Tempo em Macacos-prego (Cebus apella)*. Dissertação (Mestrado em Teoria e Pesquisa do Comportamento) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

LYNCH-ALFARO, J.; IZAR, P.; FERREIRA, R. Capuchin monkey research priorities and urgent issues. *Am. J. Primatol.*, v. 76, n. 8, p. 705-720

MANSON, G. J. Stereotypies: a critical review. *Animal Behaviour*, v. 40, n. 6, p. 1015-1037, 1991.

MASON, G.; CLUBB, R.; LATHAM, N.; VICKERY, S. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Applied Animal Behaviour Science*, v. 102, p. 163-188, 2007.

MASON, G. J.; LATHAM, N.R. Can't stop, won't stop: is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare*, v. 13, p. 57-69, 2004.

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

MENDONÇA-FURTADO, O.; PALME, R.; SOUSA, M. B. C.; IZAR, P. O que causa estresse em macacos-prego selvagens (*Sapajus libidinosus* e *Sapajus nigritus*)? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRIMATOLOGIA, 14, 2011, Curitiba. *XIV Congresso Brasileiro de Primatologia: livro de resumos*. Curitiba, 2011. Resumo.

MENDONÇA-FURTADO, O. *Uso de ferramentas como enriquecimento ambiental em macacos-prego cativos*. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MOURA, A. C.; LEE, P. C. Capuchin stone tool use in Caatinga dry forest. *Science*, Cambridge, v. 306, p. 1909, dec. 2004.

NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, n. 44, p. 229-243, 1995.

NOVAK, M. A.; HAMEL, A. F.; KELLY, B. J.; DETTMER, A. M.; MEYER, J. S. Stress, the HPA axis, and nonhuman primate well-being: A review. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 143, n. 2, p. 135-149, 2013.

NOVAK, M. A.; SUOMI, S. J. Psychological well-being of primates in captivity. *The American Psychologist*, v. 43, n. 10, p. 765-773, 1988.

NOVAK, M. A.; SUOMI, S. J. Abnormal behavior in nonhuman primates and models of development. In: BURBACHER, T. M.; SACKETT, G. P.; GRANT, K. S. *Primate models of children's health and developmental disabilities*. New York: Elsevier, p. 141-160, 2008.

OLIVEIRA, C. G. L. *Estresse e complexidade comportamental em macacos-prego-de-peito-amarelo (Sapajus xanthosternos)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

OTTONI, E. B.; IZAR, P. Capuchin monkeys tool use: overview and implications. *Evolutionary Anthropology*, v. 17, p. 171-178, 2008.

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

PETERNELLI-DOS-SANTOS, L. *Diferenças sexo/etárias no forrageamento de Cebus nigrinus em área de Mata Atlântica*. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

REIS, M. N. B. *Influência social sobre a aprendizagem do uso de ferramentas em um grupo de macacos-prego ingênuos para a quebra de coco: Análise da estrutura social*. Iniciação Científica (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

REIS, P.C.; MENDES, F.D.C. Ecologia comportamental de macaco-prego, *Cebus libidinosus* em uma área urbana (Campus Samambaia da UFG): espaçamento entre indivíduos. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., Caxambu, 2007. *Anais...* Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

REIS, M. N. B.; MENDONÇA-FURTADO, O.; RESENDE, B. D. Can semi-free ranging animals have stereotypies? In: ANIMAL BEHAVIOUR SOCIETY MEETING, 2009, Pirenópolis. *Abstracts*, 2009. p. 137. Resumo.

RESENDE, B. D. Influência social na solução de problemas: uma revisão a partir da psicologia comparada. *Temas em Psicologia*, v. 18, n. 2, p. 481-490, 2010.

RESENDE, B. D.; IZAR, P. Cognição Animal. In: M.E. Yamamoto; G.L. O. Volpato. (Org.). *Comportamento Animal*. 2ed. Natal: EDUFRRN, 2011, v. 1, p. 159-173.

RESENDE, B. D.; ARDILA, A. D. B. Como as oportunidades para manipular cocos e pedras afetam a emergência do uso de ferramentas em macacos-prego semicativos (*Sapajus* sp) em um parque urbano de São Paulo, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRIMATOLOGIA, 15, 2013, Recife. *Anais...* Recife, 2013. Resumo.

RESENDE, B. D.; VIEIRA, M. C. M.; CARVALHO, M. P.; SILVA, A. P. Importância da tolerância social para a aprendizagem em macacos-prego (*Cebus* spp) semilivres e semicativos. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 28, 2010, Alfenas. *Anais...* Alfenas: Sociedade Brasileira de Etologia, 2010. Resumo.

RESENDE, B. D. *Ontogenia de comportamentos manipulativos em um grupo de macacos-prego (Cebus apella) em situação de semiliberdade*. Tese (Doutorado em Psicologia Experimental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

RODRIGUES, L. S. F.; ALMEIDA, S. A. C.; RODRIGUES, A. F. S. F.; PREZOTO, F. Comportamento e distribuição de um grupo de macaco-prego (*Cebus apella* Linnaeus, 1758) mantido em cativeiro. *CES Revista*, v. 24, p. 45-58, 2010.

RODRIGUES, N. S. S. O.; AZEVEDO, C. S.; COSTA, B. L.; OLIVEIRA, C. Influência do público no comportamento de *Cebus xanthosternus* em cativeiro no Jardim Zoológico de Belo Horizonte. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 30, 2012, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto, 2012. p. 153. Resumo.

ROSENZWEIG, M. R. Aspects of the search for neural mechanisms of memory. *Ann Rev Psychol.* New York. v.47, p.1-32. 1996.

SANTOS, L. B.; REIS, N. R. Estudo comportamental de *Cebus nigratus* (Goldfuss, 1809) (Primates, Cebidae) em cativeiro. *Semina: Ciências biológicas e da saúde*, v. 30, n. 2, p. 175-184, jul./dez. 2009.

SAPOLSKY, R. Stress in the wild. *Scientific American*, jan. 1990.

SAPOLSKY, R. M. Individual differences and the stress response. *The neurosciences*, v. 6, p. 261-269, 1994.

SAPOLSKY, R. The influence of social hierarchy on primate health. *Science*, v. 308, n. 308, p. 648-652, 2005.

SCHAPIRO, S. J.; BLOOMSMITH, M. A.; LESSEL, A. L.; SHIVELY, C. A. Effects of enrichment and housing on cortisol response in juvenile rhesus monkeys. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 37, n. 3, p. 251-263, 1993.

SHEPHERDSON, D.; LEWIS, K. D.; CARLSTEAD, K.; BAUMAN, J.; PERRIN, N. Individual and environmental factors associated with stereotypic behavior and fecal glucocorticoid metabolite levels in zoo housed polar bears. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 147, p. 268-277, 2013.

SELYE, H. *Fisiologia y patologia de La exposición al stress: Sufrimiento*. Barcelona: Editorial Científico Medica. 1954.

SPINKA, M. Social dimension of emotions and its implication for animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 138, p. 170-181, 2012.

STERCK, E. H. M.; WATTS, D. P. VAN SCHAİK, C. P. The evolution of female social relationships in nonhuman primates. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, n. 41, p. 291-309, 1997.

TURNER, S.; NATH, M.; HORGAN, G. W.; EDWARDS, S. A. Measuring chronic social tension in groups of growing pigs using inter-individual distances. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 143, n. 1, p. 26-36, 2013.

van SCHAİK, C. P. The ecology of social relationships amongst female primates. In: Standen, V., and Foley, R.A., *Comparative Socioecology*, Blackwell, Oxford, p. 195 - 218, 1989.

VERDERANE, M. P. *Socioecologia de macacos-prego (Cebus libidinosus) em área de ecótono cerrado/caatinga*. Tese (Doutorado em Psicologia Experimental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VERDERANE, M. P.; IZAR, P; VISALBERGHI, E.; FRAGASZY, D. Socioecology of wild bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*): an analysis of social relationships among female primates that use tools in feeding. *Behaviour*, v. 150, n. 6, p. 659-689, 2013.

VIEIRA, M. C. M. *Influência social sobre a aprendizagem da quebra de cocos em um grupo de macacos-prego em semi-cativeiro*. Iniciação Científica (Graduação em Gestão Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

WAITT, C.; BUCHANAN-SMITH, H. M. What time is feeding? How delays and anticipation of feeding schedules affect stump-tailed macaque behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 75, p. 75-85, 2001.

WINANDY, M. M. *O período juvenil em macacos-prego (Sapajus sp.): ontogenia das relações sociais e do forrageamento*. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

van WOLKENTEN, M. L.; DAVIS, J. M.; GONG, M. L.; de WAAL, F. B. M. Coping with acute crowding by *Cebus apella*. *International Journal of Primatology*, v. 27, n. 5, p. 1241-1256, 2006.

WÜRBEL, H.; BERGERON, R.; CABIB, S. The coping hypothesis of stereotypic behaviour. In: Georgia Mason; Jeffrey Rushen. *Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare* (2a ed). London: CABI, 2006.

WÜRBEL, H; Behavioural pathology – attempt at a biologically meaningful definition. In: Gergia Mason; Jeffrey Rushen. *Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare* (2a ed). London: CABI, 2006.

YOUNG, R.J. *Environmental Enrichment for Captive Animals*: UFAW Animal Welfare Series. Oxford: Blackwell Science, 2003.