UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

MAPAS COGNITIVOS DE PRIMATAS: ANÁLISE DE MOVIMENTOS E ROTAS DE
Cebus nigrinus APOIADA POR SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

aluna: Andréa Presotto

Tese apresentada ao Departamento de
Geografia da Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Doutor em
Geografia Física.

Orientador: José Bueno Conti
Co-orientadora: Patrícia Izar

São Paulo
2009

AUTORIZO A 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
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo

Presotto, Andréa

Mapas cognitivos de primatas: análise de movimentos e rotas de *Cebus nigrinus* apoiada por Sistemas de Informação Geográfica/ Andréa Presotto ; orientador José Bueno Conti, co-orientadora: Patrícia Izar.

-- São Paulo, 2008

f.: fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-graduação em Geografia. Área de concentração: Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

1. Macaco-prego 2. Orientação-espacial 3. Biogeografia 4. Ecologia animal 5. Primatas não-humanos I. Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

Andréa Presotto

Mapas cognitivos de primatas: análise de movimentos e rotas de *Cebus nigrinus* apoiada por Sistemas de Informação Geográfica

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor.
Área de Concentração: Geografia Física

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

*Com carinho, ao Edgard Júnior, por todo
tipo de ajuda e paciência que lhe foi
possível.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas, instituições, agências de fomento e organizações que contribuíram para a realização desta pesquisa. Agradeço, ainda, a todos que sugeriram e discutiram as idéias, que certamente me ajudaram a pensar sobre a pesquisa.

Agradeço especialmente aos Departamentos de Geografia (FFLCH-USP) e de Psicologia Experimental (IP-USP) e aos Laboratórios de Etologia Cognitiva e o de Biogeografia e Climatologia.

Às agências de pesquisa CNPq, pela concessão da Bolsa de Doutorado, e FAPESP, pelo auxílio à pesquisa concedido à Profa. Dra. Patrícia Izar.

Ao Instituto Florestal e ao Diretor do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), José Luis Camargo Maia, que permitiram o desenvolvimento desta pesquisa nas dependências do PECB.

Aos funcionários do PECB pelo apoio e ajuda durante os trabalhos de campo e sempre que precisamos no alojamento: João Maria, Glacy, Elza, Terezinha, Dona Vera, Kátia, Douglas, Nerci, Fernando, Edmilson e Natanael.

À Universidade de Illinois em Urbana-Champaign (UIUC), em especial aos Departamentos de Antropologia e Psicologia, por permitir que eu participasse de disciplinas oferecidas nos departamentos.

À professora Ranxião Frances Wang, por me receber como *visiting scholar* UIUC (Departamento de Psicologia), pelas sugestões dadas a esta pesquisa, e por sempre ter estado disposta à colaborar.

Aos professores Dr. Ailton Luchiari e Dra. Briseida D. Resende pelas discussões, idéias e sugestões durante o exame de qualificação.

Aos professores Dilmar Gonçalves de Oliveira, Ana Maria Marques Marangoni, Mário Di Biase, Maria Elisa Siqueira e Jurandyr S. Ross pelas sugestões e apoio durante a realização da pesquisa.

Ao professor Jean Paul Metzger, pelo incentivo antes mesmo do início da pesquisa e ao Prof. José Guilherme Chauí, por compartilhar suas sugestões e idéias sobre orientação espacial.

Aos professores do Departamento de Psicologia Experimental que me receberam com muito carinho: Profa. Emma Otta, Profa. Vera S. R. Bussab e Prof. César Ades.

Aos meus amigos humanos, que durante tantos anos me agüentaram falando de primatas não-humanos: Rogério, Adenilson, Cleide, Yuri, Kelly, Viviani (Dra. Bibi) e tantos outros que preferiram se afastar a ter que admitir que eram primatas.

Aos familiares do Edgard (Junior) que me apoiaram durante todos os meses de trabalho de campo: Edgard (pai), Valderez, Érica, Jair e meu sobrinho Bruno.

À minha família, que apesar de ficar me perguntando por que eu tinha que ir para o campo de novo, sempre que consegui responder algo convincente, me apoiou: minha mãe Sônia, minha irmã Luciana, meu cunhado Alexandre, meus sobrinhos Aline, Matheus e a Anna Carolina, que apareceu no meio da pesquisa.

Ao professor e amigo Yuri Tavares Rocha, pelas contribuições e apoio, também por ter suportado as minhas idéias todos esses anos.

Ao Eraldo Vieira, assistente de campo, pelo apoio, paciência, tolerância e pela grande ajuda no campo com a coleta de dados e a sua esposa Érica, pela ajuda durante os dias em campo.

Aos amigos do Departamento de Psicologia, Juliana e Tiago (primeiros que me levaram para o PECB e PET), Érica, Olívia, Marcos, Luiz, Michele, Darwin e Camila.

Aos alunos de mestrado da Psicologia Experimental: Mariana Dutra Fogaça, Lucas Peternelli e Caio Moreira, pela imensa ajuda com os dados de campo e de laboratório, além, é claro pela amizade, paciência e por terem agüentado minhas maluquices.

Aos amigos Lia, Marcelo, Gisele, Amanda, Eduardo e Elisa, da psicologia e Rogério, Ana, Rosângela, Cida e Jurema, da geografia pela ajuda com os dados no laboratório de Etologia Cognitiva e pela ajuda com informações e burocracias.

Ao professor Eduardo Ottoni pelas aulas, ajuda, contribuições e atenção quando solicitada.

Ao professor José Bueno Conti, pela orientação, sugestões, apoio, paciência e por acreditar na realização desta pesquisa, apesar das viagens.

À professora Patrícia Izar, por aceitar co-orientar esta pesquisa, pelo grande apoio acadêmico, por apoiar com auxílios financeiros, equipamentos de campo e laboratório, pela paciência com meus deslocamentos durante a realização da pesquisa, pelas contribuições e, principalmente, pela confiança.

À Buffy e à Lilly, por me permitirem desfrutar de suas companhias.

Ao Edgard (Júnior), por todo tipo de ajuda durante minha ausência, mas principalmente pela paciência, desde 2003, quando decidi que queria trabalhar com primatas e falava nisso o dia inteiro e por apoiar a pesquisa sempre que lhe foi possível.

E finalmente, aos macacos-prego do PECB, por se habituarem à nossa presença e permitirem a realização da pesquisa.

- Poderia dizer-me, por favor, que caminho deverei tomar a partir daqui? Pergunta Alice.
- Isso depende muito de onde queres ir, responde o Gato.
- Não me interessa muito onde, respondeu Alice.
- Então, não interessa que caminho tomas e chegarás com certeza, se andares o tempo suficiente, disse o Gato.

Lewis Carroll
Alice no país das maravilhas

PRESOTTO, A. Mapas cognitivos de primatas: análise de movimentos e rotas de *Cebus nigrinus* apoiada por sistemas de informação geográfica. 2009. 150 f. TESE (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2009.

RESUMO

Os macacos-prego são primatas bastante flexíveis quanto à sua alimentação, ocupando ambientes com características diversas e, por isso, possuindo a mais ampla distribuição geográfica entre os primatas do Novo Mundo. Possuem habilidades como o uso de ferramentas e reconhecimento espacial de sua área de uso na busca por alimentos, utilizando sistemas de orientação egocêntrico e aloecêntrico. No entanto, estudos sobre o sistema de orientação desses animais em vida livre, com observação naturalística, são raros. Pelas similaridades filogenéticas e convergências adaptativas com humanos, principalmente no que se refere à variabilidade comportamental associada à diversidade dos ambientes ocupados, pesquisas sobre cognição espacial de *Cebus nigrinus* são necessárias e importantes para investigar se a flexibilidade comportamental desse primata observa-se também quanto às capacidades de orientação espacial. O objetivo desse estudo foi contribuir para o entendimento dos sistemas de orientação que podem estar envolvidos quando os macacos-pregos constroem suas rotas. Os sujeitos desse estudo são macacos-pregos (*Cebus nigrinus*) selvagens, vivendo na Mata Atlântica, no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), porção sul do Estado de São Paulo. Os macacos-prego foram seguidos durante dias consecutivos em um total de 100 dias (2006, 2007 e 2008) e seus movimentos foram registrados como pontos de coordenadas geográficas com o uso de GPS. As rotas foram então mapeadas e analisadas com o apoio de tecnologia de sistemas de informação geográfica (ArcView 9.2 e 9.3). As rotas foram analisadas em mapas topográficos e modelos em terceira dimensão. Com o uso de sistemas de informação geográfica foram realizadas análises para verificar se os animais deslocam-se por um sistema de mapa de redes preferenciais; se aumentam a velocidade de deslocamento quando se aproximam de uma fonte de alimento ou sítio de dormida, o que seria evidência de memória espacial; se fazem uma trajetória mais linear, quando se aproximam de uma fonte de alimento ou sítio de dormida, o que seria evidência de orientação aloecêntrica. Os resultados indicaram que os macacos-prego vivendo no PECB não se deslocam por um sistema de mapa de redes preferenciais e se deslocam em maior velocidade e linearidade para fontes de alimento conhecidas, sugerindo que possuem memória da localização destas fontes. Em metade da amostra, os animais atingem as fontes de alimento por meio de atalhos, sugerindo o uso de um mecanismo de orientação aloecêntrico.

Palavras-chave: macacos-prego. orientação espacial. *Cebus nigrinus*. sistemas de informação geográfica. comportamento animal.

PRESOTTO, A. **Primates cognitive maps: analysis of movements and routes of *Cebus nigrinus* based on geographic information system**. 2009. 150 f. TESE (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2009.

ABSTRACT

Capuchin monkeys are remarkable for their flexible foraging behavior, occupying environments with diverse characteristics, and, because of these elements they have the largest geographic distribution among the New World primates. They have skills such as tool use and spatial recognition of their home range when searching for food, relying on both egocentric and allocentric orientation systems. However, studies about the orientation systems of these animals in the wild, with naturalistic observation, are rare. Because of the adaptive convergence and phylogenetic similarities to humans, mainly with regards to behavioral variability linked to the diversity of occupied environments, research on *Cebus nigrinus* spatial cognition are required and important to investigate whether the behavioral flexibility of these primates is also observed in terms of their spatial orientation skills. The goal of this study was to contribute to the comprehension of the orientation systems that may be involved when the capuchin monkeys build their routes. The subjects of this study are wild capuchin monkeys (*Cebus nigrinus*), living as a group, in the Atlantic Forest, in the Carlos Botelho State Park (PECB), southern portion of the State of São Paulo (Brazil). The capuchin monkeys were followed during consecutive days totaling 100 days (2006, 2007, and 2008) and their movements were registered as points of geographic coordinates with the use of GPS. The routes were then mapped and analyzed with the support of geographic information systems (ArcView 9.2 and 9.3). The routes were analyzed in topographic maps and three-dimensional models. Multiple analyses, supported by geographic information systems, were developed to verify if the animals move according to a **system of network routes**; if they increase their moving speed when closer to a source of food or sleeping site (evidence of spatial memory); if they use a more linear path, when closer to a source of food or sleeping site (evidence of allocentric orientation). Findings suggest that capuchin monkeys living in PECB do not move based on a **system of network routes** and do move faster and more linearly to know sources of food, suggesting that they have memory of the location of such sources. In half of the cases, the animals reach the sources of food using shortcuts, suggesting the use of an allocentric orientation mechanism.

Keywords: capuchins monkeys. spatial orientation. *Cebus nigrinus*. Geographic information system. animal behavior.

FIGURAS

Figura 1 – Distribuição geográfica de Cebus www.icb.ufmg.br/zoo/primatas/cebus_map.htm	04
Figura 2 - Localização da Serra do Paranapiacaba no Estado de São Paulo (Titarelli,1986).....	45
Figura 3 – Imagem da posição do Parque Estadual Carlos Botelho em relação aos municípios vizinhos de São Miguel Arcanjo e aos outros parques. Fonte:Google Earth, 2009.....	46
Figura 4: Mapa topográfico do Parque Estadual Carlos Botelho.....	48
Figura 5: Mapa de declividade do Parque Estadual Carlos Botelho.....	49
Figura 6: Benjamim, macho dominante do grupo Pimenta no PECB.....	56
Figura 7: Ceni, macho adulto do grupo Pimenta no PECB.....	56
Figura 8: Patrícia grávida, fêmea dominante do grupo Pimenta (2006-2007), que migrou em 2007 para outro grupo.....	57
Figura 9: Jovem do grupo Pimenta no PECB.....	57
Figura 10: Grade de trilhas percorrida todos os meses na área de uso do Grupo Pimenta.....	59
Figura 11: Pontos plotados no ArcView do dia 17 de junho de 2007 navegados pelo Grupo Pimenta no PECB (2007).....	67
Figura 12: Traçado da rota construída no ArcView para os pontos coletados no dia 17 de junho de 2007, rota percorrida pelo Grupo Pimenta.....	67
Figura 13: Área do PECB, em destaque a elevação da área de uso do grupo Pimenta – Base cartográfica 1:50.000.....	69
Figura 14: Elevação do terreno no entorno e na área de uso do grupo Pimenta no PECB.....	70
Figura 15: Localização de árvores e de manchas de árvores de alimentação por flores para um grupo de <i>C. nigratus</i> no PECB, no mês de abril de 2007. As linhas indicam as rotas no mês de abril.....	71
Figura 16: Exemplo das medidas de distâncias feitas a cada dois pontos utilizadas para cálculo de velocidade.....	77
Figura 17: Rotas navegadas no mês de agosto de 2007 pelo grupo Pimenta no PECB.....	78

Figura 18: Rota navegada pelo grupo Pimenta no PECB com exemplo de ponto de detecção visual de recurso alimentar.....	81
Figura 19: Navegação do grupo Pimenta no dia 19 de maio de 2007, dia com chuva, razão que demonstra menor exploração da área de uso.....	82
Figura 20: Navegação do grupo Pimenta no dia 19 de maio de 2007, dia com chuva, razão que demonstra menor exploração da área de uso. Dia Exploração da área pelo grupo Pimenta no dia 18 de junho de 2007, exemplo de um dia de sol.....	83
Figura 21: Gráfico do orçamento de atividades do Grupo Pimenta (macacos-prego) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP, entre abril de 2007 e julho de 2008.....	85
Figura 22: Gráfico da proporção do forrageamento dedicada a diferentes itens alimentares pelo Grupo Pimenta (macacos-prego) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP, entre abril de 2007 e julho de 2008.....	86
Figura 23: Dia 3 de junho de 2002, navegado pelo grupo Laranja, pontos coletados com o GPS Etrex, com 30 pontos coletados o dia inteiro.....	88
Figura 24: Dia 16 de junho de 2006, navegado pelo grupo Pimenta, pontos coletados com o GPS Etrex Vista, com 31 pontos coletados no dia.....	89
Figura 25: Dia 16 de junho de 2007, navegado pelo grupo Pimenta, pontos coletados com o GPS Map 60 CSx, com 132 pontos coletados no dia.....	89
Figura 26: Gráfico das médias das diferenças das distâncias diárias coletadas com três GPS para dias de navegação de um grupo de macacos-prego no PECB.....	90
Figura 27: Entorno e área de uso do Grupo Pimenta – síntese dos pontos coletados entre os anos de 2005, 2006, 2007 e 2008.....	91
Figura 28: Resultado dos traçados das rotas mais frequentes em contraste com todas as rotas que o grupo foi acompanhado (100). Em preto todas as rotas e em branco as rotas preferenciais.....	93
Figura 29: Contraste das rotas utilizadas (em preto) pelo grupo Pimenta, com as rotas mais utilizadas em branco e as rotas de ligação criadas para um possível mapa de redes, em amarelo.....	94
Figura 30: Resultado dos traçados das rotas mais frequentes em contraste com as rotas demarcadas (2006, 2007 e 2008), menos as rotas que originaram os caminhos mais usados. Em preto todas as rotas (100) e em branco as preferenciais.....	95

Figura 31: Velocidade para fontes (frutos) ou para árvores de dormida com campo de detecção visual foi significativamente menor que as velocidades para objetivo (fvisual= fonte visual; stvisual= árvores de dormida visual; ft= fonte; ft rep= fontes repetidas)	98
.....	
Figura 32: Velocidade sem objetivo foi significativamente mais baixa que para todos os segmentos exceto para fontes e árvores de dormida com detecção visual.....	99
Figura 33: A velocidade para objetivo fonte, árvores e manchas repetidas foi significativamente maior que as árvores visitadas pela primeira vez.....	100
Figura 34: Segmentos sem objetivo foram significativamente menores (~ 100 m) que os segmentos para objetivo fontes não visuais repetidas.....	101
Figura 35: Resultados dos ângulos (circulares) aplicados aos segmentos para objetivo-fonte.....	102
Figura 36: Resultados dos ângulos (circulares) aplicados aos segmentos sem objetivo.....	102
Figura 37: Razão linear calculada para alcançar fontes, fontes repetidas, manchas, segmentos sem objetivo e sítios de dormida.....	103
Figura 38: Gráfico da reta de regressão entre comprimento da rota diária e o número de fruteiras visitadas por dia.....	105
Figura 39: Rota navegada pelo Grupo Pimenta no dia 19 de maio de 2007, dia de chuva.....	105
Figura 40: Rota navegada no dia 20 de junho de 2007, dia sem chuva.....	106
Figura 41: Caminhos iguais percorridos pelo grupo Pimenta para acessar os recursos no mês de agosto de 2007. As rotas se repetiram em 42% dos casos.	107
Figura 42: Caminhos diferentes percorridos pelo grupo Pimenta para acessar uma mesma mancha de flores – recurso agregado no mês de abril de 2007, as rotas foram diferentes para um mesmo recurso em 58% dos casos.	108
Figura 43: Rotas navegadas pelo grupo Pimenta em 5 dias com caminhos diferentes para o mesmo sítio de dormida, todos em 2007 (17 de maio, rota preta; 14 de junho, rota verde água; 13 de julho, cor de rosa; 18 de julho, amarela e 13 de agosto, vermelha.....	109
Figura 44: Rotas navegadas pelo grupo Pimenta em 5 dias com caminhos diferentes para o mesmo sítio de dormida, todos em 2007 (17 de maio, verde água; 14 de junho, verde limão; 13 de julho, vermelha; 18 de julho, cor de rosa e 13 de agosto,	

roxa.....	110
Figura 45: Caminhos diferentes percorridos pelo grupo Pimenta para acessar uma mesma árvore de flores – abril de 2007.....	111
Figura 46: Gráfico de memória espacial (em tempo) para visita de Flor e Frutos do recurso guapevinha pelos macacos-prego no PECB.....	112
Figura 47: Manchas de guapevinhas na área de uso do Grupo Pimenta, flores consumidas em abril de 2007 e frutos consumidos em outubro de 2007.....	113
Figura 48: Rotas comuns traçadas nas áreas de uso de três grupos de atelíneos por Di Fiore & Suarez (2007).....	117

TABELAS

Tabela 1: Tamanho da área de uso de macacos-prego em diferentes áreas de pesquisa.....	54
Tabela 2: Médias das distâncias diárias do mês de junho dos anos de 2002, 2006 e 2007.....	65
Tabela 3: Resultado do teste ANOVA aplicado às médias das distância diárias entre os pontos coletados com os GPSs: Etrex, Etrex Vista e GPS Map 60 CSx.....	65
Tabela 4: Teste binomial dos caminhos iguais e diferentes percorridos pelo Grupo Pimenta.....	105

SIGLAS

IF – Instituto Florestal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

DAP – Diâmetro a altura do peito

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

SIG – Sistema de Informação Geográfica

FSDS –Food site depletion time

FTFS – Feeding tree focal sample

PECB – Parque Estadual Carlos Botelho

UTM - Posição Transversal de Mercator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Problema e Justificativa	03
1.2 Desenho e questão de pesquisa	05
1.3 Objetivo e hipótese de pesquisa	06
2 REVISÃO DE LITERATURA	09
2.1 Mecanismos de orientação	11
2.1.1 Integração de manchas	15
2.1.2. Mapas de rotas	17
2.1.3 Marcos espaciais	18
2.1.4 Relações geométricas	20
2.2 Mapas cognitivos	21
2.3 Primatas	26
2.4 Primatas não-humanos	30
2.5 GPS e Sistemas de Informação Geográfica	38
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.1 Área de Estudo	45
3.2 Sujeitos <i>Cebus nigrinus</i> (macacos-prego)	50
3.2.1 Grupo estudado	54
3.3 Dados comportamentais	58
3.4 Disponibilidade de recursos alimentares	60
3.5 Mapeamento	62
3.6 Orientação espacial	72
3.6.1 Mapa de rotas preferenciais	72
3.6.2 Distâncias e velocidade	76
3.6.3 Distância de detecção da fonte	80
3.6.4 Influência do clima nas rotas de <i>Cebus nigrinus</i> na Mata Atlântica	81
4 RESULTADOS	84
4.1 Orçamento de atividades – Dados comportamentais	84
4.2 Disponibilidade de recursos alimentares	86

4.3 Mapeamento das rotas	87
4.4 Orientação espacial	90
4.4.1 Área de uso	90
4.4.2 Mapa de rotas preferenciais	91
4.4.3 Distância e Velocidade	95
4.4.3.1 Velocidade	95
4.4.3.2 Linearidade	100
4.4.4 Distância de detecção da fonte	102
4.5 Influência do clima nas rotas dos macacos-prego	103
4.6 Análise de rotas para objetivos repetidos	105
5 DISCUSSÃO	113
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS	145

INTRODUÇÃO

Aos animais são atribuídas capacidades de reconhecer a área onde vivem e encontrar recursos em suas áreas de uso. Eles se orientam no espaço na busca por recursos como alimentos, proteção, sítios de dormida e parceiros sociais. Basicamente, um animal deve ser capaz de navegar de um local que apresenta perigo para um local seguro, de um local onde não haja alimento para outro onde poderá encontrá-lo. Revisitar sítios onde recursos alimentares são abundantes (HARTLEY & BURGUESS, 2003) pode, ainda, otimizar a relação entre custo e benefício, medidos em termos de ganhos e gastos de energia. A memória de localização desses recursos sugere que os animais possuem alguma forma de representação espacial mental (BYRNE, 2000; DYER, 2000), capaz de contribuir para evitar gastos energéticos desnecessários.

A habilidade e o uso de navegação e orientação no espaço são objetos de estudos multidisciplinares, que procuram compreender como os animais navegam o espaço prevendo distâncias e conhecendo direções, o que permite o menor gasto energético na construção de caminhos para os seus objetivos.

Um mecanismo, relacionado à capacidade de navegação, foi aparentemente selecionado nos seres humanos permitindo a eles otimizar o uso do espaço de forma eficiente (JANSON, 2000). Assim, muitas teorias se utilizam do funcionamento biológico desse mecanismo e aplicam às suas práticas. Como o planejamento urbano, por exemplo, criando maneiras de circulação nas cidades de forma que as pessoas tenham maior facilidade para encontrar um caminho, principalmente aqueles que levam às áreas de grande circulação. Muitos desses estudos são focos de interesse da Geografia, particularmente em áreas que envolvem o planejamento urbano.

Estudos de planejamento ou replanejamento urbano testam e explicam como os humanos se orientam no espaço e afirmam que as pessoas utilizam mapas cognitivos para encontrar seus caminhos (LYNCH, 1960). Os mapas cognitivos humanos seriam os responsáveis pela habilidade que as pessoas possuem para criar, mental ou internamente, seus caminhos e rotas baseados em representações que contribuem para a tomada de decisões do indivíduo.

O planejamento das cidades inclui referências ambientais, como marcos espaciais artificiais, usados para construir as representações internas, facilitando o uso de rotas e atalhos. Nesse caso, as pessoas são “guiadas” para o objetivo, seguindo referências previamente definidas e incluindo-as em uma representação interna. No entanto, para os seres humanos a navegação pode ser bem mais complicada que para outros animais, devido principalmente às grandes distâncias navegadas pela espécie.

Para os animais que habitam grandes variedades de ambientes, a habilidade na navegação surpreende pela precisão, como no caso das formigas, abelhas e aves. Pesquisas focando navegação e orientação espacial em animais, das formigas aos primatas, têm identificado três sistemas de navegação (WANG & SPELKE, 2002; POUCET, 1993; GARBER, 2000) que não necessariamente funcionam de forma independente, mas podem estar integrados e proporcionariam, em tese, a construção de uma representação interna utilizada para navegar o habitat. Essa representação pode não ser perfeita ou precisa, mas é suficiente para a orientação dos animais em seu habitat.

Os três sistemas mais estudados em animais são: (a) integração de caminhos, (b) marcos espaciais e (c) sistema de reorientação. Esses mecanismos são

utilizados por diferentes espécies, sendo que algumas podem utilizar mais de um sistema em conjunto (REZNIKOVA, 2007).

Uma questão que permanece sem resposta é sobre o uso de mapas cognitivos por animais não-humanos.

Mapa cognitivo é freqüentemente atribuído aos humanos, mas não aos outros animais. Apesar da primeira pesquisa relacionada aos mapas cognitivos e as primeiras teorias sobre aprendizagem de rotas terem sido derivadas dos estudos com ratos (KITCHIN & BLADES, 2002), a literatura ainda é muito controversa em atribuir tais representações aos animais.

1.1 Problema e Justificativa

Na literatura recente, identifica-se um crescente interesse pela cognição espacial de primatas não-humanos, sugerindo que, pela diversidade e flexibilidade de fontes alimentares utilizadas, e também pela proximidade filogenética com humanos, primatas não-humanos seriam animais capazes de reconhecer a localização de seus objetivos com base em marcos espaciais, orientando-se por mecanismos de vetores de sua posição em relação ao marco e do marco em relação ao alvo, podendo planejar rotas mais curtas e eficientes de deslocamento (JANSON, 1998; BARTON, 2000). Os resultados ainda apresentam controvérsias em relação à habilidade espacial dos primatas não-humanos, especialmente quando se discutem as diferentes espécies em ambientes com características diversas.

Nesta pesquisa assumiu-se que, pelas similaridades filogenéticas e convergências adaptativas com humanos, principalmente no que se refere à variabilidade comportamental, incluindo organização social (IZAR, 2004) e uso de ferramentas (FRAGASZY et al., 2004b; OTTONI & MANNU, 2001) associada à

diversidade dos ambientes ocupados (Figura 1), estudos sobre cognição espacial dos macacos-prego são necessários e importantes para verificar possíveis convergências adaptativas e investigar se a flexibilidade comportamental desse primata é observada também quanto às capacidades de orientação espacial.

Figura 1 – Distribuição geográfica de *Cebus* www.icb.ufmg.br/zoo/primatas/cebus_map.htm

Esta pesquisa investigou os mecanismos de orientação utilizados por um grupo de macacos-prego (*Cebus nigrilus*), em área de Mata Atlântica no Estado de São Paulo, no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), município de São Miguel Arcanjo), competência do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. No PECB, estudos anteriores indicam que os animais têm área de uso em torno de 500 ha, mas exploram periodicamente (área relacionada à distribuição dos recursos) uma parte menor dentro dessa área, relacionada à oferta de frutos maduros (IZAR, 2002). Dados de cinco anos de pesquisa a partir de 2002 na área de estudo indicam que a composição da dieta de frutos dos macacos-prego é muito diversificada, mudando a

cada mês e a cada ano, com poucas espécies utilizadas anualmente (IZAR, 2002; TAIRA, 2007; NAKAI, 2007). O tamanho da área de uso e o longo intervalo de tempo entre eventos de frutificação de um mesmo recurso alimentar levam à hipótese de que os macacos-prego do PECB, por serem primatas cuja principal fonte de alimento são frutos maduros, recurso com distribuição agregada e imprevisível na Mata Atlântica (domínio de mares e morros), utilizam um mecanismo de orientação egocêntrica em seus deslocamentos exploratórios na área de uso em busca de alimento, utilizando rotas e memorizando marcos espaciais.

1.2 Desenho e questão de pesquisa

Com o uso de tecnologias de GPS (*Global Positioning System*) e SIGs (Sistemas de Informação Geográfica), um grupo de macacos-pregos foi seguido durante três anos e todos os caminhos e rotas utilizados pelo grupo foram registrados por meio de coordenadas geográficas. Todos os pontos coletados foram plotados e todas as rotas mapeadas e analisadas em SIGs. Foram utilizadas somente rotas coletadas em dias inteiros, do momento em que o grupo acordava até o momento em que paravam na árvore de dormida. Assim, foi possível verificar medidas diárias relativas aos caminhos percorridos pelo grupo, mapear em base topográfica a área de uso e as rotas e ainda criar modelo tridimensional que favoreceu a análise das rotas. Todas as árvores de frutos e dormidas foram demarcadas e plotadas em mapas (inclusive com fitas no local). GPS e SIGs são duas tecnologias já consagradas na Geografia como importantes e amplamente utilizadas em estudos espaciais. Essas duas tecnologias, em conjunto, possibilitaram o mapeamento dinâmico, exploração e análise dos dados de integração dos movimentos dos animais (HUGHES, 2003). O uso de GPS,

particularmente, foi essencial na coleta das coordenadas geográficas dos movimentos do grupo, uma vez que o grupo não possui nenhum indivíduo com colares com GPS automático.

O mapeamento e modelo tridimensional da área de uso de *C. nigrinus* em vida livre e georeferenciamento de seus movimentos e rotas demonstrou evidências de mecanismo adaptativo de orientação com representação interna nesta espécie e nesse ambiente.

Assim, a questão que orientou esta pesquisa foi: macacos-prego selvagens na Mata Atlântica apresentam evidências de repetição de caminhos e construção de atalhos, permitindo identificar o uso de mecanismos de orientação espacial egocêntrico ou aloccêntrico nesses primatas?

1.3 Objetivos e hipóteses de pesquisa

O objetivo principal da pesquisa foi investigar o uso de mecanismos egocêntricos (quando a localização de um objeto está relacionada a posição do próprio indivíduo), e aloccêntricos (quando a localização de um objeto está relacionada a localização de outros objetos ou seja, posições externas ao indivíduo) de orientação espacial em macacos-prego na Mata Atlântica.

Se os animais usam os dois mecanismos de orientação, esperava-se que, quando da época de frutificação de um recurso importante e agregado, a movimentação do grupo se restringisse a uma parte menor da área de uso, permitindo a localização e memorização das árvores mais produtivas (à semelhança do que foi descrito para o estudo de Janson [1998], levando à utilização de mecanismos de orientação aloccêntrica. Se os macacos, ao revisitarem uma fonte de alimento, recordam sua localização e planejam a melhor rota para chegar à fonte

(atalho), então devem se deslocar em maior velocidade e mais linearmente para esses recursos do que quando estão forrageando por recursos alimentares dispersos ou recursos novos. Se os animais utilizam mecanismos de orientação egocêntrica, então devem apresentar rotas habituais de deslocamento, especialmente quando não estão encontrando recursos alimentares agregados de alta qualidade.

A segunda hipótese é que não apenas a localização de recursos alimentares é importante para os macacos-prego, mas também de sítios adequados para dormir. Diversos estudos sugerem que primatas escolhem sítios de dormida com base em uma estratégia de proteção contra predadores e/ou garantia de conforto e contato social (Di BITETTI, 2001). De acordo com essa hipótese, se os macacos-prego do PECB têm sítios preferenciais de dormida, também devem se deslocar mais rápida e linearmente para esses locais. Por outro lado, outros estudos sugerem que o local de dormida de primatas reflete a estratégia de forrageamento, ficando próximo à fonte alimentar (CHAPMAN, 1988, ZHANG, 1995, SPIRONELO, 2001). Por essa hipótese, os animais só se deslocariam mais rápida e linearmente para sítios de dormida próximos a fontes alimentares.

Para tanto, cinco objetivos específicos foram determinados nesse estudo: (a) mapear as rotas navegadas por dia de um grupo de macacos-prego no PECB; (b) analisar se o grupo de macacos-prego do PECB usa rotas preferenciais (DI FIORE & SUAREZ, 2007); (c) investigar se as velocidades para recursos considerados objetivo (fruteiras) e para não objetivos (sem recurso de frutos ou flores), tanto novos (observados pela primeira vez), como repetidos, sofrem alterações ou são significativamente diferentes para essas categorias na navegação dos macacos-prego no PECB; (d) investigar se há maior ou menor linearidade nos caminhos para

recursos novos ou para recursos repetidos; e (e) investigar as variáveis ambientais que podem afetar as rotas dos macacos-prego no PECB.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A orientação espacial é objeto de investigação de diversas áreas do conhecimento. Para a Geografia, o uso dos espaços pelos humanos é importante objeto de pesquisa, não somente o espaço geográfico, mas também o espaço abstrato (TUAN, 2001), que não tem o mesmo sentido que lugar. E ainda os espaços com visão geossistêmica, que procuram compreender questões espaciais integradas às ecológicas (MONTEIRO, 2000). Os estudos que se preocupam com a orientação espacial, como as pessoas navegam no seu dia-a-dia, para o trabalho, escola, em busca de alimentos, longas viagens, são também questões geográficas, em linhas de pesquisa que se dedicam a compreender a percepção das pessoas em relação ao uso e conhecimento do espaço (LYNCH, 1960; NASCIMENTO, 1996). Afinal, todos os dias as pessoas tomam decisões que envolvem escolhas espaciais e objetivam o sucesso na navegação (KITCHIN & BLADES, 2002), ou o uso mais eficiente do espaço.

Já a Etologia Cognitiva procura entender que mecanismos cognitivos os animais usam para resolver os problemas ecológicos que enfrentam em seu hábitat. Essa disciplina analisa o comportamento dos indivíduos, considerado como o resultado da habilidade do animal de processar e armazenar informações espaciais. Essa habilidade está ligada aos mecanismos cognitivos pelos quais os animais adquirem, processam e armazenam as informações do ambiente e as transformam.

Cognição pode ser considerada, em um sentido amplo, como uma característica biológica, moldada pela seleção natural, que processa informação, em

geral pelo sistema nervoso, e que engloba os processos perceptivos e de aprendizagem mais simples e também os mecanismos mais complexos usados para adquirir representações internas do mundo (DUKAS, 1998; DYER, 1998). Assim, cognição espacial pode ser entendida como o processo que rege o comportamento e guia o indivíduo para localizações específicas (HARTLEY & BURGUESS, 2003), permitindo o reconhecimento de sua área de uso e a disponibilidade de recursos necessários. Todos esses recursos encontram-se distribuídos no espaço e precisam ser localizados. Assim, é possível que os animais possuam alguma forma de representação interna do espaço para atingir seus objetivos (SHETTLEWORTH, 1998; BYRNE, 2000; DYER, 2000). Percepção, aprendizagem, memória e tomada de decisões são mecanismos cognitivos que contribuem para a representação do ambiente, variando consideravelmente entre as espécies animais e seus sistemas comportamentais, adaptados ao modo de vida de cada espécie (SHETTLEWORTH, 1998). Assim, na adaptação dos animais, a seleção natural provavelmente os equipou com algum mecanismo que permite que se orientem no espaço com eficiência (DYER, 1998; SHETTLEWORTH, 1998).

Aos humanos é atribuída uma elaborada representação mental do ambiente, que pode ter influência da linguagem (DUNBAR, 1996; SHETTLEWORTH, 1998; ETIENNE et al. 1996). De acordo com o conceito de “mapas cognitivos” ou “mapas mentais” (TOLMAN, 1948; POU CET, 1993), esse mecanismo consiste na precisa orientação espacial controlada pela representação de distâncias e direções, permitindo a construção de rotas mais eficientes ou atalhos para atingir um objetivo (SHETTLEWORTH, 1998; KITCHIN & BLADES, 2002).

Para os animais não-humanos, há uma grande discussão estabelecida na literatura sobre a existência de mapas cognitivos ou outros mecanismos de

orientação. O próprio conceito de “mapa cognitivo” e seus diferentes significados (TOLMAN, 1948; O’KEEFE & NADEL, 1978; GALLISTEL, 1990; GALLISTEL & CRAMER, 1996; BENNETT, 1996; SHETTLEWORTH, 1998; BARTON, 2000), assim como a capacidade dos primatas de possuir uma representação interna de seus caminhos, têm gerado controvérsias na literatura comportamental (TOLMAN, 1948; O’KEEFE & NADEL, 1978; GALLISTEL, 1990; BENNETT, 1996, 1992; POU CET, 1993; GARBER, 2000; CASEY, 2002), ainda mais quando comparados experimentos de laboratório e animais em vida livre (POTI, 2000; JANSON, 1998).

2.1 Mecanismos de orientação

A comunicação química é citada como uma forma mais simples (talvez no sentido de mais automática) que um animal pode utilizar para encontrar seu caminho até um objetivo (PEARCE, 2008). Nas fêmeas do bicho da seda (*Bombyx mori*), a liberação no ar de feromônios por uma glândula abdominal, atrai o macho que o detecta (por meio de sua antena). Detectado o feromônio, o macho então voa até a fêmea para acasalar (PEARCE, 2008).

No entanto, outros mecanismos que demonstram a orientação espacial de animais não são tão claros na sua explicação, principalmente no que se refere à idéia de representação mental ou interna, similar a um mapa. A orientação ou navegação são então explicadas por outros mecanismos, como: (a) o uso do sol como bússola por abelhas, (b) integração de caminhos por formigas, abelhas e pequenos mamíferos, esse atribuído principalmente aos animais que têm ninho (ETIENNE & JEFFERY, 2004; ETIENNE et al., 1996), e (c) o uso de marcos espaciais (GARBER, 1988).

Existem diferenças nos mecanismos de animais que necessitam navegar longas distâncias dos que navegam distâncias curtas, e ainda, dos que possuem área de uso mais ou menos fixa e que podem navegar longas ou pequenas distâncias dentro de um local determinado de acordo com as suas necessidades diárias. Parece natural que animais que viajam grandes distâncias utilizem mecanismos de orientação particular e diferenciado dos animais que têm área de uso determinada.

Independente dos diferentes mecanismos pode-se afirmar que navegar para alcançar objetivos é muito mais compensatório se a rota for eficiente. Rotas eficientes demandam representação espacial e recebem um código neural que distingue um lugar ou um estímulo de um arranjo espacial de outro (HARTLEY & BURGESS, 2003).

Animais que se utilizam de pequenas distâncias para sua navegação diária utilizam mecanismos mais simples. Por exemplo, animais que adotam orientação vertical (*zooplankton*), têm certa facilidade em se orientar, utilizando um sistema classificado como “orientação em z” (DYER, 1998): o animal deve decidir se ficará abaixo ou acima do estrato preferido. A intensidade da luz é um fator que afeta esses animais, além da temperatura, a pressão, ou composição química da água.

Organismos litorâneos, como alguns crustáceos, utilizam um mecanismo classificado como “orientação em y”: o animal obtém informações de posição relativamente simples detectando de que lado da zona preferencial ele está. A orientação em y nos animais do litoral (em direção a água ou em direção a terra) pode ser compreendida como dicas diretas ou de gradiente (características da areia, como textura ou temperatura) ou dicas indiretas como as visuais, que estão alinhadas com a orientação em y (DYER, 1998). As orientações em z ou y devem

apresentar a mesma sofisticação, ou seja, os organismos que se orientam em z, possivelmente se orientariam em y se eles somente pudessem se mover em um plano perpendicular.

Quando um animal precisa chegar a um objetivo e encontrar um ponto específico em qualquer direção em uma orientação em xy (coordenadas), encontrar um ponto específico e traçar uma rota até ele é bem mais complicado e os erros podem causar altos custos se forem severos e mesmo pequenos erros podem causar consequências custosas (DYER, 1998). Um animal que possua habilidade para reconhecer distâncias e direções pode definir uma estratégia de procura depois de saber que já está na sua área-objetivo (WEHNER & SRINIVASAN, 1981).

Orientação em xy é encontrada em animais migratórios, como aves, borboletas monarcas e tartarugas marinhas, cujos objetivos se encontram a milhares de quilômetros de distância. Esses animais utilizam um mecanismo ou sistema de navegação classificado como “verdadeira navegação” ou “navegação completa” (que integra bússolas, magnética ou solar, dicas olfativas e auditivas). Como nas aves migratórias, que determinam sua posição para alcançar seus objetivos utilizando estratégias de reconhecer Norte e Sul, migrar para o Sul e voltar para o Norte, decisão que pode ser fortemente influenciada pelos níveis hormonais que variam sazonalmente de acordo como o fotoperíodo (DYER, 1998). Os pombos, por exemplo, utilizam uma estratégia que permite a eles determinar sua posição geográfica (x,y) relativa ao seu objetivo (DYER, 1998). Como os pombos e também outros animais se utilizam dessa estratégia para determinar sua posição é ainda pouco compreendido (REZNIKOVA, 2007). Uma das hipóteses é que esses animais exploram uma escala global de “estímulos-gradientes climáticos”, ou seja, eles generalizariam padrões de gradientes de sua área de uso para determinar sua

posição quando eles se encontram em área não familiar. Os animais localizariam sua posição relativa extrapolando um mapa de dupla coordenação de maneira similar aos humanos quando exploram áreas desconhecidas, reconhecendo em um sistema de latitude e longitude, a posição em que estão e as coordenadas da sua área (DYER, 1998). Mesmo com base na literatura existente, não se pode concluir que navegar longas distâncias implica no uso, pelos animais, de dicas olfatórias ou dicas geomagnéticas para se localizar. No entanto, “verdadeira navegação” ou “navegação completa” somente ilustram a complexidade dos mecanismos de orientação, mas não serão exploradas nesta pesquisa.

A orientação em xy também é encontrada em animais que vivem em área de uso delimitada, mas que precisam explorar recursos distribuídos de forma agregada no ambiente. Assim, os mecanismos de orientação que interessaram para esta pesquisa foram os utilizados por animais que vivem em áreas onde as escalas podem ser medidas em hectares (ou quilômetros quadrados) e que apesar de menores são áreas que exigem encontrar recursos em uma orientação xy, ou seja, os animais precisam encontrar recursos que podem estar agregados na área de uso.

Nesses casos, os mecanismos mais utilizados para a orientação são integração de caminhos (*dead reckoning* ou *path integration*) e marcos espaciais (*landmarks*). De acordo com Dyer (1998), esses seriam os dois principais mecanismos selecionados nos animais para determinar sua posição na sua área de uso, sendo que ambos requerem investigação e os dois necessitam de aprendizado. É provável que os animais, no início da navegação (conforme DYER [1998], navegação é sinônimo de orientação ao objetivo) possuam dois grupos gerais de informação sobre o ambiente: (a) orientação de seu próprio corpo relativa a alguma referência externa como corpo celestial, marco espacial ou dica química (informação

egocêntrica), e (b) sua posição no espaço relativo ao seu objetivo, medindo sua posição angular e sua distância relativa em relação a alguma referência direcional (informação alocêntrica) (DYER, 1998).

Portanto, os sistemas de orientação podem ser egocêntricos, quando o animal usa características do ambiente em relação a si mesmo para se orientar, ou alocêntricos, quando o animal usa as características do ambiente em relação ao seu alvo como forma de orientação (IZAR et al., 2008). Integração de caminhos e mapas de rotas ou de rede são mecanismos considerados de orientação egocêntrica (BYRNE, 2000).

Diferentes espécies apresentam diferentes mecanismos de orientação espacial, muito provavelmente em função de distintas pressões seletivas de seu modo ou ambiente de vida. Por exemplo, a integração de caminhos é um sistema de orientação típico de espécies que fazem ninho, como formigas e roedores (PEARCE, 2008). Deve ser adaptativo que o animal seja capaz de manter uma atualização de sua posição em relação ao ponto de partida e, assim que alcançar seu objetivo, ser capaz de voltar pela distância mais curta para o ninho (SHETTLEWORTH, 1998), economizando energia. Uma mesma espécie pode utilizar informações de mais de um tipo de mecanismo, como aves migratórias e abelhas, que se orientam com base em um sistema de bússola, dicas olfativas e também em marcos espaciais. A integração dessas informações pode depender das condições do ambiente, tornando um ou outro tipo mais relevante ou confiável.

2.1.1 Integração de caminhos

Integração de caminhos representa um senso interno de direção e distância que gera sinais durante a locomoção, permitindo que os sujeitos atualizem sua

posição em relação ao seu ponto de partida ou em relação a um objetivo específico (ETIENNE et al., 1996; DYER, 1998; PEARCE, 2008). É um mecanismo de orientação egocêntrico. O animal seria capaz de medir os ângulos e distâncias navegadas sobre sucessivas manchas seqüenciais, computando a direção de seu objetivo e da distância dele em relação ao ponto de partida (DYER, 1998). A integração de caminhos opera com atualização do ambiente constante e dinâmica conforme o movimento do animal. A posição de uma árvore com frutas muda conforme o animal se movimenta, ou seja, a árvore está posicionada de forma egocêntrica em relação ao animal. Experimentos com insetos, aves e mamíferos têm demonstrado que esses animais utilizam a integração de caminhos para se orientarem (REZNIKOVA, 2007).

Formigas no deserto (*Cataglyphis fortis*) são exemplos clássicos desta forma de navegação; elas viajam em rotas novas e aleatórias, retornando para o ninho em linha reta após encontrarem alimento, como se tivessem um vetor que corresponde à distância e direção de seu ninho (WEHNER & SRINIVASAN, 1981; DYER, 1998, SHETTLEWORTH, 1998). Quando, experimentalmente, o caminho é bloqueado e desviado, elas caminham em paralelo na direção do ninho, mas não o encontram. Aparentemente as formigas computam o vetor para o ninho com o uso da distância e informação direcional adquirida durante os caminhos percorridos e as curvas feitas na área utilizada, se valendo desses cálculos para retornar. As formigas podem também utilizar um sistema angular global provido pelo sol (GALLISTEL, 1994; DYER, 1994, 1998; WANG & SPELKE, 2002), se com um espelho o sol for desviado, a formiga vira e segue onde o sol está refletido (PEARCE, 2008). É um processo de navegação pelo qual os sinais gerados durante a locomoção permitem que os sujeitos se reorientem em relação ao seu ponto de partida (ETIENNE et al.,

1996). Um dos problemas associados a esse mecanismo é que se ocorrer um erro no cálculo dificilmente ele será detectado e o navegador não saberá que está perdido (PEARCE, 2008). A integração de caminhos pode ser complementada por outras características espaciais. Esse mecanismo tem sido estudado em uma variedade de animais. Experimentos com ratos, por exemplo, estimulam os sujeitos a ver a localização de seu alimento, que está rodeado por dicas olfativas e visuais. Os ratos então são desorientados e incentivados a procurar pelos alimentos, eles então ignoram as dicas ou marcos e se reorientam utilizando relações geométricas e morfológicas da superfície (SHETTLEWORTH, 1998).

2.1.2 Mapas de rotas

Os mapas de rotas são representações de várias rotas utilizadas. Essas rotas estariam relacionadas entre si em nós específicos, preservando relações topológicas entre as localizações, porém na representação mental faltariam informações euclidianas e vetoriais (BYRNE, 1979, 2000). Seria uma forma de rede topológica ou um mapa baseado em rotas preferenciais ou fixas, assim, a representação interna desse tipo de mapa consiste em uma série de rotas interconectadas entre si e ainda conectadas a sítios ou manchas (POUCET, 1993; Di FIORE & SUAREZ, 2007). Os mapas de rede permitem que os animais naveguem eficientemente usando diferentes rotas, porém sem a necessidade de armazenar informações espaciais além das presentes nos caminhos em rede (Di FIORE & SUAREZ, 2007).

Poucet (1993) sugere que uma representação interna de um mapa de rede seria um sistema eficiente para armazenar as informações que os animais precisam para navegar o ambiente. Com o uso contínuo de um mapa de rede, os animais reconheceriam as rotas durante o deslocamento e possuiriam uma navegação

relativamente eficiente e um entendimento das relações espaciais entre os nós (Di FIORE & SUAREZ, 2007). Algumas pesquisas identificaram esse tipo de navegação em espécies de primatas e sugerem que o uso repetido de caminhos poderia ser característica de todas as espécies (MILTON, 1981, 2000).

2.1.3 Marco espacial

São pontos fixos e visualmente detectáveis durante a navegação e são familiares na área de uso dos animais (DYER, 1998). Um marco espacial não é necessariamente visível todo o tempo de navegação do animal, mas pode estar relacionado a outros marcos espaciais na mesma paisagem. Podem ainda ser usados pelos animais de forma independente ou em associação a outros mecanismos de orientação.

Entre os marcos espaciais existe uma categoria referida como dica próxima (*beacon*), que seria um marco espacial situado muito próximo ao local onde o animal encontraria recursos como alimento; o local do alimento estaria automaticamente associado a esse marco. Quando o marco espacial não se encontra muito próximo ao objetivo, o seu uso é mais complexo (PEARCE, 2008).

Para Pearce (2008) o mecanismo subjacente ao uso de marco espacial é denominado pilotagem, método de navegação que leva o indivíduo para o objetivo, com base em uma sequência de marcos espaciais (ou menos um marco), conhecidos pelos animais, utilizando a relação dos marcos com o objetivo. Múltiplos marcos podem ainda sugerir mais de uma estratégia de navegação associada, como, por exemplo, a configuração geométrica dos marcos. Quando o indivíduo alcança a área desejada, ele procura chegar até uma posição onde a configuração dos marcos se ajuste à sua representação e assim possa ser associada ao objetivo.

O uso de marcos espaciais para orientação é atribuído também aos humanos. Esses marcos podem ser utilizados de forma egocêntrica ou allocêntrica. Em um sistema allocêntrico, o animal percebe a distância e a direção entre o marco e seu objetivo e entre si mesmo e o marco, e usa tal informação para calcular a distância e direção entre sua posição e seu objetivo, em um sistema de vetores. Em um sistema de orientação egocêntrica, os marcos são utilizados para definir uma rota de deslocamento e o animal percebe apenas a informação de sua própria localização em relação ao marco, o qual passa a ser uma dica de objetivos associados (POUCET, 1993; GALLISTEL, 1994; SHETTLEWORTH, 1998; GARBER, 2000; WANG & SPELKE, 2002). O uso desse mecanismo foi testado em pesquisas experimentais com abelhas treinadas para se alimentarem em locais providos de marcos espaciais. Quando os marcos têm sua posição alterada, as abelhas passam a forragear nos locais para onde os marcos foram transferidos, mesmo não sendo mais os locais onde estão os alimentos. Experimentos clássicos com ratos e pombos também demonstram que esses animais usam marcos espaciais na sua orientação (SHETTLEWORTH, 1998). Estudos com primatas não-humanos, demonstram que eles também se utilizam de marcos espaciais para se orientar (GARBER, 2000; POTI, 2000, 2005).

Como demonstrado na literatura, as espécies apresentam diferentes mecanismos de orientação espacial. Além disso, uma mesma espécie pode utilizar informações de mais de um tipo de mecanismo e a integração dessas informações pode depender das condições do ambiente, tornando um ou outro tipo mais relevante ou confiável. Abelhas utilizam a orientação com base em bússola solar quando o céu está aberto, mas passam a usar informações de marcos espaciais quando o céu está encoberto. No entanto, experimentos elaborados de forma a

tornar os marcos espaciais pouco confiáveis (alternando a posição desses marcos em relação à posição original de treinamento das abelhas) levam as abelhas a ignorá-los como fonte de informação (SHETTLEWORTH, 1998).

2.1.4 Relações geométricas

A idéia das relações geométricas pressupõe que elas tenham que existir entre objetos no ambiente, ou entre os marcos espaciais. Se eles são múltiplos, é provável que se possa construir uma relação geométrica entre eles (REZNIKOVA, 2007), por exemplo: dois marcos espaciais formam uma linha, três formam um triângulo e assim sucessivamente. Se os animais são capazes de detectar dois marcos espaciais, parece natural que eles procurem o alimento no ponto do meio entre os dois marcos, associando-os em relação ao objetivo (PEARCE, 2008).

Jones et al. (2002) testaram uma espécie de ave (*Nucifraga columbiana*) para o uso de relações geométricas entre marcos espaciais. Os pássaros, quando soltos em uma sala com dois tipos de marcos (marcos cilíndricos, vermelho e azul), com cores diferentes e variando as distâncias entre eles a cada teste (de 40 cm até 100 cm), procuravam pela comida predominantemente entre os marcos, sugerindo que as aves podem usar relações geométricas em um ponto central entre os marcos. Nesse experimento foi descartada a hipótese de que os pássaros tenham apenas, em consequência de treino, aprendido que o alimento ficava sempre no centro dos marcos, pois elas se dirigiam ao centro ainda que os marcos alterassem sua posição (PEARCE, 2008).

A compreensão geométrica também é questionada em ratos. Quando três marcos foram utilizados e espelhados, os ratos perceberam a distância entre pares de marcos, mas não perceberam a forma criada pelos marcos espaciais

(SHETTLEWORTH & SUTTON, 2005). Em outros experimentos (PEARCE, 2008), não foi possível comprovar que os ratos percebem a forma criada por três ou mais marcos espaciais.

Cheng (1986) e Gallistel (1990) concluíram, em experimento, que o cérebro dos ratos é capaz de conter um módulo geométrico que pode computar informações sobre relações geométricas e ignorar informações não-geométricas. Para esses autores, o módulo geométrico estaria dedicado a codificar a forma do ambiente e identificar onde os objetivos podem ser encontrados com referencial geométrico. Outras pesquisas que encontraram resultados similares foram desenvolvidas com primatas não-humanos (GOUTEUX et al., 1999), com crianças (WANG et al., 1999) e adultos (WANG et al., 1999). Porém, evidências concretas de que os animais usam relações geométricas, responsáveis por construir representação global (PEARCE, 2008) do ambiente, ainda não foram obtidas.

A variabilidade existente pode estar relacionada com as características filogenéticas dos animais, que determinam, em geral, a natureza do desafio de sobreviver e se reproduzir. Recursos alimentares e abrigo estão distribuídos no espaço e as necessidades do organismo (dieta e hábitat), o tamanho e o modo de locomoção vão determinar as dificuldades de navegação do animal, assim como a habilidade do animal em adquirir informação para desenvolver uma melhor performance, que pode ser atribuída ao tamanho do cérebro (DYER, 1998). O mecanismo específico, então, utilizado para a orientação pode refletir a competição entre maximizar a velocidade na área de uso e minimizar a exposição aos predadores. Em confronto com a característica básica de achar o caminho do ponto A para o ponto B, a espécie que está relativamente imune a predação pode ser selecionada para achar o caminho mais curto. No entanto, uma espécie mais

vulnerável pode estar selecionada para achar o caminho mais seguro (DYER, 1998).

2.2 Mapas Cognitivos

O conceito relacionado a orientação mais controverso e aparentemente mais sofisticado são os mapas cognitivos. Os animais capazes de desenvolver mapas cognitivos seriam também hábeis para, além de reconhecer e identificar locais em sua área de uso, também planejar suas ações e movimentos de deslocamento (POUCET, 1993), criando novas rotas e utilizando atalhos, principalmente se as rotas familiares ao animal forem bloqueadas (PEARCE, 2008). Afinal se os animais possuem mapas cognitivos eles podem sair de qualquer lugar de sua área de uso para alcançar um objetivo conhecido (REZNIKOVA, 2007). Talvez a principal função adaptativa dos mapas cognitivos seja fazer com que os animais não se percam no ambiente.

Assim, administrar o conhecimento, informação e o comportamento espacial é a idéia central dos mapas cognitivos (KITCHIN & BLADES, 2002). No entanto, espaço é outro termo complexo, que nesta pesquisa será entendido como espaço ambiental, classificado por Kitchin & Blades (2002) como espaços que não podem ser vistos em um só lance de visão, mas requerem que sejam vividos ou experimentados, como: casas, bairros ou pedaços de terreno. Espaço ambiental é um também conceito aplicado às pesquisas geográficas que trabalham com mapas cognitivos (KITCHIN & BLADES, 2002). Mapas cognitivos podem ser entendidos como uma “gravação” no sistema nervoso central de uma relação geométrica macroscópica entre as superfícies usadas para planejar os movimentos no ambiente (GALLISTEL, 1990). Segundo Pearce (2008), podem estar gravados como uma visão aérea ou plano do espaço que está sendo representado, tendo como

propriedade manter as informações sobre as relações espaciais entre os objetos, ou objetivos, no ambiente.

Aos mapas cognitivos ou mapas mentais (POUCET, 1993; NASCIMENTO, 1996, KITCHIN, 1994) atribui-se o sucesso do indivíduo em encontrar seu caminho (KITCHIN & BLADES, 2002). Representação pode ser entendida como um modelo interno do mundo real que está ligado aos objetos e eventos externos e que preserva a informação que é importante para o organismo (MEDIN et al., 2005).

Segundo Pearce (2008), os estudos que afirmaram que os animais utilizam mapas cognitivos revelaram, na verdade, que os animais são extremamente eficientes em encontrar os caminhos para o objetivo usando rotas que não lhes são familiares. Porém, essa habilidade não parece depender do uso de mapas cognitivos, mas da capacidade de lembrar a direção e a distância do objetivo utilizando múltiplos marcos espaciais ao redor do ambiente onde o objetivo se encontra. O mecanismo envolvido seria um uso sofisticado de integração de caminhos (*dead reckoning*) (PEARCE, 2008).

O termo mapa cognitivo foi utilizado pela primeira vez por Edward C. Tolman em 1948. Tolman (1948) estudou ratos em laboratório e acreditava que o aprendizado de algo como um mapa (de campo ou topográfico) do ambiente se estabelecia no cérebro dos ratos, discordando da idéia de estímulo-resposta contraposta por Hull (1943 apud TOLMAN, 1948). Para Tolman (1948), embora os labirintos onde os ratos foram testados estivessem repletos de estímulos e provocassem a resposta dos animais, os processos cerebrais que envolvem reconhecer para onde ir eram mais autônomos que os processos de estímulo-resposta.

Um mapa cognitivo seria parecido com um mapa real do ambiente,

compreensivo e estabelecido no sistema nervoso, funcionando como “mapas geográficos”, indicando rotas e manchas e ainda as relações das rotas e das manchas com o ambiente, podendo conter pequenas ou grandes quantidades de informações (KITCHIN & BLADES, 2002). Essas informações ficam mantidas internamente pelos animais e são utilizadas na tomada de decisão para atingir os objetivos. Esses mapas permitiriam que o animal mudasse e variasse suas rotas, de forma relativamente correta, criando novas rotas ou atalhos eficientes para alcançar mais rápido seus objetivos.

A dúvida deixada por Tolman (1948) foi o quanto esses mapas mentais podiam alcançar em termos de representações, se poderiam armazenar pequena ou grande quantidade de rotas e informações. Se fosse estreito e mais linear em relação ao ambiente original, menor o sucesso em resolver problemas de orientação, quanto mais amplo e compreensivo, mais adequadamente a representação mental contribuiria para solucionar problemas de orientação (REZNIKOVA, 2007; TOLMAN, 1948).

Bennet (1996), além das críticas inclusive sobre o conceito controverso de mapas cognitivos, sugere que para um animal possuir mapas cognitivos, as possibilidades de utilizar outros mecanismos devem ser descartadas, inclusive o uso de atalhos, a não ser que sejam atalhos novos, nunca antes utilizados. Ou seja, atalhos conhecidos não exigiriam dos animais a presença de mapas cognitivos. Além disso, Bennet (1996) sugere que para um animal de fato possuir representação interna do ambiente e criar atalhos, é necessário estar certo de que o animal nunca passou pelo local. O animal deveria utilizar um segmento totalmente novo e criar um atalho nessa situação. Porém, em animais selvagens, seria necessário que o animal fosse seguido muito tempo antes de ser observado ou aplicado a eles algum

experimento, o que seria um gasto enorme de tempo de observação ou mesmo a impossibilidade de realizar esse tipo de pesquisa (BENNET, 1996). O problema em seguir os animais, principalmente primatas que possuem vida longa, é justamente definir o que pode ser considerado longo tempo, ou quanto tempo a informação de um local pode ficar retida na memória ou, ainda, observar um local novo que nunca tenha sido utilizado pelos animais. Não se pode afirmar que um novo caminho é novo somente porque foi observado pela primeira vez.

Em segundo lugar, os animais não poderiam utilizar, na sua orientação, a integração de caminhos ou marcos espaciais. Para a primeira, se existe a computação das direções e distâncias por meio de integração de caminhos, não é necessário utilizar representação interna e para os marcos espaciais, se o animal os utiliza, ele não estaria utilizando mapas cognitivos (JACOBS & SCHENK, 2003; BENNET, 1996). Assim, construir atalhos utilizando marcos espaciais, em áreas que são familiares para os animais, não poderia ser considerado evidência de que o animal possui mapa cognitivo, pois a construção de atalhos utilizando marcos significa que o animal está se orientando pelos marcos e não por uma possível representação interna. Bennet (1996) sugere que os mapas cognitivos seriam um mecanismo de orientação, com funcionamento próprio.

Para O'Keefe & Nadel (1978), assim como para Tolman (1948), para que um animal possua mapas cognitivos ele deve ser hábil para mentalmente construir representações geométricas e euclidianas, com a presença de marcos espaciais. Ou seja, os mapas cognitivos podem existir associados aos marcos espaciais. Marcos espaciais nesta pesquisa fazem parte da representação interna dos espaços e estão inseridos na representação.

Os conceitos compreendidos por Bennet (1996) são considerados de maior

sofisticação na sua construção interna que os descritos por Gallistel (1990), que é mais tolerante com o conceito de mapa cognitivo; para ele, qualquer orientação que implicitamente inclua distância e direção é evidência de mapas cognitivos. Diversas espécies, entre elas abelhas, formigas, aves e primatas, têm demonstrado alguma forma de representação interna de seus caminhos, habilidade de utilizar caminhos alternativos ou atalhos, ou ainda representação interna organizada do espaço (GALLISTEL, 1990; BYRNE, 2000).

Jacobs & Schenk (2003) sugerem que existem dois tipos de mapas que integrados permitem aos animais construírem atalhos. Um seria um mapa de características ou marcos espaciais visuais no terreno, associado a um segundo que seria uma espécie de croqui do espaço (*bearing and sketch maps*), o qual incluiria representações topográficas dos espaços na área de uso do animal. Os mapas de marcos espaciais (ou características) poderiam ser estimados considerando as taxas de mudança em um gradiente e os croquis (*sketch maps*) deveriam requerer uma memória espacial para codificar as características individuais de cada marco no conjunto de marcos do terreno (JACOBS & SCHENK, 2003).

Embora as pesquisas sobre os mapas cognitivos sejam muitas e com frequência apresentem novos resultados, esse tema ainda não foi esgotado e requer muitos estudos para que se possa afirmar a existência de mapas cognitivos em animais não-humanos.

2.3 *Primatas*

Em primatas, pesquisas recentes sobre mecanismos de orientação vêm apresentando maneiras sofisticadas de mostrar, que no caso dos humanos, eles não se saem bem em experimentos que exijam boa orientação espacial (FARREL &

ROBERTON, 1998). Porém, no dia-a-dia, os humanos obtiveram sucessos adaptativos que permitem que eles se locomovam de forma eficiente (KITCHIN & BLADES, 2002).

Primatas não-humanos são também animais bastante adaptáveis e flexíveis, com aproximadamente 250 espécies vivendo em ambientes diversos (FLEAGLE, 1999), com destaque para as florestas tropicais. Apenas um reduzido número de espécies vive em áreas diferentes das florestas tropicais, com exceção dos humanos.

A capacidade de adaptação e orientação dos humanos é bastante diferenciada quando comparados a outros primatas; por isso, os mapas cognitivos têm sido amplamente atribuídos à capacidade de orientação da espécie, ao comportamento espacial e às tomadas de decisões envolvendo orientação espacial (KITCHIN & BLADES, 2002; KITCHIN, 1994). Mapas cognitivos, em geral, são atribuídos aos humanos como uma construção mental que eles usariam para entender, conhecer o ambiente e tomar decisões de navegação. As pessoas armazenam a informação sobre o ambiente onde vivem e a utilizam para tomar decisões que guiam o comportamento em relação ao espaço que navegam (KAPLAN, 1973; TVERSKY, 1992; KITCHIN, 1994). Os mapas cognitivos seriam responsáveis pelo conceito de “sobrevivência geográfica”, ou seja, navegar o ambiente de forma eficiente com resultados eficazes de navegação (KITCHIN, 1994).

Significa, então, que os indivíduos devem saber se vão ou se ficam, para onde vão, que caminho seguir e como alcançar o objetivo (KITCHIN & BLADES, 2002). O reconhecimento interno dos processos que devem ser seguidos na navegação é uma representação da realidade ou dos caminhos que levam ao

objetivo. Wang (2004) sugere que humanos, quando reconhecem um novo ambiente, primeiro aprendem rotas particulares, importantes na localização de onde precisam chegar e, gradualmente, aumentam seu “banco de dados interno” para o reconhecimento do todo.

Pressupõe-se que os humanos possuem forma apurada de representação mental do mundo real em diferentes níveis (globais e locais) e que a construção da representação mental nos humanos pode ser mais elaborada que a de outros animais também pelo uso da linguagem, característica única da espécie (DUNBAR, 1996; ETIENNE et al., 1996). A representação interna que as pessoas possuem permite a navegação diária (p. ex., trabalho, moradia e alimentação), tornando-as potencialmente conhecedoras de suas rotas, que podem ser flexíveis para alcançar o mesmo objetivo e ainda permitir, com sucesso, a construção e o uso de atalhos.

Para outros animais, mais importante que discutir se eles possuem ou não mapa cognitivo é identificar como eles adquirem uma representação interna da localização de um objetivo e qual o mecanismo utilizado para atingi-lo. A representação espacial deve consistir dos itens representados, de um sistema de representação e de regras de correspondência entre os dois (SHETLLEWORTH, 1998). Como já explicado, os mapas cognitivos nesta pesquisa assumem a característica de representação interna do espaço, associados ou não a outras características físicas do terreno.

A atribuição dos mapas cognitivos para os humanos se reflete inclusive em ambientes virtuais, tais como jogos, experimentos com realidade virtual e hipertextos, ou seja, ambientes virtuais são desenvolvidos considerando que as pessoas criarão representação para navegar esses ambientes virtuais e encontrar seus caminhos (KITCHIN & BLADES, 2002; ver www.secondlife.com).

Associados aos mapas cognitivos, os marcos espaciais são amplamente utilizados pelos humanos, principalmente em áreas urbanizadas (LYNCH, 1960). O uso desses marcos, que são estruturas proeminentes e familiares do ambiente, é uma maneira útil de organizar as informações e aprender, primeiro a localização relativa dos marcos espaciais, depois as rotas, os atalhos entre elas e, finalmente, as distâncias (TVERSKY, 1992; WANG, 2004). Wang & Spelker (2002) concluíram que humanos navegam formando, mantendo e dinamicamente atualizando a representação momentânea com a localização dos objetivos e o ambiente ao seu redor; no entanto, a memória da representação espacial humana é ainda pouco compreendida (WANG & BROCKMOLE, 2003). Em experimento realizado por Wang & Brockmole (2003), humanos foram testados em uma sala que eles não conheciam. Foram apresentados a equipamentos presentes na sala como vídeo cassete, computador, pôster, closet e a porta. Após observarem e afirmarem que estavam prontos para continuar, seus olhos foram vendados e a cadeira onde sentavam foi movimentada por um pequeno ângulo (inferior a 180° graus). A pesquisa concluiu que os sujeitos não responderam de forma precisa e, quando questionados sobre a nova direção, não apontaram para a mesma região da sala observada antes de terem suas cadeiras rodadas.

Entre os humanos, a habilidade na navegação parece estar melhor desenvolvida no sexo masculino. Homens sabem mais sobre regiões distantes e localizações em mapas mundiais e mulheres utilizam-se mais de marcos espaciais para se orientarem. A diferença entre os sexos pode ser explicada pela evolução que, por meio do dimorfismo sexual, contribuiu para a divisão do trabalho entre homens e mulheres, provocando uma diferença na distância viajada pelos homens e mulheres na busca por parceiros (DABBS et al., 1998). Outra possibilidade são as

diferenças hormonais entre os gêneros. As diferenças nos níveis de hormônios circulatórios podem ser responsáveis pelo desempenho na orientação espacial masculina, diferenças que foram encontradas em outros mamíferos, tais como roedores (DRISCOLL et al., 2005).

2.4 Primatas não-humanos

Primatas não-humanos são animais bastante intrigantes para estudos que focam o uso do espaço e orientação desses animais, especialmente em questões relacionadas a mudança de informações no ambiente. São animais que precisam administrar os custos e benefícios da vida em grupo, adaptarem-se aos ambientes, disputando recursos entre e intra grupos (KOENING et al., 1998; SNAITH & CHAPMAN, 2005; BARTON et al., 1996; BARTON & WHITEN, 1993; BARTON, 1993; CHAPMAN, 1988; PRUETZ & ISBELL, 2000) e, principalmente, gerenciando as mudanças nos padrões da disponibilidade de alimentos (Di FIORE & SUAREZ, 2007; IZAR, 2004), que podem variar consideravelmente nas floresta em períodos maiores que um ano.

Sugere-se que, para esses animais, a distribuição dos recursos e os riscos de predação (BOINSKI & CHAPMAN, 2000; CHENEY & SEYFARTH, 1981; HAMILTON, 1982; ISBELL, 1994) em suas áreas de uso são fatores que os pressionam a navegar reconhecendo a localização de seus recursos. Assim, aos primatas são atribuídas capacidades de navegar e utilizar seu espaço de forma eficiente (JANSON, 1998; GARBER, 2000; JANSON, 2000; NOSER & BYRNE, 2007), principalmente por apresentarem flexibilidade em relação a seus alimentos e utilização de suas áreas de uso, buscando por recursos diversos nas diferentes estações do ano (BARTON, 2000).

Pesquisas em vida livre e em cativeiro têm apresentado resultados que

demonstram que primatas utilizam as informações do ambiente para se movimentar (JANSON, 1998; GARBER, 2000), porém, a compreensão de como as informações do ambiente são neurologicamente representadas no cérebro ainda é limitada (GARBER, 2000), notadamente se considerado o grande número de espécies de primatas em ambientes diversos. Estudos sugerem, ainda, que algumas espécies de primatas utilizam mecanismos alocléricos de orientação, têm a capacidade de aprender relações espaciais relativas, ou seja, informações espaciais baseadas em rotas, de reconhecer marcos espaciais individuais e usar as informações para reconhecer distâncias e direções, resultando no uso de atalhos (JANSON, 1998, 2007; GARBER, 2000). O interesse crescente por estudos com primatas é justificado com base nas similaridades filogenéticas com humanos.

Embora existam evidências de que primatas navegam o espaço de forma eficiente, ainda não foi possível responder como esses animais representam mental ou internamente o espaço que navegam, não havendo evidências da presença de mapas “mentais” ou “cognitivos” em outras espécies que não a humana (Di FIORE & SUAREZ, 2007). Entretanto, um estudo pioneiro com chimpanzés demonstrou que após verem onde os alimentos foram escondidos e depois ficarem dois minutos no escuro, quando soltos foram capazes de localizar os alimentos em todos os dezoito locais onde eles estavam escondidos e ainda navegaram direto aos alimentos menos distantes, estratégia baseada em mapas cognitivos (MENZEL, 1973).

Segundo Janson (2000), muitos modelos espaciais assumem que se os animais estão forrageando, eles devem preferir obter um dado nível de benefício com um mínimo custo possível. Minimizar as distâncias viajadas para alcançar os recursos é um objetivo na estratégia de forrageamento dos primatas (JANSON, 2007). Possuir representação interna do ambiente significa também obter benefícios

com economia de energia que em épocas de escassez de alimento, parece necessária. Nos experimentos e pesquisas naturalísticas realizados, os resultados apontam, em geral, para animais que sabem onde os recursos alimentares se encontram (IZAR et al., 2008; NOSER & BYRNE, 2007; JANSON, 1998).

Garber (2000), em experimentos de campo em duas espécies de primatas: *Cebus capucinus* e *Saguinus mystax*, examinou a habilidade desses primatas em usar informação e marcos espaciais próximos como dicas para localizar alimento, para isso utilizou plataformas de aprovisionamento (bananas reais e bananas de plástico), construídas na área de uso desses animais. Indivíduos de *Saguinus mystax* foram expostos a plataformas com bananas reais e de plástico e discriminaram rapidamente as bananas de plástico, não retornando aos sítios onde elas estavam. Quando as plataformas foram alteradas, onde estavam as bananas reais foram colocadas de plástico, os indivíduos de *Saguinus mystax* visitaram os mesmos sítios onde estavam as bananas reais, sugerindo que as informação espaciais são mais utilizadas que dicas visuais ou olfativas (GARBER, 2000). Embora a informação visual seja uma informação subjetiva, pois as bananas plásticas e verdadeiras muitas vezes podem não ser visualmente diferenciadas, os indivíduos de *Cebus capucinus*, depois de uma única vez expostos às estações de alimentação, aprenderam a discriminar entre as bananas reais e as bananas de plástico (GARBER, 2000). Após a rotação das plataformas, *Cebus capucinus* tiveram o mesmo comportamento dos *Saguinus mystax*, demonstrando que eles também utilizam informações espaciais.

Byrne (2000) realizou pesquisas em vida livre com babuínos das montanhas (*Papio ursinus*) e afirmou que para essa espécie no ambiente estudado os caminhos são interconectados com rotas conhecidas, ou seja, uma representação que o autor

denomina “mapa de rede”. A existência de alguma forma de representação utilizada para navegar o espaço, que não seja aleatória, sugere que os babuínos das montanhas possuem representações internas de suas áreas de uso (BYRNE, 2000), mesmo sem poder afirmar a presença de mapas cognitivos na espécie. É possível ainda que indivíduos específicos se encarreguem de guiar o grupo, ou que os indivíduos se revezem nessa tarefa. Segundo Byrne (2000), os babuínos deixam a decisão de guia para um indivíduo do grupo, normalmente um indivíduo “mais velho” do que outro hierarquicamente dominante. Nos babuínos das montanhas a decisão parece ser tarefa de um macho, enquanto que nos babuínos geladas (*Theropitecus gelada*), a decisão parece estar ligada à fêmea dominante.

Di Fiore & Suarez (2007) demonstraram, usando GPS e SIG em sua metodologia, que duas espécies simpátricas (espécies que vivem e utilizam a mesma área), macacos-aranha (*Ateles belzebuth*) e macacos-barrigudos (*Lagothrix poeppigii*), usam rotas e manchas repetidas e que dentro de suas áreas de uso existem localizações que não são utilizadas, por onde as rotas preferenciais desses animais não passam. Esse resultado é consistente com o uso de rotas fixas e mapas de rede e que essas duas espécies não usariam caminhos “novos”, previstos no caso de representação interna. Macacos-aranha e macacos barrigudos repetem rotas e as rotas mais importantes parecem estar associadas às características topográficas da área de estudo (DI FIORE & SUAREZ, 2007).

Em outra pesquisa, Noser & Byrne (2007) concluíram que os babuínos (*Papio ursinus*) não computam relações euclidianas quando não é possível observar visualmente a localização dos recursos. Para essa mesma espécie, Noser & Byrne (2007) encontraram significância e correlação positiva na velocidade, linearidade e distância entre os recursos usados, com destaque para a distância a cada dois

recursos visitados. O grupo estudado cobriu maiores distâncias entre dois recursos de forma mais rápida e menores distâncias entre dois recursos mais lentamente. Os segmentos entre recursos nas estações secas eram mais lineares que os segmentos na estação chuvosa. O grupo estudado viajou mais rapidamente na estação seca. Os tipos de recursos utilizados também influenciaram a linearidade dos segmentos, assim como na velocidade em que foram alcançados. Para os babuínos, Noser & Byrne (2007) não sugerem que os animais possuam alguma forma de mapa cognitivo (TOLMAN, 1948; GALLISTEL, 1990), com conhecimento de distâncias e direções, mas sugerem que o grupo de *Papio ursinus* possui uma complexa forma de representação interna de recursos importantes, mesmo que esses recursos não sejam visualmente detectados todos os dias. A conclusão foi que o grupo de babuínos sabia não apenas o que encontrar nos locais representados internamente por eles, mas também o melhor momento para visitá-los: logo pela manhã, antes do recurso ter sido visitado por competidores (NOSER & BYRNE, 2007).

A linearidade é um fator freqüentemente apresentado nos estudos de orientação espacial. Alguns estudos sugerem que utilizar segmentos de forma mais linear pode indicar que os animais sabem onde estão os recursos (GARBER, 1988). No entanto, outros estudos indicam que linearidade nas rotas é uma estratégia ótima na procura por alimentos e não necessariamente está ligada ao planejamento da rota (JANSON, 1998). Janson & Byrne (2007) sugerem que, em florestas tropicais, com o grande número de árvores frutíferas, usar caminhos mais lineares para alcançar um objetivo não significa que os animais o conheçam, mas sim que qualquer caminho levaria para uma fruteira.

Estudos experimentais em laboratório em diferentes espécies encontraram a

mesma capacidade cognitiva nos animais. Macacos Rhesus e babuínos em testes de reorientação revelaram flexibilidade em seu comportamento, pois além de utilizarem informações geométricas nas salas onde foram testados, também fizeram uso de paredes coloridas na sua reorientação (GOUTEUX et al., 1999).

Além das diferentes espécies estudadas, pesquisas distintas com uma mesma espécie podem trazer resultados contraditórios. Por exemplo, estudos de campo sobre macacos-prego indicam a utilização de sistema de orientação aloentríca, com a construção de atalhos para atingir fontes alimentares (IZAR et al., 2008; JANSON, 1998), enquanto que experimentos de laboratório sugerem que a utilização de orientação egocêntrica prevalece em relação ao reconhecimento baseado em dicas externas (POTI, 2000). Os experimentos em laboratório demonstram que macacos-pregos são capazes de aprender somente simples associações entre objetivo e marcos, diferente dos experimentos selvagens que sugerem que eles são capazes de utilizar caminhos mais eficientes na busca por recursos alimentares (JANSON, 1998).

Nos experimentos em vida livre, Janson (1998) procurou investigar se macacos-prego (*Cebus nigrítus*), no Parque Nacional de Iguazú (Argentina), apresentavam memória espacial dos recursos que utilizam. Nos experimentos, foram utilizadas 31 plataformas de aprovisionamento, em 17 locais no interior da área de uso de um grupo, com quantidades diferentes de frutas (tangerinas) oferecidas em cada plataforma.

As plataformas foram mantidas no mesmo local ao longo de três meses, durante a estação seca, época de escassez de frutos, enquanto a quantidade de alimento ofertada em cada plataforma variou. Esse delineamento experimental torna as plataformas um recurso bastante previsível, em termos de localização, havendo

tempo suficiente para a memorização dessa localização e, talvez, para o processamento cognitivo de marcos espaciais em relação aos alvos, permitindo o planejamento de rotas mais curtas a partir de diferentes pontos, tendo esses marcos como referência. Esse estudo sugeriu que os animais, todos os dias, escolhem entre os recursos disponíveis, os locais onde os recursos suprirão o grupo todo por um dia ou que possam prover alimento para alguns dias seguidos, minimizando as distâncias no ambiente. Os resultados gerais mostraram que o grupo: (a) visitou as plataformas mais próximas de seu local de partida mais freqüentemente do que visitou as plataformas mais distantes; (b) preferiu visitar as plataformas com número maior de frutas que as com poucas frutas; (c) raramente retornava aos locais onde havia se alimentado nas 24 horas anteriores; (d) e mesmo quando as plataformas foram removidas, os animais normalmente retornaram ao exato local onde eles haviam se alimentado anteriormente. Esses resultados sugerem que os animais possuem representação de seu ambiente e devem ter memória da qualidade do recurso bem como da distância e taxa de renovação do alimento (JANSON, 1998).

Poti (2000) realizou experimentos em laboratório com macacos-pregos, quatro sujeitos, submetidos a doze sessões (uma ou duas por dia) de teste em um aparato simulando, tanto condições de orientação egocêntrica, baseado em si mesmo, com uso de dicas (dois sujeitos), quanto condições de orientação allocêntrica, baseado em dicas externas no ambiente, com uso de marcos espaciais (dois sujeitos), ambos para obter alimento. A investigação sobre o sistema de referência utilizado pelos animais contou com aparato que previa o uso de marcos espaciais, além da possibilidade de rotacionar o ambiente em relação ao animal. Ou seja, a posição do animal era fixa, enquanto os alimentos, mostrados aos animais antes de serem escondidos, próximos e distantes de marcos espaciais, giravam 90°,

180°, 270° e 360°. Os macacos-prego, com referência egocêntrica, foram capazes de resolver os problemas impostos e o desempenho deles melhorou com o tempo de exposição ao experimento, com exceção da situação controle do experimento (360°), onde o início e o fim da rotação apresentam a mesma posição. Em experimentos com o uso de dicas externas (marcos espaciais), os macacos-prego apresentaram sucesso em situação de controle (360°). Privados de acesso visual, quando os alimentos foram escondidos próximos aos marcos, os macacos-prego não conseguiram resolver o problema e também não melhoraram seu desempenho. Poti (2000) sugere que em macacos-prego testados em laboratório, o mecanismo de orientação espacial egocêntrico é mais forte que o reconhecimento baseado em características externas. Os animais foram bem sucedidos nos experimentos com orientação egocêntrica, mas não com orientação alocêntrica. No entanto, o experimento laboratorial (POTI, 2000), consiste de situação inovadora, pouco relevante para o sujeito em termos de sobrevivência e de curto prazo, o que pode não compensar o processamento de todas as informações. Seria um gasto energético para memorizar informações pouco relevantes para a sobrevivência do indivíduo, ou ainda, experimentos em cativeiro podem estimar de forma equivocada a habilidade dos animais selvagens em navegar a paisagem, principalmente pela falta do contexto natural (JANSON, 2007; JANSON & BYRNE, 2007).

Os resultados das duas pesquisas realizadas com macacos-prego são aparentemente contraditórios, mas as diferenças podem estar relacionadas às condições experimentais e/ou às características dos indivíduos e dos ambientes estudados. É possível que áreas florestadas, com aparente composição homogênea da paisagem, exijam habilidade dos animais em identificar marcos espaciais e associá-los a outras características do ambiente.

Apesar de estudos apresentando resultados positivos em relação ao reconhecimento da área de uso, a análise do comportamento espacial e escolha de recursos alimentares pelos animais, que possam revelar as suas preferências, é tarefa difícil de ser interpretada, a não ser que os animais tenham conhecimento do estado de amadurecimento da frutas e da produtividade dos recursos visitados (JANSON, 2007). Os resultados podem indicar que a espécie utiliza mais de um mecanismo de orientação, cuja prevalência depende das características do ambiente ocupado, como o exemplo de abelhas.

Para o gênero *Cebus*, a flexibilidade, oportunismo e adaptabilidade são características comportamentais consideradas fundamentais para o sucesso do grupo, medido em termos da amplitude da distribuição geográfica e ocupação de ambientes distintos (FRAGASZY et al., 2004a).

No caso de *Cebus nigrinus*, espécie encontrada na Mata Atlântica, seus recursos alimentares preferidos, em geral frutos maduros e flores, em algumas épocas do ano, encontram-se distribuídos normalmente de duas formas: (a) agrupados, quando existem uma grande árvore ou mais de uma árvore do mesmo recurso com capacidade de alimentar o grupo todo; e (b) uniformemente distribuído, quando os recursos não representam uma mancha, mas podem ser encontrados independente da rota utilizada, como bromélias e insetos.

Outro fator que pode influenciar *C. nigrinus* no PECB é a topografia, que, bastante acidentada, pode contribuir para a escolha dos caminhos, tanto em termos do custo-benefício no gasto de energia, como em termos de constituição de marcos espaciais capazes de serem reconhecidos pelo grupo.

2.5 GPS e Sistemas de informação Geográfica

Para auxiliar os estudos de cognição espacial e outros estudos espaciais, tanto GPS quanto SIGs têm sido reconhecidos e amplamente utilizados. Obviamente, as aplicações desses sistemas são variadas, entre elas: a administração de epidemias, logística e transportes, definição de rotas, acompanhamento de desmatamento, problemas governamentais de defesa, viagens e turismo, aplicações em agronegócios, desastres ecológicos e também aplicações comportamentais.

Para a Geografia em particular, o uso de SIGs contribuiu sobremaneira para a construção e utilização de mapas e é raro, atualmente, encontrar pesquisas que localizem qualquer fenômeno no espaço que não faça uso dessas tecnologias.

Para citar apenas um exemplo, no planejamento urbano, a junção entre o conhecimento dos processos perceptuais e cognitivos dos humanos, mais o reconhecimento da tecnologia dos SIGs em representar esses processos no espaço, contribuiu fortemente para a qualidade do ambiente que é planejado para os seres humanos (KITCHIN, 1994).

A possibilidade de trabalhar com mapeamento dinâmico, que pode ser alterado a cada nova entrada de dados, uniu dados espaciais ao uso dos bancos de dados que são importantes nos processos de manutenção das informações (LONGLEY et al., 2005). Atributos ambientais podem ser mapeados e analisados em conjunto ou separadamente por meio do sistema de múltiplas camadas (*layers*) de informação (pontos, linhas e polígonos, imagens raster) (DAVIS, 1996).

Hugues (2003) sugere o uso de SIGs nos trabalhos com primatas principalmente por ser possível mapear, explorar, analisar e modelar os dados por meio de integração e manipulação das camadas, antes ainda das visitas no campo, o que contaria com o uso de mapas já digitalizados para serem analisados nos

SIGs, ou ainda com imagens de satélite.

Os GPS são capazes de captar as coordenadas geográficas espaciais (recebendo sinais de microondas emitidos por rede de satélites, em um total de 24, operados pelo *Department of Defense*, dos EUA), para cada atributo estudado e incluso nas análises. Em associação aos SIGs, os pontos coletados pelo GPS podem ser armazenados como dados e plotados em base topográficas em duas e três dimensões, permitindo a construção dos mapas temáticos.

Os SIGs são tecnologias que facilmente representam dados em conjunto. A sobreposição das camadas permite analisar dados diários, mensais, anuais e juntá-los aos atributos espaciais, tais como: drenagem, estradas de rodagem e serviços, trilhas, topografia, declividade (LONGLEY et al., 2005).

Embora sejam tecnologias capazes de diversas representações, a escolha da escala de trabalho pode influenciar a análise e os resultados finais da pesquisa (LONGLEY et al., 2005). Outro problema com as escalas de trabalho é o entendimento do “tamanho” ou quantidade de dados que elas representam. Escalas grandes são escalas com maior quantidade de detalhes, normalmente até 1:25.000. Escalas médias são escalas semi-detalhadas de 1:25.000 até 1:250.000 e escalas pequenas, são escalas de síntese de 1:250.000 ou menores (ARCHELA & THÉR, 2008).

A escala de 1:50.000 é considerada uma escala média de detalhe. A escala de um mapa pode ser definida como a distância entre o mapa e o terreno real (proporção). A escala é dada pela razão de 1 para o terreno real e 50.000 para a representação cartográfica. É a relação matemática entre a medida de um lugar representado em uma carta ou mapa e suas medidas reais. Quanto menor a escala, menor o tamanho do mapa e menor a riqueza de detalhes (PESTANA, 2008).

Os SIGs somente podem determinar a escala dos mapas para efeitos de publicação ou impressão. A entrada dos dados (ou escala de detalhe) deveria ter maior qualidade do que o resultado. É comum observar resultados onde a entrada das informações foi feita em 1:200.000 e a publicação em 1:50.000, fazendo com que o mapa de resultados perca informações relevantes.

Para o estudo do comportamento (animais humanos e não-humanos), as aplicações dos SIGs têm se mostrado eficientes (KITCHIN, 1994). Em primeiro lugar, quando permite acesso a dados que podem ser analisados anteriormente aos trabalhos de campo, como, por exemplo: classificação geral da vegetação do local escolhido e mapeamento topográfico da área, os níveis de fragmentação da floresta e estimativa da biomassa (HUGHES, 2003). Segundo, podem contribuir para o armazenamento dos dados paralelos aos objetivos da pesquisa (dados de campo), como análise de população, censo dos animais, vulnerabilidade da floresta, mapeamento para análise, localização e delimitação de áreas protegidas e outras informações específicas que são encontradas em cada área de estudo. Terceiro, o comportamento propriamente dito dos animais estudados. Apoiados por imagens de satélite, organismos biológicos podem ser bem representados e identificados nos SIGs. Um bom exemplo da aplicação desse sistema é a contagem dos ursos marrons em ambiente natural nos Estados Unidos. Os SIGs possibilitam descrições sobre o comportamento individual dos ursos que, utilizando colares, transmitem em intervalos regulares a sua localização para as bases dos SIGs, que estão localizadas a grande distância dos animais (LONGLEY et al., 2005).

Além disso, SIGs e mapas cognitivos compartilham propostas similares. Enquanto os SIGs auxiliam no entendimento do ambiente geográfico das atividades diárias, os mapas cognitivos ajudam a compreender como os animais adquirem,

armazenam e utilizam os dados ambientais (KITCHIN, 1994). Com o uso de SIG's e GPS é possível analisar o comportamento de animais selvagens e buscar a correspondência posicional entre os movimentos e rotas desses animais e o “mundo real”.

Em pesquisas com primatas, GPS e SIGs passaram a ser utilizados principalmente quando o foco das pesquisas está relacionado à localização espacial, ao mapeamento de rotas, aos caminhos mais utilizados e à localização dos recursos alimentares (DI FIORE & SUAREZ, 2007; NOSER & BYRNE, 2007; VALERO & BYRNE, 2007), mesmo sofrendo, ainda, dificuldades na coleta intensiva de dados. Robbins & McNeillage (2003), em pesquisas para determinar tamanho de área de uso e padrões de uso na área de um grupo de gorilas (*Gorilla gorilla beringei*) no Parque Nacional de Bwindi (Uganda), coletaram um ponto por dia, nos locais de dormida onde o grupo foi observado e esses pontos foram analisados com apoio do software ArcView. A quantidade reduzida de pontos pode ter sido provocada pela dificuldade que os pesquisadores tiveram na recepção dos satélites. Assim o GPS falhou principalmente em terrenos de altas declividades e com árvores altas e copas amplas (ROBBINS & McNEILAGE, 2003).

Di Fiore e Suarez (2007) obtiveram resultados satisfatórios na coleta de dados na Amazônia Equatoriana, Parque Nacional de Yasuní, observando macacos-aranha e macacos-barrigudos, mapeando as rotas preferenciais desses primatas.

Na Mata Atlântica, outra pesquisa com *C. nigratus*, em diferente sítio de pesquisa, demonstrou que a recepção de sinais do GPS (nesse caso o Etrex Venture), prejudicou a sistemática dos dados, pela baixa qualidade de sinais e conseqüentemente, baixa precisão na coleta das coordenadas, muitas vezes enviesando os resultados (LUDWIG et al., 2005).

Embora tecnologias como GPS e SIGs sejam muito utilizadas para a análise de dados espaciais e estejam evoluindo rapidamente para serem utilizadas em estudos comportamentais, é necessário ainda que elas sejam direcionadas para uso em diferentes áreas e possam ser utilizadas com boas bases cartográficas.

Quando as bases cartográficas são boas e precisas e a coleta dos pontos está sistematizada, o uso de SIG fica muito mais simples, podendo gerar diversos mapas temáticos e sistemáticos. Nem sempre usados para publicação, os mapas em grande quantidade permitem análises integradas de diversos atributos e as análises sofrem muito menos vieses do que sofriam no passado pela falta de diversos mapas associados (LONGLEY et al., 2005).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo são abordados todos os procedimentos aplicados na pesquisa e estão apresentados nos seguintes tópicos: a área de estudo, os sujeitos estudados, mapeamento das áreas estudadas, o orçamento de atividades do grupo Pimenta e procedimentos específicos para avaliar questões relacionadas à orientação espacial do grupo Pimenta no PECB.

Estudos naturalísticos com primatas não-humanos seguem uma sequência de etapas. A primeira é habituar um grupo para que possa ser observado sem que o comportamento dos animais se altere em função da presença do observador (IZAR & RESENDE, 2007). Durante essa etapa inicial, o pesquisador procura reconhecer e identificar individualmente os membros do grupo. O grupo estudado nessa pesquisa já estava habituado desde 2001, quando a Profa. Dra. Patrícia Izar (Instituto de Psicologia/USP) deu início à pesquisa de longo prazo sobre comportamento e ecologia de *C. nigrinus* no Parque Estadual Carlos Botelho.

Os grupos no PECB são normalmente denominados pela pequena diferença de cor dos indivíduos nos grupos, por exemplo, grupo Marrom ou grupo Laranja. Para o grupo estudado nesta pesquisa, a denominação fugiu à regra, sendo chamado “Grupo Pimenta”, encontrado pela primeira vez na Trilha Pimenta. No grupo Pimenta, todos os adultos podem ser reconhecidos individualmente pelas suas características próprias.

Todos os meses a área de uso do grupo foi percorrida por meio de trilhas até que o grupo Pimenta fosse encontrado e, então, ele era seguido até o momento em que parava para dormir. Nos dias subsequentes, o grupo era seguido do momento em que acordava, na maioria das vezes com o nascer do sol, até o momento que paravam para dormir. A chegada ao local onde o grupo dorme acontece antes do

nascer do sol e a saída, após deixar o grupo na árvore de dormida, acontece na grande maioria das vezes depois do pôr do sol.

3.1 Área de Estudo

Esta pesquisa foi realizada no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), localizado entre as coordenadas 24°00' a 24°15' Sul e 47°45' a 48°10' Oeste, com altitude variando de 30 a 1003 m. O parque está localizado na Serra de Paranapiacaba (Figura 2), entre os municípios de São Miguel Arcanjo, Sete Barras, Tapiraí e Capão Bonito, no Estado de São Paulo, com área de 37.793,63 hectares, fazendo limite com os parques estaduais de Intervales, Turístico do Alto Ribeira e a Estação Ecológica de Xitué. Essas áreas juntas constituem um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica contínua, com área de 116.836,99 hectares (Figura 3).

Figura 2 - Localização da Serra do Paranapiacaba no Estado de São Paulo (Titarelli, 1986)

Figura 3 – Imagem da posição do Parque Estadual Carlos Botelho em relação aos municípios vizinhos de São Miguel Arcanjo e aos outros parques. Fonte: Google Earth, 2009.

A região é mais abrangente, conhecida como “Serra do Mar”, denominação aplicada a todos os acidentes litorâneos que receberam topônimos locais ou regionais (TITARELLI, 1986). Essa paisagem característica vai desde Vitória (ES) até o Estado de Santa Catarina.

No Estado de São Paulo a Serra do Mar apresenta feições muito diversificadas, alternando altitudes e segmentos de topo quase que retilíneos, com grande quantidade de chuvas “... *por opor-se mais eficientemente à propagação das frentes polares e ventos úmidos do oceano...*” (TITARELLI, 1986).

A pesquisa foi realizada no Núcleo São Miguel Arcanjo do PECB, no Planalto da Guapiara, parte do Planalto Atlântico, Serra do Paranapiacaba, que é a porção interior da Serra do Mar, onde as altitudes atingem até 1.200 a 1.300 metros e o relevo torna-se extremamente dissecado, “... refletindo a complexidade litológica e

tectônica aí existente, o que dificulta o reconhecimento da faixa serrana principal” (TITARELLI, 1986). É possível observar nos mapas: topográfico e de declividade do PECB as características morfológicas do terreno (Figuras 4 e 5).

O clima na área é mesotérmico úmido (Cfa-Köppen), sem inverno seco, com precipitação variando entre 1.475 e 2.582 mm anuais. A temperatura média anual varia de 19°C a 22° C, com mínima de 3°C e máxima de 29°C (DOMINGUES et al., 1987; DOMINGUES & SILVA, 1988; IZAR, 2004).

A vegetação predominante no PECB é de “Floresta Latifoliada Pluvial Tropical” (CUSTÓDIO FILHO et al., 1992). Custódio Filho et al. (1992) identificaram no PECB um total de 176 espécies componentes do estrato arbóreo, pertencentes a 51 famílias, mas estimaram que o número de espécies pode se aproximar de 250.

Figura 4: Mapa topográfico do Parque Estadual Carlos Botelho.

Figura 5: Mapa de declividade do Parque Estadual Carlos Botelho.

No Núcleo Sete Barras, Negreiros et al. (1995) identificaram 112 espécies vegetais em 37 famílias. Foram estimados 1.595,32 indivíduos/ha, a maior parte destes pertencendo às famílias Myrtaceae, Palmae, Lauraceae e Olacaceae.

A fauna do PECB é rica e variada, com grande número de espécies, dentre as espécies animais estão três primatas: mono carvoeiro (*Brachyteles aracnoides*), macaco-prego (*Cebus nigritus*) e bugio (*Alouata fusca*); outros mamíferos tais como: lontra (*Lutra longicaudis*), cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*), onça pintada (*Panthera onca*), onça parda (*Puma concolor*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), anta (*Tapirus terrestris*), cateto (*Tayassu tajacu*), queixada (*Tayassu peccari*). Aves tais como: jacutinga (*Pipile jacutinga*), macuco (*Tinamus solitarius*), pavó (*Pyroderus scutatus*), araponga (*Procnias nudicollis*), jacuguaçu (*Penelope obscura*), uru (*Odonthophorus capueira*), urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*), gavião-pegamacaco (*Spizaetus tyrannus*), tucano de bico verde (*Ramphastos dicolorus*), várias espécies de beija-flores, além de répteis e outras não citadas. Segundo o Instituto Florestal, a ornitofauna do parque tem cerca de 220 espécies (IF, 2008).

3.2 Sujeitos - *Cebus nigritus* (macacos-prego)

A espécie *Cebus nigritus* pertence ao gênero *Cebus*, família Cebidae. O gênero *Cebus* inclui oito espécies: *C. apella*, *C. capucinus*, *C. albifrons*, *C. olivaceus*, *C. kaapori*, *C. libidinosus*, *C. xanthosternus* e *C. nigritus* (GROVES, 2001). São popularmente conhecidos no território brasileiro como macacos-prego. A esses animais, ou a todo gênero *Cebus*, são atribuídas habilidades cognitivas avançadas, principalmente quando comparadas com outras espécies do Novo Mundo (FRAGASZY et al, 2004; SPINOZZI, 1989). Recentemente quatro sub-espécies foram alçadas ao nível de espécie por Groves (2001): *C. apella* Linnaeus, (1758), *C.*

libidinosus Spix (1823), *C. nigrinus* Goldfuss (1809) e *C. xanthosternus* Wied-Neuwied (1826).

A espécie estudada, *Cebus nigrinus*, ocorre em áreas de Mata Atlântica das regiões Sul e Sudeste do Brasil e nas florestas do Noroeste da Argentina e é caracterizada pela cor marrom bem escura, com a face branca contrastando com o restante do corpo e tem tufo ou topetes bem evidentes (RYLANDS et al, 2005; FRAGASZY et al, 2004a). A maior parte da literatura refere-se à classificação taxonômica antiga de *C. apella*. Sendo assim, nesta pesquisa são apresentadas as características de *C. apella* de maneira geral e de *C. nigrinus* apenas quando estas informações forem disponíveis.

Os macacos do gênero *Cebus* são conhecidos por suas técnicas de forrageamento extrativo, com grandes habilidades de localizar, processar e remover alimentos de difícil acesso como frutos encapsulados, mel e larvas em vespeiros, em copa de palmeiras e raízes. Essa maneira de extrair alimento é uma vantagem desses animais, pois facilita o acesso a recursos pouco consumidos por outros primatas evitando assim uma maior competição por comida e também torna sua dieta mais flexível, o que faz com que o déficit de alimento em período de escassez seja diminuído (FRAGASZY et al., 2004a).

Macacos-pregos estão entre os mais numerosos e talvez possuam a mais ampla distribuição geográfica dos primatas do Novo Mundo (RYLANDS et al., 2005; FRAGASZY et al, 2004a). São primatas de tamanho médio (2,5 a 5 kg), robustos, exibem dimorfismo sexual moderado e cauda semi-preênsil. São onívoros (FRAGASZY, et al., 2004a) e a dieta da espécie é constituída principalmente de frutos maduros, complementada por insetos, brotos, flores e sementes (JANSON, 1998; IZAR, 2004), podendo pregar pequenos vertebrados, incluindo mamíferos

(IZAR, 2002). São altamente encefalizados, quando comparada a relação tamanho de cérebro e tamanho do corpo (FRAGASZY et al, 2004a; JERISON, 1973) possuindo proporcionalmente extra cérebro tanto quanto os chimpanzés e bonobos (FRAGASZY et al., 2004a). Os macacos-prego têm três estruturas cerebrais aumentadas (o córtex, o tálamo e o cerebelo) em comparação com ancestral insetívoro com mesmo peso corporal (FINLAY & DARLINGTON, 1995; FINLAY et al., 2001), sendo assim, possuem grande razão cérebro-corpo (FRAGASZY, et al., 2004a). A acuidade visual dos macacos-pregos é similar a dos humanos (De VALOIS, 1971), portanto enxergam detalhes.

No PECB, *C. nigrinus* vivem em grupos do tipo multi-macho, multi-fêmea com tamanho variável entre um (machos solitários, às vezes) e vinte indivíduos (IZAR, 2004). Os grupos possuem um macho dominante, fêmeas adultas e podem possuir outro macho adulto, jovens e infantes em número variado. As fêmeas podem migrar e mantêm suas relações afiliativas mais fortes com seus filhos e com o macho dominante (IZAR, 2004, NAKAI, 2007).

Em estudos realizados no PECB, com grupos de *C. nigrinus*, Izar (2004) identificou frutos, invertebrados e base foliar de bromélias como dieta principal dos grupos. Como a espécie é generalista e pode ainda escolher recursos alternativos ou complementares, no PECB, os macacos-prego também consomem brotos, meristema de palmeiras, palmito (*Euterpe edulis*) e outros recursos como vertebrados, raízes e sementes (TAIRA, 2007, IZAR, 2004). Izar (2002) encontrou correlação negativa entre oferta de invertebrados e consumo de bromélias, indicando que as bromélias são um recurso alternativo aos invertebrados. Frutos são consumidos ao longo de todo o ano.

Em relação aos movimentos dos grupos no PECB, Izar (2002) demonstrou que um grupo estudado apresentou variação na área explorada mensalmente por se concentrar de forma intensa em alguns poucos quadrados (referente à espacialização geográfica da área total de uso dividida em quadrantes). A variância não está relacionada à oferta de recursos ou ao tipo de recurso mais consumido, porque a estratégia foi adotada tanto para o consumo das poucas árvores com frutos como quando há uma abundância muito grande de frutos (IZAR, 2002).

Os macacos-prego apresentam características específicas na Mata Atlântica em relação ao tamanho da área de uso. Na Mata Atlântica (Saibadela, Estado de São Paulo) foi encontrada uma área de uso para um grupo de macacos-prego entre os maiores valores já observados para a espécie (IZAR, 1999). Izar (1999) argumenta que diferenças no tamanho da área de uso de *C. apella* e *C. nigritus* estão relacionadas à disponibilidade de frutos maduros (biomassa) nos meses de oferta mínima do recurso.

O comportamento espacial e o uso da área de *C. apella* e *nigritus* têm sido, com frequência, relacionados ao comportamento alimentar, a oferta e disponibilidade de recursos. A sazonalidade na disposição de alimentos pode afetar o padrão de uso do espaço pelos grupos de macacos-prego na Mata Atlântica. Outros estudos (Tabela 1) sobre comportamento espacial de *C. apella* e *nigritus* foram sistematizados por Izar (2002) e apresentaram tamanhos de áreas bem diferenciados, com presença ou não de área núcleo (*core area*):

Tabela 1: Tamanho da área de uso de macacos-prego em diferentes áreas de pesquisa

Local	Área de uso	Ha	Área núcleo
(1) Cocha Cashu, Peru	Anual	80	Sim
(2) Rio Urucu, Amazonas	Anual	250	Não informado
(3) Nouragues, Guiana Francesa	Anual	322	Não informado
(4) Iguazu, Argentina	Anual	161	Sim
(5) Saibadela, Mata Atlântica, SP	Anual	465	Não informado

Fonte: Adaptado de Izar (2002, ref 5), dados sistematizados de Terborgh, 1983 (1); Peres, 1993, 1994 (2); Zhang, 1995 (3); Di Bitetti, 2000 (4).

A comparação das pesquisas indica que o padrão de exploração da área de uso dos macacos-prego reflete a disponibilidade dos recursos mais importantes na dieta, frutos maduros, cuja distribuição é mais agrupada (IZAR, 2002). O grupo estudado por Izar (2004), nas épocas de escassez de frutos, dividiu-se em sub-unidades, estratégia que obscurece as relações entre tamanho da área de uso e disponibilidade de recursos, dificultando a análise dos dados.

3.2.1 Grupo estudado

O grupo estudado é denominado “Pimenta” e vem sendo seguido desde 2001 pela Profa. Dra. Patrícia Izar e seus alunos (Departamento de Psicologia Experimental, IP-USP). Esse grupo de macacos-prego já é habituado à presença humana e os animais podem ser reconhecidos individualmente por apresentarem características próprias, como diferença na coloração, cicatrizes e manchas. O grupo “Pimenta” até 2006 possuía 20 indivíduos, com um padrão de organização social de fissão-fusão: o grupo se divide em sub-grupos para forragear durante o dia, podendo se juntar novamente à noite ou ficar alguns dias separados, mudando ainda periodicamente a configuração dos subgrupos (NAKAI, 2007), adotada provavelmente como estratégia para lidar com a baixa produtividade das fontes de

frutos utilizadas na dieta (IZAR, 2004; NAKAI, 2007). A partir de 2006 o grupo aparentemente deu origem a dois novos grupos mais estáveis, de forma que a partir de 2007, o grupo Pimenta – B1 (Benjamim, macho dominante), principal foco de observações, contava com dois machos adultos, três fêmeas adultas, sete jovens e dois infantes (14 indivíduos).

Os machos adultos são Benjamim (dominante, Figura 6) e Ceni (Figura 7) e as fêmeas são: Ruiva, Olívia e Patrícia (Figura 8), que em outubro de 2007 transferiu-se para outro grupo. Os jovens e infantes não são reconhecidos individualmente, principalmente pela pouca visibilidade e o tamanho (pequeno) desses indivíduos, nesse caso são tratados como categorias (jovem ou infante, Figura 9).

Após a transferência da fêmea adulta Patrícia, em 2008, uma fêmea sub-adulta ou se transferiu para o grupo Pimenta ou pode ter se tornado fértil. A fêmea foi denominada Edione e foram observadas cópulas entre ela e o macho dominante.

Figura 6: Benjamim, macho dominante do grupo Pimenta no PECB. Foto: Caio Moreira, 2007.

Figura 7: Ceni, macho adulto do grupo Pimenta no PECB. Foto: Andréa Presotto, 2006

Figura 8: Patrícia grávida, fêmea dominante do grupo Pimenta (2006-2007), que migrou em 2007 para outro grupo. Foto: Andréa Presotto, 2007.

Figura 9: Jovem do grupo Pimenta no PECB. Foto: Andréa Presotto, 2006.

3.3 Dados comportamentais

Os dados para esta pesquisa foram coletados desde 2006. Em 2006, foram coletados dados durante os meses de junho e julho de 2006, época de menor frutificação, não seguindo uma sistematização perfeita na coleta. A partir de março de 2007, os dados foram coletados de forma sistemática. Assim, em todos os meses foi percorrida uma grade de trilhas (Figura 10) para encontrar o grupo. Essas mesmas trilhas são usadas como referência para acompanhar o grupo desde o momento em que é encontrado até a hora em que os macacos param para dormir. Por diversas vezes, o grupo não foi encontrado ou foi perdido ao longo do dia e os dias perdidos foram descartados para algumas análises. Em 2006, foram coletados 14 dias inteiros (maio, junho e julho). Em 2007, de março a dezembro, a coleta de dados resultou em 63 dias inteiros e em 2008 de fevereiro a julho, 23 dias inteiros, em um total de 1250 horas de observação direta do grupo estudado. As atividades dos animais foram registradas seguindo o método de varredura instantânea (ALTMANN, 1974; LEHNER, 1996), considerado o método mais apropriado para coleta de dados de primatas, cuja observação é dificultada pelo próprio ambiente de floresta. As amostragens são feitas com varredura de 1 minuto a intervalos de 5 minutos. Durante a varredura, são feitos registros sobre o número de indivíduos avistados, a identificação deles e a atividade de cada um (forrageamento, deslocamento, descanso, deslocamento+forrageamento ou qualquer outra atividade).

Para cálculo do orçamento de atividades, cada indivíduo contribui com uma fração da varredura em função do número de indivíduos observado. Portanto, se em uma varredura cinco indivíduos foram observados, cada um contribui com 0,2 para o orçamento de atividades (IZAR & REZENDE, 2007).

Figura 10: Grade de trilhas percorrida todos os meses na área de uso do Grupo Pimenta. Vermelho estrada de serviço e laranja rede de trilhas.

Nos registros de atividade de forrageamento dos indivíduos é anotado o item alimentar consumido: fruto, inseto, broto, bromélia, flor, raiz, ninho de inseto ou ave e meristema de palmeira. As árvores de alimentação (frutos e flores) são marcadas com fitas e são medidas (DAP e altura) e suas coordenadas geográficas registradas com GPS. Sempre que possível, os indivíduos foram identificados nas interações sociais e no comportamento alimentar.

A importância relativa de cada item alimentar é avaliada em função da porcentagem de tempo de forrageamento dedicada àquele recurso específico dentro de cada mês. Foi feita também uma análise considerando-se apenas a proporção de tempo dedicado a recursos distribuídos de forma agregada no hábitat (frutos e flores) ou dispersa (folhas e invertebrados). O orçamento de atividades, além de

indicar as atividades que o grupo dedica mais tempo, é fundamental para compreender a dedicação do grupo a cada recurso alimentar específico, demonstrando as épocas do ano em que o grupo consome maior quantidade de alimentos agregados e dispersos.

3.4 Disponibilidade de recursos alimentares

Para acessar a disponibilidade de recursos alimentares utilizados pelo grupo, foram avaliados os recursos mais utilizados pelos macacos-prego no PECB: frutos e insetos (IZAR, 2004).

Para avaliar a oferta mensal de frutos maduros, foram utilizados coletores de frutos distribuídos na mata para amostrar a quantidade de frutos que caem das copas. Esse método permite estimar a massa de frutos maduros (kg) por unidade de área do habitat (km²). Os coletores consistem de bandejas de alumínio (25 x 16,5cm) com área de 412,5 cm², enterradas no solo para melhor fixação no local de coleta. Estão distribuídos 120 coletores em pontos sorteados ao longo de trilhas (1m de distância lateral) dentro da área de uso do grupo estudado, a uma distância mínima de 50 m entre cada coletor. Os coletores são esvaziados a cada quinze dias e a massa de frutos maduros coletados é pesada.

Para estimar a produtividade de frutos em cada árvore são empregados dois métodos: (a) medida de DAP (diâmetro na altura do peito), utilizada por muitos estudos e considerado por Chapman et al. (1992) como o mais consistente, eficiente e preciso método para obter boas estimativas de abundância de frutas (biomassa e número) para uma variedade de árvores (GILLESPIE & CHAPMAN, 2001); (b) o tempo de depleção de um local de alimentação (FSDT) que, segundo Isbell et al. (1998), é uma medida importante para avaliar o tamanho de uma fonte de alimento.

Um baixo valor de FSDT indica uma fonte pequena, pouco tempo gasto na fonte ou que a fonte já foi visitada antes. Para medir o tempo de depleção das fontes de alimento, foi utilizado o método “amostra focal de alimentação na árvore” (FTFS) elaborado por Strier (1989), que é o intervalo entre o primeiro indivíduo a entrar e o último indivíduo a deixar a árvore. O uso do método FTFS para medir o tamanho das fontes de alimento decorre da possibilidade dos animais utilizarem as mesmas árvores por diversas vezes, por vários meses consecutivos, sendo, portanto, o FTFS uma medida mais precisa da variação da produtividade de frutos de uma mesma árvore (IZAR, 2004).

O método de Izar (2004) continua sendo usado para avaliação da variação mensal de abundância (biomassa) de invertebrados no hábitat, utilizando o método de armadilhas “pitfall”, que é mais indicado para avaliar a abundância de insetos ativos, que vivem na superfície em vegetação baixa ou solo nu. Embora os animais estudados possam utilizar como alimento uma grande variedade de invertebrados, com diferentes hábitos, considera-se que esse método fornece um índice confiável da variação mensal na oferta deste item alimentar no hábitat.

Armadilhas “pitfall” consistem de recipientes enterrados no solo de modo a capturar os insetos que caem na sua superfície. Nesta pesquisa foram utilizados copos descartáveis de plástico como recipientes, preenchidos com água (o método já foi utilizado com sucesso e é considerado o mais adequado por não utilizar substâncias com álcool ou formol, devido ao risco de transbordamento e conseqüente contaminação do ambiente). As armadilhas são distribuídas seguindo o mesmo procedimento de distribuição de coletores de frutos. As armadilhas são esvaziadas a cada quinze dias e a massa de insetos capturados é pesada.

3.5 Mapeamento

Todos os mapas e figuras nesta pesquisa foram gerados utilizando a imagem digitalizada e cedida pelo Instituto Florestal (IF) de todo o Vale do Ribeira. Com o uso do sistema ArcView (versões 9.2 e 9.3), somente a área de uso do grupo Pimenta foi seccionada e utilizada nas análises das rotas e construção do modelo tridimensional. O IF utilizou a base cartográfica fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em outra escala (1:10.000) a base foi encontrada em cópia heliográfica: a carta do Levantamento Aerofotogramétrico do Vale do Ribeira (Folha no. K-22 – 1957), do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), na cidade de São Paulo, projeção original de Gauss (Madri, 1924). Essa base foi digitalizada, utilizando o R2V (Able Software) e gravada em um formato compatível com o ArcView. Embora esse material tenha sido digitalizado, na análise das duas bases juntas, com curvas de 10 em 10 metros para as duas escalas, as diferenças praticamente não existiram quando as rotas foram plotadas na base, assim como para o modelo tridimensional. Apesar do trabalho na digitalização, optou-se por utilizar a base 1:50.000 que, pelo material de base (IBGE e IF) se mostrou mais precisa, uma vez que a carta encontrada no DAEE possuía defeitos no traçado de atributos utilizados na pesquisa.

Em seguida, foram elaborados recortes da base principal. Para esses recortes, foram aplicadas ferramentas de análise espacial (ArcView), que permitiram gerar mapas de declividade do terreno, imagem TIN (são imagens criadas partindo das imagens de linhas e pontos, que permitem a construção dos modelos tridimensionais) e conseqüentemente modelos tridimensionais. Foram feitos três recortes: (a) área de uso do grupo, (b) área do Parque Estadual Carlos Botelho e (c) um recorte que supera as dimensões da área de uso do grupo com as

características do terreno no entorno da área do Grupo Pimenta. Para todos os recortes, foram aplicadas as mesmas análises de declividade e elevação do terreno. As análises de declividade e elevação demonstram as características já descritas de diversidade em relação às altas declividades. As rotas plotadas no mapa topográfico e modelo tridimensional da área de uso do grupo auxiliaram também na análise das características do terreno que podem influenciar a escolha dos caminhos percorridos pelo grupo Pimenta.

O mapeamento das rotas de macacos-prego no PECB teve início no ano de 2005. A coleta de dados foi feita utilizando três aparelhos de GPS (todos da marca Garmin). Em 2005, foi utilizado o modelo Etrex; em 2006, o Etrex Vista, variação da linha Etrex com bússola eletrônica, e, em 2007 e 2008, o GPS Map 60 CSx.

O uso de GPS na Mata Atlântica com o intuito de coletar dados precisos era problemático, primeiro porque as árvores são altas (25 a 30 metros ou mais) e, segundo, porque grande parte da área de uso do grupo encontra-se em terrenos com altas declividades, fundos de vale e encostas, locais que dificultam a recepção dos sinais dos satélites. O mais importante para o mapeamento das rotas e movimentos do grupo era o GPS e a recepção dos sinais dos satélites que, em muitos pontos da área de uso, falhava constantemente quando foram usados os modelos Etrex (2005) e Etrex Vista (2006). O modelo Etrex Vista recebia melhor os sinais que o modelo Etrex, porém esses dois GPS não permitiram que houvesse sistemática precisa na coleta dos dados. A baixa precisão ficava em torno dos 60 metros, quando os GPS funcionavam em áreas de difícil recepção de sinais. Entre junho de 2006 até março de 2007, foi utilizado o GPS Etrex Vista, que obteve um melhor desempenho na recepção dos sinais de satélite e também melhorou a precisão dos pontos e a sistemática da coleta. No entanto, em fundos de vale, as

limitações continuaram, principalmente no período entre 6:30 h e 11:00 h da manhã. Os sinais dos satélites ficavam prejudicados pela manhã, iniciavam o período da tarde com melhor precisão e recepção dos sinais e, a partir das 17:30 h, a recepção e precisão melhoravam consideravelmente, chegando a 10m, para os modelos de pior recepção.

Em 2007, foi adquirido o GPS Map 60 CSx (com receptor SIRF), mais moderno e desenvolvido para captar sinais em ambientes que sofrem bloqueios, como a Mata Atlântica. A partir de abril de 2007, os pontos passaram a ser coletados (em UTM - Posição Transversal de Mercator) com o GPS MAP 60 CSx. Sem o habitual problema na recepção dos sinais, foi possível sistematizar a coleta de pontos e estabelecer a coleta de cinco em cinco minutos. Os macacos-prego, por serem animais muito ativos, são capazes de cobrir grandes distâncias muitas vezes em menos de cinco minutos, nesse sentido o uso do GPS MAP 60 CSx demonstrou um resultado de medidas confiável, melhores que os dados coletados em 2005 e 2006 (PRESOTTO et al., 2008). Todos os pontos (5 em 5 minutos) com o GPS Map 60 CSx foram coletados na Mata Atlântica, inclusive nos fundos de vale, mantendo o padrão de receber melhores sinais após às 11:00 h da manhã e melhorando gradualmente da tarde até à noite). Por ser um GPS diferencial (que pode coletar pontos com precisões variadas), as resoluções alcançadas ficaram entre 3 e 20 metros no decorrer do dia. Os pontos que fugiram da resolução de 20 metros foram descartados e coletados novamente, muitas vezes minutos depois com a estabilização do GPS ou em horários de melhor recepção. É importante acrescentar que quando o deslocamento do grupo é rápido, o uso de um GPS que não se estabilize para receber os sinais rapidamente exige que o observador escolha, entre seguir o grupo sem marcar o ponto, ou marcar o ponto correndo o risco de perder o

grupo, o que demandaria, na maioria dos casos, muitas horas de trabalho para encontrá-lo novamente. Com o GPS Map 60 CSx todos os pontos foram coletados, mesmo quando o grupo se movimentava rapidamente.

Para demonstrar visualmente a diferença que ocorreu na coleta dos dados com os diferentes GPSs, foram construídos dias inteiros de dados coletados com cada um dos GPS. No Etrex, que já vinha sendo usado desde 2002, optou-se por usar um dia inteiro deste ano, porque foram coletados mais pontos durante dias de 2002 que em qualquer outro dia de 2005. Foram mapeados mais dois dias inteiros de dados, um para 2006, com Etrex Vista e um para 2007 com o GPS MAP 60CSx. Além disso, comparou-se a média das distâncias diárias (Tabela 2) para todos os GPS em dados de seis dias para cada ano de junho de 2002, junho de 2006 e junho de 2007. Foi feita, então, uma análise de variância (ANOVA, Tabela 3) para demonstrar as diferenças entre eles.

Tabela 2: Médias das distâncias (metros) diárias do mês de junho dos anos de 2002, 2006 e 2007.

2002 mean dist/day		2006 mean dist/day		2007 mean dist/day	
1-Jun	82.57	15-Jun	67.37	13-Jun	22.34
2-Jun	300.93	16-Jun	91.76	14-Jun	26.45
3-Jun	203.1	19-Jun	77.07	15-Jun	27
4-Jun	126.83	20-Jun	70.11	16-Jun	28.46
5-Jun	122.4	22-Jun	80.71	17-Jun	30.11
6-Jun	107.93	23-Jun	83.27	18-Jun	34.81

Tabela 3: Resultado do teste ANOVA aplicado às médias das distâncias diárias entre os pontos coletados com os GPSs: Etrex, Etrex Vista e GPS Map 60 CSx.

Mean Distance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	50824.265	2	25412.132	11.419	.001
Within Groups	33381.562	15	2225.437		
Total	84205.826	17			

Para análise das rotas, dados de 2008 foram incluídos e as rotas diárias percorridas (2007 e 2008) pelo grupo foram construídas da seguinte forma: (a) os pontos no GPS foram coletados de 5 em 5 minutos de acordo com o movimento do grupo, do momento em que eles acordaram até o último ponto do dia, correspondente à dormida; (b) os dados diários, baixados do GPS em padrão ".txt" foram colocados em planilhas MS- Excel, com todas as informações coletadas para o momento do *scan* em que o ponto também foi demarcado (anexos 1 e 2).

No momento do *scan*, o ponto era marcado no GPS e eram anotadas as seguintes informações: o número do ponto, data, horário, as coordenadas em UTM, elevação do terreno, atividade do grupo, se o grupo estava se alimentando em fruteiras, a espécie, o DAP, a altura, o tempo de depleção, os indivíduos (quando podiam ser reconhecidos), a atividade descrita, se o observador estava em uma trilha da área de uso, o nome da trilha e observações de "todas as ocorrências", que são outros eventos que ocorrem eventualmente, tais como: vocalização de alarme, presença de predadores, interações agonísticas (brigas), encontro de grupos, indivíduos de outros grupos nas proximidades, grupos de outras espécies primatas e grupos de animais de outras espécies.

Os dados do arquivo padrão ".txt" que eram coordenadas, elevação, data e horário foram colocados em arquivos do MS-Excel com as informações descritas.

Os arquivos ".xls" foram transformados em padrão ".dbf" (divididos em dias inteiros de coleta) e plotados no ArcView (versões 9.2 e 9.3). Assim, foi possível visualizar do primeiro ao último ponto do dia (Figura 11), com os pontos plotados, criar as rotas, em forma de linhas, (Figura 12) e traçá-las. Esses foram os primeiros procedimentos que geraram as rotas de dias inteiros navegadas pelo grupo. Todas as rotas foram traçadas e plotadas como camadas individuais.

Figura 11: Pontos plotados no ArcView do dia 17 de junho de 2007 navegados pelo Grupo Pimenta no PECB (2007).

Figura 12: Traçado da rota construída no ArcView para os pontos coletados no dia 17 de junho de 2007, rota percorrida pelo Grupo Pimenta.

Com as rotas prontas, todas elas foram analisadas no ArcView em conjunto com outras camadas de informações. O mapa topográfico (cotas de altitude) e de drenagem da área representaram as informações mais importante para entender como as rotas se organizavam na área de uso do grupo.

A base utilizada para as análises dos movimentos e rotas na área de uso do grupo está na escala de 1:50.000. Na Figura 13 observa-se a área do PECB em contraste com a elevação da área de uso Grupo Pimenta no parque. Todos os pontos coletados da posição do grupo foram plotados na base de 1:50.000 (2006, 2007 e 2008) e medida a área de uso do grupo Pimenta.

O modelo tridimensional foi construído utilizando o recorte da base topográfica 1:50.000, que foi transformada em TIN (formato de imagem que permite a construção do modelo tridimensional, Figura 14). Em seguida, com o uso do ArcScene, a imagem TIN pode ser visualizada em terceira dimensão. Para uma análise mais precisa dos movimentos do grupo no terreno acidentado do parque, foi utilizado no modelo tridimensional um exagero vertical (Z) de 2.000. A escala vertical é uma relação em que 1 mm equivale a um valor em metros. O exagero vertical utilizado foi duas vezes maior que a escala horizontal para o modelo tridimensional. O realce conseguido pelo exagero vertical foi necessário para caracterizar melhor a morfologia do relevo. O corte em escala natural, onde o exagero vertical é igual a um, deixou o modelo pouco perceptível em relação à altimetria do terreno. Para facilitar o entendimento e análise dos movimentos do grupo no terreno, um grau moderado de exagero vertical, que para o olho humano é perfeitamente normal, fez com que as rotas fossem claramente compreendidas.

Figura 13: Área do PECB, em destaque a elevação da área de uso do grupo Pimenta – Base cartográfica 1:50.000

Figura 14: Elevação do terreno no entorno e na área de uso do grupo Pimenta no PECB.

Foram mapeadas, para cada mês no campo, as fontes de alimento utilizadas pelos animais que ocorreram em manchas (árvores de frutos e flores) no interior da área de uso do grupo. As manchas de frutos e flores visitadas pelo grupo foram observadas em campo, demarcadas e mapeadas (Figura 15). Foram consideradas manchas todos os agregados de árvores que estavam distantes entre si até 80 metros, considerada a distância de detecção visual de uma fonte para um grupo de *C. nigrurus* em área de floresta (JANSON & DI BITETTI, 1997).

Figura 15: Localização de árvores e de manchas de árvores de alimentação por flores para um grupo de *C. nigrurus* no PECB, no mês de abril de 2007. As linhas indicam as rotas diárias percorridas pelo grupo estudado naquele mês.

3.6 Orientação espacial

A coleta dos pontos de coordenadas começava no momento do reconhecimento do grupo e sempre que possível quando o observador estava no “centro do grupo”. O grupo normalmente se movimenta de duas formas: (a)

deslocamento em “bloco”, seguindo a mesma direção, mas afastados um do outro, ocupando uma área maior, e (b) deslocamento em fila, um indivíduo seguido de outro.

Todos os movimentos do grupo foram marcados como pontos georreferenciados (coordenadas geográficas [UTM], sempre que possível no centro do grupo). A cada varredura, em intervalos de 5 em 5 minutos, um ponto foi marcado (2007 e 2008), somando durante um dia inteiro sempre mais que 120 pontos, chegando os dias com mais pontos em torno de 147 pontos (o número máximo de pontos pode variar de acordo com o tempo que o grupo fica parado em um mesmo local no decorrer do dia).

Para as análises de orientação espacial, foram usados apenas os dias completos de observação, isto é, com todas as varreduras a cada 5 minutos durante todo o período de atividade dos animais (n=86). Os dias em que o grupo foi perdido, (com dados apenas parte do dia), não foram utilizados nesta análise.

Com o uso do SIG, todas as medidas de distância foram realizadas por dia: caminho percorrido, a resultante (ponto inicial e ponto final o dia), razão entre o caminho percorrido e a resultante, número de fruteiras visitadas, FTFS, área navegada, perímetro da área, largura da área e dados binários: com chuva e sem chuva.

3.6.1 Mapa de rotas preferenciais

A repetição de determinadas trajetórias de forrageamento já foi descrita em estudos com primatas (TERBORG, 1983; NOSER & BYRNE, 2006, 2007). Uma das hipóteses para explicar essa estratégia comportamental seria que as rotas habituais simplificam o problema de lembrar a localização das fontes de alimentos,

principalmente quando as rotas passam próximas às fontes que ficam nos caminhos usados e conhecidos (DI FIORE & SUAREZ, 2007).

Baseado no método empregado por Di Fiore & Suarez (2007), foi construído um mapa de rotas preferenciais utilizadas pelo grupo Pimenta. As rotas preferenciais foram baseadas em todas as rotas traçadas para 100 dias de campo (incluindo dias completos e alguns dias incompletos, mas com mais de seis horas seguindo o grupo), acompanhando o grupo Pimenta, divididos em: 14 dias em 2006; 63 dias inteiros em 2007 e 23 dias inteiros em 2008.

Di Fiore & Suarez (2007) estudaram as rotas utilizadas por duas espécies simpátricas: macacos-aranha (*Ateles belzebuth*) e barrigudos (*Lagothrix poeppigii*) no Parque Nacional Yasuní (Amazônia Equatoriana). Nos estudos de campo, Di Fiore & Suarez (2007) concluíram que essas duas espécies utilizam rotas fixas dentro de suas áreas de uso. O estudo foi desenvolvido nas seguintes condições: (a) foram coletados pontos e rotas usadas para as duas espécies na mesma área (*overlap*); (b) utilizando GPS, o grupo de dados foi coletado em 30 locais; (c) ao invés de seguir o grupo, foram seguidos indivíduos (diferentes nos dias em campo); (d) foram encontradas rotas idênticas utilizadas pelas duas espécies; e) os pontos e rotas coletadas com GPS foram traçadas no ArcView, assim as manchas e os nós de encontro das rotas mais usadas foram identificados; (f) as rotas foram incluídas nos mapas quando seções das manchas mais utilizadas pelas espécies fizeram parte das visitas no mínimo dois dias diferentes;

Para aplicar o método de Di Fiore e Suarez (2007) para os macacos-prego na Mata Atlântica, foram feitas as seguintes adaptações: (a) em campo, somente um grupo foi monitorado; (b) todos os pontos para a construção das rotas foram coletados seguindo o grupo, sempre demarcando os pontos no centro do grupo, e

não indivíduos; (c) o grupo de dados utilizados para a análise foi de 100 dias; (d) as manchas foram demarcadas para fontes que foram repetidas, utilizadas por mais de uma vez (mais de uma vez que foram observadas); (e) as rotas preferências do grupo Pimenta foram incluídas quando foram utilizadas não somente em dias diferentes, mas em meses diferentes e (f) foi criada uma rota hipotética com os traçados das rotas preferenciais mais usadas, ligando-as em nós para analisar as rotas caso elas se juntassem e formassem uma rede.

As rotas foram traçadas e sintetizadas para criar as rotas preferenciais utilizando o ArcView (versões 9.2 e 9.3). Todas as rotas foram criadas como camadas (*layers*) e puderam ser plotadas umas com as outras em dias, meses e anos. Foi construída uma camada para cada mês e depois camadas para cada dois meses, assim até completar todos os meses. Por exemplo, as rotas do mês de abril e as rotas do mês de maio foram plotadas juntas, para esses dois meses uma terceira camada foi criada, onde foram traçadas as Rotas Comuns de Abril e Maio, assim sucessivamente para todos os meses, com arquivos do tipo: abrilmaio, abriljunho, abriljulho.

Com todos os pares de meses de 2006, 2007 e 2008 representados por camadas de rotas comuns, todas as camadas foram sobrepostas no Arcview. Os critérios para que as rotas preferenciais fossem traçadas levaram em conta quando as rotas estavam distantes menos que 50 metros uma da outra.

A sobreposição das camadas mostrou que algumas rotas se repetem mais de quatro vezes e estavam distantes umas das outras menos que 50 metros. Embora outras rotas em comum entre os meses existam, todas as que se distanciaram mais de 50 metros foram descartadas.

Foram descartadas também as rotas repetidas durante os dias no mesmo mês. Por exemplo, se em 15/04/07 o grupo repetiu uma fonte utilizada em 12/04/07, essa repetição foi descartada. Essas rotas repetidas existiriam em função de reutilização de um mesmo recurso alimentar, nesse caso não seria possível diferenciar entre a hipótese de que os animais chegam às fontes por utilizar uma rota habitual e não conhecem sua localização, ou o contrário, repetem a rota por lembrar a localização do recurso.

Outro procedimento foi realizado para analisar se os animais encontram fontes próximas as rotas habituais, sem conhecer sua localização, ou se são capazes de construir atalhos para atingir essas fontes. Para as fontes de alimento utilizadas mais de uma vez, foi examinado visualmente o trajeto percorrido em cada visita à fonte. Quando a segunda visita indicou que os animais percorreram um caminho diferente do primeiro, ou seja, chegando a mesma fonte por caminhos que vieram de direções diferentes, a rota foi classificada como *caminho diferente*, assim como para a repetição que usou a mesma rota foi classificada como caminhos iguais. A proporção de caminhos iguais e diferentes foi analisada por teste binomial. Foram calculadas as seguintes proporções: (a) fruteiras visitadas novas e repetidas; (b) árvores de dormidas novas e repetidas (testes não paramétricos binomiais) e (c) árvores de dormidas em encostas, fundos de vale e topo de morros.

3.6.2 Distância e Velocidade

Para todas as distâncias navegadas diariamente pelo grupo Pimenta foram calculadas: o segmento do caminho percorrido (distância total percorrida no dia), resultante do início do deslocamento ao final (comprimento de uma linha reta entre o primeiro e o último ponto do dia), razão entre o caminho percorrido pela resultante,

perímetro por dia, área por dia, largura da área explorada por dia. O cálculo das distâncias navegadas diariamente foi feito porque as distâncias diárias, quando comparadas com outras variáveis no dia (chuva, número de fruteiras visitadas por dia), indicaram diferenças nos padrões de deslocamento do grupo.

Para o cálculo de velocidade, as distâncias percorridas a cada dois pontos foram medidas (Figura 16). Para cada dia, na planilha de dados diária (anexo 2) foi incluída a sequência do *scan*, o número do *scan* junto com as informações já descritas. Assim, foi possível identificar pontos (do GPS) em que os animais ficaram parados por 10 minutos ou mais. Esses pontos foram considerados como ponto de partida e de chegada de segmentos da rota. Por exemplo, o primeiro ponto de partida, obviamente, é o ponto em que os animais acordam, o primeiro ponto de chegada é a primeira parada de 10 minutos ou mais. Para cada segmento foi calculada a velocidade de deslocamento ($V=d/t$), considerando-se a distância percorrida dividida pelo tempo (em minutos e transformada em metros por hora) transcorrido entre o registro do ponto de partida e o do ponto de chegada; a velocidade foi transformada em metros/hora (anexo 2).

Figura 16: Exemplo das medidas de distâncias feitas a cada dois pontos utilizadas para cálculo de velocidade.

Se a parada dos animais correspondia a atividade de se alimentar em uma fonte de frutos ou flores (informação fornecida pela planilha de varredura), então esse segmento foi considerado como **deslocamento para objetivo-fonte**, se fosse uma árvore já visitada anteriormente, **deslocamento para objetivo-fonte repetida**. Da mesma forma, o segmento entre a última parada e o sítio de dormida foi considerado **deslocamento para objetivo-dormida**. Se a parada não foi para alimentação em fonte agregada (frutos e flores) ou para dormir, o segmento foi considerado como **deslocamento sem objetivo**. O termo sem objetivo foi usado para todas as outras paradas que incluíam fontes dispersas. Para esta pesquisas objetivos foram consideradas fontes agregadas e parada para dormida.

A Figura 17 mostra o mapa das rotas do mês de agosto de 2007 sobre o recorte do entorno (base topográfica do PECB), da área de uso do grupo Pimenta. Nesta figura é possível observar a seqüência de pontos e a localização de fontes de alimento agregado onde ocorreram as paradas para **objetivo-fonte**.

Figura 17: Rotas navegadas no mês de agosto de 2007 pelo grupo Pimenta no PECB.

Os segmentos foram classificados conforme o tipo de parada. Para cada dia foi calculada a velocidade média de *deslocamento para objetivo-fonte*, *deslocamento para objetivo-fonte repetida*, *deslocamento para objetivo-dormida* e *deslocamento sem objetivo*. Um ponto importante a ser considerado é que, no caso dos deslocamentos com objetivo, a velocidade de deslocamento dos últimos (a) 50 metros ou (b) 80 metros foi desconsiderada, uma vez que o campo de detecção visual de uma fonte por um macaco-prego é de 50 metros e por um grupo de macacos é de 80 metros (JANSON & DI BITETTI, 1997). Assim, o que realmente foi calculada foi a velocidade para atingir o campo de detecção visual de um objetivo. A

literatura indica 50 metros para distância de detecção visual de um macaco-prego e 80 metros para distância de detecção do grupo, no entanto, para o grupo estudado no PECB a distância de detecção visual de recurso também foi calculada (ver adiante).

A linearidade foi analisada considerando-se a razão entre a distância realmente percorrida pelos animais entre duas paradas e o comprimento de uma reta perfeita (ou resultante) entre os dois pontos. Uma razão igual a 1 significa que os animais percorreram o menor caminho possível, enquanto uma razão de 1,3 significa que os animais andaram trinta por cento (30%) a mais do que seria necessário para atingir o mesmo ponto a partir do ponto de saída.

Os dados de velocidade e linearidade, seja pelo método de desvio angular, seja por razão distância percorrida/reta, foram comparados para todos os tipos de deslocamento com objetivo e sem objetivos por meio de testes estatísticos para comparação de médias em amostras repetidas, considerando-se cada dia como um ponto amostral. Isso foi feito, pois, como será explicado nos resultados, a distribuição (agregado ou disperso) do recurso alimentar mais utilizado pelos animais a cada período afeta a velocidade diária de deslocamento. Nem todos os dias apresentaram todos os tipos de deslocamento, portanto o tamanho da amostra variou conforme a comparação e foi sempre menor que os 86 (2007 e 2008) dias completos.

Os dados de velocidade e linearidade também foram comparados mês a mês e considerando-se dois períodos: maior consumo de recursos agregados *versus* maior consumo de recursos dispersos.

Deslocar mais rápido e de forma mais linear para fontes repetidas pode ser uma evidência de memória espacial, porém, é possível que esse seja um efeito de

distância percorrida. Para verificar se o grupo Pimenta viajava distâncias diferentes, conforme o tipo de segmento foi comparada a distância para *segmentos sem objetivo* e para os segmentos para alcançar as fontes repetidas (*objetivo repetido*).

Os testes estatísticos foram conduzidos com o programa SPSS versão 13.0 para Windows ou versão 16.0 para Mac. As distribuições das variáveis foram testadas quanto à normalidade por meio do teste Kolmogorov-Smirnov e foi constatada boa aproximação à distribuição normal, permitindo análises paramétricas.

3.6.3 Distância de Detecção da Fonte

Foram medidas as distâncias de detecção visual de fontes para todos os dias de 2007 (63 dias). As distâncias de detecção visual foram medidas como o comprimento do último traçado linear terminando na fonte. Duas estratégias foram utilizadas: (a) sempre que o grupo Pimenta desviou a direção do caminho que vinha seguindo e, em linha reta, atingiu um recurso e depois retornou para a mesma direção original, ou seja, efetuou um desvio ao detectar uma fonte e (b) sempre que o grupo mudava a direção do deslocamento e alcançava um recurso, mesmo que o grupo não retornasse para a direção de onde vinha (Figura 18). Foram descontadas as fontes que estavam dentro das manchas. Foram consideradas manchas de fruteiras, sempre que as fontes de frutos ou flores estivessem em uma distância de no máximo 80 metros entre elas. Quando as árvores de frutos ou flores encontravam-se distribuídas próximas em distâncias de até 80 metros, foi criado um polígono para cada grupo distribuído dessa forma. As manchas foram criadas e representadas por meio desses polígonos.

Figura 18: Rota navegada pelo grupo Pimenta no PECB com exemplo de ponto de detecção visual de recurso alimentar.

3.6.4 Influência do clima nas rotas de *Cebus nigritus* na Mata Atlântica

Foi aplicado o teste t unicaudal utilizando dias de chuva como variável independente para as medidas calculadas por dia indicando as atividades de navegação do grupo Pimenta. O teste t unicaudal foi usado por duas razões: (a) os dados de 2002 apontaram para uma diminuição nas distâncias das atividades de navegação de um grupo de macacos-prego no PECB em dias de chuva e (b) porque as observações de campo, medidas nas médias das distâncias e médias do número de fruteiras visitadas por dia, sugerem que o grupo navega menores distâncias e mais linearmente em dias de chuva.

A razão entre o caminho percorrido por dia e a resultante entre o primeiro ponto do dia e o ponto de dormida demonstrou a exploração da área pelo grupo Pimenta. Quanto mais próxima de 1 a razão entre essas duas variáveis para o dia, menor a exploração da área e quanto mais distante de 1, maior a exploração (Figuras 19 e 20).

Como já explicado, com todas as distâncias medidas por dia de navegação do grupo, foi aplicado teste estatístico que considerou as distâncias como variáveis dependentes e chuva e não chuva, variável binária independente, para compreender as influências de fatores como a precipitação na navegação diária do grupo.

Figura 19: Navegação do grupo Pimenta no dia 19 de maio de 2007, dia com chuva, razão que demonstra menor exploração da área de uso.

Figura 20: Navegação do grupo Pimenta no dia 18 de junho de 2007, dia sem chuva (com sol), razão que demonstra maior exploração da área de uso.

4 RESULTADOS

4.1 Orçamento de atividades – Dados comportamentais

O orçamento de atividades de um grupo representa a quantidade de tempo que o grupo gasta em suas atividades diárias. A importância de avaliar o orçamento de atividade dos grupos estudados é que os orçamentos indicam a importância relativa de cada item alimentar, avaliada em função da porcentagem de tempo de forrageamento dedicada àquele recurso específico, dentro de cada mês. Foi feita uma análise considerando-se apenas a proporção de tempo dedicada a recursos distribuídos de forma agregada no habitat (frutos e flores) ou dispersa (folhas e invertebrados). O orçamento de atividades mostra as atividades que o grupo dedicou mais tempo, além das atividades referentes ao forrageamento (Figura 21).

Para esta análise, foram considerados 11500 registros de varredura do grupo estudado, entre os meses de abril de 2007 e julho de 2008.

A proporção de tempo dedicada a forrageamento foi inversamente proporcional a deslocamento ($r=-0,908$, $p< 0,001$) e a atividade deslocamento+forrageamento é inversamente proporcional ao deslocamento ($r=-0,617$, $p=0,014$) e diretamente proporcional ao forrageamento ($r= 0,534$, $p= 0,040$).

Quanto à dieta, os animais consumiram principalmente invertebrados e frutos na maior parte dos meses, alternando frutos com folhas (base da roseta de bromélias e pecíolo de folhas da palmeira *Euterpe edulis* (Figura 22). O néctar de flores de duas espécies do gênero *Pouteria* foi o recurso principal no mês de abril. O consumo de frutos foi inversamente proporcional ao consumo de folhas ($r= -0,578$; $p=0,024$). O consumo de raiz foi diretamente proporcional ao consumo de folhas ($r=0,781$; $p< 0,001$). O consumo de fruto foi diretamente proporcional ao tempo gasto

com interações sociais ($r=0,667$; $p= 0,007$). A proporção de tempo dedicada ao deslocamento+forrageamento é diretamente proporcional ao consumo de flores (consumidas principalmente no mês de abril/2007; $r= 0,922$; $p< 0,001$). A proporção de tempo de descanso foi inversamente proporcional a proporção de tempo forrageando ($r= 0,520$; $p= 0,047$).

Figura 21: Gráfico do orçamento de atividades do Grupo Pimenta (macacos-prego) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP, entre abril de 2007 e julho de 2008. DESC- descanso; DESLO – deslocamento; DESFOR- deslocamento+forrageamento; FOR- forrageamento; SOCIAL- interação social.

Figura 22: Gráfico da proporção do forrageamento dedicada a diferentes itens alimentares pelo Grupo Pimenta (macacos-prego) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP, entre abril de 2007 e julho de 2008. IND- indefinido; INS- insetos

Quando se considera a distribuição dos recursos, verifica-se uma predominância de itens dispersos no período compreendido entre os meses de maio e agosto de 2007 e novamente entre março e julho de 2008, incluindo os meses de temperaturas mais baixas no PECB.

4.2 Disponibilidade de recursos alimentares

Quanto à produtividade das fontes de recursos agregados utilizadas pelos animais, observa-se alguma regularidade ao longo dos meses analisados, com exceção do mês de abril de 2007, quando o néctar de flores do gênero *Pouteria* spp. foi um recurso extremamente abundante que permitiu aos animais alimentar-se por até duas horas em uma mesma árvore. Esse recurso só foi observado sendo utilizado de maneira similar em 2002 (IZAR, 2004).

Foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre consumo de frutos e produtividade das fontes quando estimada pelo método DAP ($r= 0,750$; $p<0,05$), mas não pelo tempo de depleção. Da mesma forma, o consumo de folhas foi inversamente proporcional ao DAP das fontes de recursos agregados ($r= -0,684$; $p< 0,05$). Excluindo-se o mês de abril das análises, além destas correlações, observa-se que o consumo de frutos é proporcional ao número de indivíduos do grupo que se alimentam em uma fonte, outra medida de produtividade derivada do FTFS ($r= 0,071$; $p< 0,05$).

Em síntese, os animais: (a) alimentam-se mais de recursos agregados, que podem ser um objetivo cuja localização afeta a rota de deslocamento. Em abril e entre setembro e dezembro, recursos agregados foram mais importantes na dieta dos animais do que entre maio e agosto, meses mais frios, quando se alimentam mais de recursos uniformemente distribuídos no habitat; (b) alimentam-se mais de recursos agregados, especialmente frutos, quanto maior a produtividade das fontes; e (c) dedicam menos tempo a forragear e mais a deslocar quando estão explorando recursos agregados.

4.3 Mapeamento das rotas

Para o mapeamento das rotas, como já descrito, foram utilizados diferentes GPS, melhorando a sistemática na coleta nos anos de 2007 e 2008.

Foram plotados pontos e construídas rotas com dados dos três GPS e visualmente pode-se observar diferenças entre o Etrex (Figura 23), o Etrex Vista (Figura 24) e o GPS MAP CSx (Figura 25), não somente nas distâncias (Figura 26) entre os pontos, quando foram coletados, mas também no número de pontos (30 e 31 respectivamente para os Etrexs), que puderam ser coletados durante um dia de

trabalho. Com o MAP 60 CSx, no dia 17 de junho foram coletados 140 pontos. O teste ANOVA apresentou diferenças significativas entre as médias das distâncias diárias dos três GPS ($p < 0,001$). As médias das distâncias diárias dos três GPSs foram comparadas com dados dos meses de junho de 2002, junho de 2006 e junho de 2007 (PRESOTTO et al., 2008).

Figura 23: Dia 3 de junho de 2002, navegado pelo grupo Laranja, pontos coletados com o GPS Etrex, com 30 pontos coletados o dia inteiro.

Figura 24: Dia 16 de junho de 2006, navegado pelo grupo Pimenta, pontos coletados com o GPS Etrex Vista, com 31 pontos coletados no dia.

Figura 25: Dia 16 de junho de 2007, navegado pelo grupo Pimenta, pontos coletados com o GPS Map 60 CSx, com 132 pontos coletados no dia.

Figura 26: Gráfico das médias das diferenças das distâncias diárias coletadas com três GPS para dias de navegação de um grupo de macacos-prego no PECB

Nos mapas topográficos e de declividade do PECB e no modelo tridimensional observando a morfologia do terreno e considerando a altitude da vegetação que geralmente é de 20 a 30 metros é possível compreender a dificuldade dos GPSs em receber sinais eficientes dos satélites, principalmente nos fundos de vale; por isso, a dificuldade na sistematização da coleta dos dados pelos primeiros dois GPSs utilizados.

4.4 Orientação espacial

4.4.1 Área de uso

A área de uso do Grupo Pimenta corresponde aos anos de 2005, 2006, 2007 e 2008. Com todos os pontos coletados e plotados, as extremidades dos pontos foram

traçadas, gerando a área de uso do Grupo Pimenta, com um total de 459,79 hectares (Figura 27).

Figura 27: Entorno e área de uso do Grupo Pimenta – síntese dos pontos coletados entre os anos de 2005, 2006, 2007 e 2008

4.4.2 Mapa de rotas preferenciais

No PECB não foram encontradas rotas fixas ou mapas de rede como principal mecanismo de orientação para os macacos-prego, semelhante às rotas mapeadas por Di Fiore & Suarez (2007) no Parque Nacional do Yasuní (Amazônia Equatoriana) para macacos-aranha e macacos-barrigudos.

As rotas dos anos de 2006, 2007 e 2008 foram plotadas, tanto no mapa topográfico, quanto no modelo tridimensional, e não se configuraram como rotas fixas, pois cobriram todas as áreas da área de uso do grupo, sem repetições

constantes. O resultado do método baseado em Di Fiore & Suarez (2007) demonstra que o grupo utiliza habitualmente alguns segmentos de rotas provavelmente como passagem por uma área núcleo no interior da área de uso (Figura 28), mas não são fixas.

Caso o grupo Pimenta utilizasse um sistema de mapas de rede ou rotas fixas, possivelmente os segmentos das rotas mais freqüentes encontrados poderiam estar ligados por nós. Na Figura 29, construímos um mapa de rede hipotético, ligando os segmentos de rotas preferenciais encontradas e plotamos também as rotas realmente percorridas pelos animais, para fins de ilustração. Mesmo retirando as rotas mais usadas é possível observar que a área apresenta circulação em todas as partes (Figura 30).

Figura 28: Resultado dos traçados das rotas mais freqüentes em contraste com todas as rotas que o grupo foi acompanhado. Em preto todas as rotas (100) e em branco as rotas preferenciais.

Figura 29: Contraste das rotas utilizadas (em preto) pelo grupo Pimenta, com as rotas mais utilizadas em branco e as rotas de ligação criadas para um possível mapa de redes, em amarelo.

Figura 30: Resultado dos traçados das rotas mais frequentes em contraste com as rotas demarcadas (2006, 2007 e 2008), menos as rotas que originaram os caminhos mais frequentes. Em preto todas as rotas (100) e em branco as rotas preferenciais.

4.4.3 Distância e Velocidade

4.4.3.1 Velocidade

Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as velocidades para cada tipo de segmento percorrido (fontes visuais, com distâncias menores de 50 metros, fontes a 50 metros, fontes a 80 metros, fontes a 50 metros repetidas, fontes a 80 metros repetidas, dormidas, dormidas visuais e velocidade para locais sem objetivos).

A velocidade em segmento para *dormida visual* foi maior que a velocidade em segmento para *objetivo-fonte* tanto para campo de detecção de 50 metros ($t = -5,218$; $df = 14$; $p < 0,001$), quanto para de 80 metros ($t = -7,512$; $df = 14$; $p < 0,001$).

As velocidades para segmento *fonte com campo de detecção de 50 metros* foram maiores do que as velocidades para o segmento *fonte visual* ($t = 14,332$; $df = 59$; $p < 0,001$).

As velocidades em segmento *fonte-repetida* tanto com campo de detecção de 50 metros ($t = 7,170$; $df = 28$; $p < 0,001$), quanto com campo de detecção de 80 metros ($t = 11,677$; $df = 54$; $p < 0,001$) foram maiores que as velocidades para o segmento *fontes-visuais*.

As velocidades em segmento para *mancha de fruteiras (itens agregados) com campo de detecção de 80 metros* foram maiores que as velocidades em segmento para as fontes com campo de detecção de 80 metros ($t = -2,274$, $df = 33$; $p = 0,030$).

As velocidades em segmento para fontes com campo de *detecção de 50 metros* foram maiores que as velocidades em segmento para *paradas sem objetivo* ($t = 5,324$; $df = 68$; $p < 0,001$).

As velocidades em segmento para *fontes repetidas* tanto com campo de detecção de 50 metros ($t = 4,393$; $df = 29$; $p < 0,001$), quanto com campo de detecção

de 80 metros ($t= 3,344$; $df= 24$; $p= 0,003$); foram maiores que as velocidades em segmento para *paradas sem objetivo*.

As velocidades em segmento para fontes com campo de *detecção de 80* ($t= 4,344$; $df= 64$; $p< 0,001$) metros foram maiores que as velocidades em segmento para *paradas sem objetivo*.

As velocidades em segmento para *paradas sem objetivo* foram maiores do que as velocidades em segmento para *fontes visuais* ($t= -5,965$; $df= 50$; $p< 0,001$).

As velocidades em segmento para *manchas* tanto com campo de detecção de 50 metros ($t= 2,583$; $df= 29$; $p= 0,015$), quanto com campo de detecção de 80 metros foram maiores que para as velocidades em segmento para *paradas sem objetivo*.

Na média das velocidades, quando o grupo está forrageando em recursos que são dispersos, os animais navegam em uma velocidade de 406 m/h. Quando estão procurando por manchas de recursos eles aumentam a velocidade para 627 m/h ou quando estão procurando árvores de dormidas eles aumentam a velocidade para 509 m/h. Quando eles param e conseguem detectar fontes visuais em 50 metros ou menos, eles seguem em direção à fonte em uma velocidade de 312 m/h. A velocidade para visitar fontes repetidas (árvores) aumenta para 491 m/h e quando se dirigem para as manchas repetidas a velocidade do grupo é ainda maior de 775 m/h (Figura 31).

Figura 31: Velocidade para fontes (frutos) ou para árvores de dormida com campo de detecção visual foi significativamente menor que as velocidades para objetivo (fvisual= fonte visual; stvisual= árvores de dormida visual; ft= fonte; ft rep= fontes repetidas)

A comparação entre as velocidades demonstra que o grupo navega mais lento quando pode visualizar seu local de dormida que quando navega para fontes distantes (50 e 80 metros). O grupo navega mais rápido quando se desloca para: fontes a 50 metros, fontes a 80 metros e fontes repetidas a 50 metros do que quando navega para fontes visuais. O grupo navega mais rápido para fontes em manchas (itens agregados) a 80 metros do que para fontes a 80 metros. Quando o grupo não tem objetivo todas as velocidades para fontes (novas a 50 metros, repetidas a 50 metros, novas a 80 metros, repetidas a 80 metros) são menores. Ou seja, o grupo sempre navega mais rápido quando tem objetivo do que quando não tem.

As velocidades para as dormidas indicam que as velocidades para dormidas a 50 metros são maiores do que para dormidas visuais ($t= 5,503$; $df= 2$; $p= ,031$); e

também foram maiores para as dormidas a 80 metros na comparação com as visuais ($t= 12,832$; $df= 2$; $p= 0,006$). Para as dormidas a 50 metros as velocidades foram maiores na comparação com a velocidade para paradas sem objetivo ($t= 3,776$; $df= 40$; $p< 0,001$). Além disso, as velocidades foram maiores para paradas sem objetivo na comparação com dormidas visuais ($t= -3,402$; $df= 12$; $p= 0,005$).

O grupo navega mais lentamente quando as dormidas são visuais e aumentam a velocidade para as dormidas a 50 e 80 metros, diminuindo a velocidade nos últimos 80 e 50 metros. O grupo navega mais rápido para dormidas a 50 e 80 metros do que para as paradas sem objetivo. As paradas sem objetivo têm velocidade maior somente na comparação com as dormidas visuais. Quando o grupo detecta visualmente a dormida, desloca-se significativamente mais lento do que quando se desloca sem objetivo (Figura 32).

Figura 32: Velocidade sem objetivo foi significativamente mais baixa que para todos os segmentos exceto para fontes e árvores de dormida com detecção visual.

Os deslocamentos para fontes repetidas foram mais rápidos, em média $576,75 \pm 503,51$ m/h, considerando detecção visual a 80 metros, e $575,73 \pm 518,99$ m/h, considerando detecção visual a 50 metros. Não houve diferença significativa quanto a essas velocidades ($p= 0,067$ para 80 metros; $p= 0,058$ para 50 metros), indicando que, quando a fonte é conhecida os animais não aceleram quando vêem a fonte. Além disso, a velocidade para objetivo fonte repetida foi significativamente maior que para (a) *objetivo fonte* e (b) *sem objetivo* e maior para *manchas repetidas* (Figura 33).

Figura 33: A velocidade para objetivo fonte, árvores e manchas repetidas foi significativamente maior que as árvores visitadas pela primeira vez.

Na Figura 34, pode-se observar a diferença nos tamanhos dos segmentos para locais *sem objetivo*, que foram significativamente menores que os segmentos calculados para as *fontes repetidas* (parada com objetivo-fonte repetida; $t=-2,691$; $df=144$, $p< 0,001$).

Figura 34: Segmentos sem objetivo foram significativamente menores (~ 100m) que os segmentos para objetivo fontes não visuais repetidas.

4.4.3.2 Linearidade

A distribuição de desvios angulares em relação a um deslocamento perfeitamente linear, calculada com o teste Rayleigh para dados circulares (BASTCHELET, 1981), diferiu de uma distribuição normal para os segmentos objetivo-fonte ($\mu = 53,682^\circ$, $r = 0,742$; $p < 0,01$, Figura 35) e sem objetivo ($\mu = 54,573^\circ$, $r = 0,679$; $p < 0,01$, Figura 36), mas não para objetivo-dormida ($\mu = 44,982^\circ$, $r = 0,473$; $p = 0,105$). Houve tendência para concentração vetorial para objetivo fonte-repetida ($\mu = 58,986^\circ$, $r = 0,423$; $p = 0,045$). Não houve diferença entre os vetores resultantes dos diferentes tipos de segmento (Watson-Williams $F = 0,389$, $df = 3$, $p = 0,761$), e os ângulos médios indicam que os animais não seguem trajetos lineares, o que resultaria em valores próximos a 0° . Esses cálculos foram feitos para os 63 dias de 2007.

Figura 35: Resultados dos ângulos (circulares) aplicados aos segmentos para objetivo-fonte.

Figura 36: Resultados dos ângulos (circulares) aplicados aos segmentos sem objetivo.

A razão linear mostrou que os animais navegam duas vezes mais que o necessário para alcançar uma fonte nova, noventa por cento (90%) mais para alcançar um sítio de dormida, setenta por cento (70%) a mais quando eles navegam segmentos sem objetivos e cinquenta por cento (50%) a mais para alcançar uma fonte repetida (árvore ou mancha) (Figura 37).

Figura 37: Razão linear calculada para alcançar fontes, fontes repetidas, manchas, segmentos sem objetivo e sítios de dormida.

4.4.4 Distância de Detecção da Fonte

Com a medição de desvio de direção sem retorno à direção original, a distância de detecção de uma fonte foi em média de 38,80 metros. A média da distância de detecção para todas as fontes que desviaram a rota do grupo, retornando para a direção de onde vinham, foi de 42,97 metros. Esse resultado indica que o desconto das distâncias de 50 e 80 metros antes de atingir a fonte para os cálculos de velocidade e linearidade foram mais do que suficientes para garantir que os animais

não estavam aumentando a velocidade do segmento para fonte de alimento porque haviam avistado tal fonte.

4.5 Influência do clima nas rotas dos macacos-prego

Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as distâncias calculadas para a navegação do grupo em dias com ou sem chuva. O caminho diário percorrido pelo grupo foi significativamente menor em dias de chuva ($t(75) = -2,212$; $p = 0,015$, unicaudal). A razão entre o caminho percorrido e a resultante também foi significativamente ($t(75) = 1,757$; $p = 0,041$) maior ou mais próxima de 1 em dias de chuva, o que indica maior linearidade nos caminhos percorridos, confirmado pela diminuição na largura da área explorada ($t(75) = -1,668$; $p = 0,045$) nos dias de chuva. O número de fruteiras visitadas em dias de chuva também diminuiu. De fato, quanto maior o caminho viajado por dia, maior o número de fruteiras visitadas pelo grupo ($r = 0,609$; $p < 0,001$, Figura 38).

Visualmente foi possível observar o padrão da rota em dias de chuva e dias de sol quando os pontos foram plotados no ArcView. As rotas em dias de chuva (Figura 39) são visualmente mais lineares entre o ponto do início do caminho percorrido no dia e o ponto de dormida; além dos resultados visuais, foi possível observar uma razão mais próxima de 1 para os dias de chuva, quando a área foi menos explorada, contrastando com os dias de sol quando a área visualmente foi mais explorada (Figura 40) e a razão fica menos próxima de 1 (PRESOTTO & IZAR, 2008).

Em síntese, os resultados para os dias com ou sem chuva mostram que: (a) a chuva afetou o movimento diário do grupo; (b) o grupo fica mais tempo parado nos dias de chuva; (c) eles desviam menos da resultante que conecta o ponto do início

até o ponto do final do dia, ou seja, navegam de forma mais linear em dias de chuva;
e (d) os animais visitam menos fruteiras em dias de chuva.

Figura 38: Gráfico da reta de regressão entre comprimento da rota diária e o número de fruteiras visitadas por dia.

Figura 39: Rota navegada pelo Grupo Pimenta no dia 19 de maio de 2007, dia de chuva.

Figura 40: Rota navegada no dia 20 de junho de 2007, dia sem chuva.

4.6 Análise de rotas para objetivos repetidos

A análise dos caminhos percorridos (Tabela 4) para atingir uma mesma fonte de alimento em ocasiões diferentes revelou que os animais percorrem o mesmo caminho (Figura 41) em quarenta e dois por cento (42%) dos casos, ou seja, e usam um caminho diferente do anterior (Figura 42) em cinquenta e oito por cento (58%) dos casos (teste Binomial $p=0,215$).

Tabela 4: Teste binomial dos caminhos iguais e diferentes percorridos pelo Grupo Pimenta

Binomial Test						
		Category	N	Observed Prop.	Test Prop.	Asymp. Sig. (2-tailed)
path	Group 1	different	38	,58	,50	,215 ^a
	Group 2	same	27	,42		
	Total		65	1,00		

Na Figura 41, pode-se observar que os caminhos percorridos para acessar as Pimenteiras, (*Capsicodendron dinizii*) é o mesmo, no entanto, apesar desses caminhos para efeito de análise terem sido considerados iguais, a maneira como os animais chegam na fila das pimenteiras nem sempre foi a mesma, passando a utilizar o mesmo caminho após alcançar as fruteiras.

Figura 41: Caminhos iguais percorridos pelo grupo Pimenta para acessar os recursos no mês de agosto de 2007. As rotas se repetiram em 42% dos casos.

Figura 42: Caminhos diferentes percorridos pelo grupo Pimenta para acessar uma mesma mancha de flores – recurso agregado no mês de abril de 2007, as rotas foram diferentes para um mesmo recurso em 58% dos casos.

A análise dos caminhos percorridos para dormidas repetidas mostrou que o grupo também utiliza caminhos diferentes para alcançar os mesmos sítios e árvores de dormida. Nesse caso todos os caminhos navegados foram diferentes para chegar nas árvores de dormidas repetidas. Ou seja, embora o grupo tenha repetido a árvore ou o sítio de dormida, os caminhos utilizados foram cem por cento (100%) diferentes para alcançá-las. Na Figura 43 é possível notar que as dormidas se repetem na encosta e que o grupo utiliza caminhos diferentes para chegar ao sítio de dormida onde as árvores de dormida têm no máximo 80 metros entre elas. Em 2007 foram observadas repetições com sítios de dormida distintos (Figuras 44; 5 rotas diferentes), em maior número de vezes do que para as árvores repetidas de frutos (Figura 45).

Figura 43: Rotas navegadas pelo grupo Pimenta em 5 dias com caminhos diferentes para o mesmo sítio de dormida, todos em 2007 (17 de maio, rota preta; 14 de junho, rota verde água; 13 de julho, cor de rosa; 18 de julho, amarela e 13 de agosto, vermelha).

Figura 44: Rotas navegadas pelo grupo Pimenta em 5 dias com caminhos diferentes para o mesmo sítio de dormida, todos em 2007 (17 de maio, verde água; 14 de junho, verde limão; 13 de julho, vermelha; 18 de julho, cor de rosa e 13 de agosto, roxa).

Figura 45: Caminhos diferentes percorridos pelo grupo Pimenta para acessar uma mesma árvore de flores – abril de 2007.

Baseado nos caminhos repetidos pelo grupo Pimenta foi calculado um intervalo de memória para a revisitação dos recursos. Em mais de cinquenta por cento (50%) dos casos, as árvores foram visitadas no mesmo mês, mas em vinte por cento (20%) dos casos elas foram visitadas seis meses depois (Figura 46). Essas árvores foram visitadas pela primeira vez para consumo do néctar das flores e seis meses depois para consumo dos frutos. Existe um pequeno número de espécies no PECB que

frutificam por mais de um mês, mas se elas frutificam por esse tempo, os animais parecem lembrar. O importante é que nos quatro meses que as guapevinhas não ofereceram nenhum tipo de recurso, durante o período de observação, os animais não voltaram, retornando entre cinco e seis meses depois quando os frutos já estavam maduros (Figura 47).

Figura 46: Gráfico de memória espacial (em tempo) para visita de Flor e Frutos do recurso guapevinha pelos macacos-prego no PECB.

Figura 47: Manchas de guapevinhas na área de uso do Grupo Pimenta, flores consumidas em abril de 2007 e frutos consumidos em outubro de 2007.

5 DISCUSSÃO

A literatura sobre cognição espacial de macacos-prego apresenta resultados conflitantes (POTI, 2000; JANSON, 1998, 2007). Estudos experimentais realizados com uma população selvagem, em ambiente de floresta, indicam que os animais são capazes de atingir fontes de alimento utilizando caminhos mais curtos, sugerindo memória espacial e um sistema aloentrico de orientação (JANSON, 1998, 2007). No entanto, estudos experimentais realizados em laboratório, com animais criados em cativeiro, indicam que os animais só encontram alimentos associando os a marcos espaciais, o que sugere um sistema egocêntrico de orientação (POTI et al., 2005; POTI, 2000).

Essa discrepância entre os resultados das duas pesquisas pode indicar que a espécie utiliza mais de um mecanismo de orientação, cuja prevalência depende das características do ambiente onde vivem e da experiência dos indivíduos com estas características (JANSON & BYRNE, 2007, JANSON, 2007). Uma das hipóteses desta pesquisa, então, considerava que os macacos-prego usariam dois sistemas de orientação no PECB, cuja prevalência dependeria do tipo de oferta de fontes de alimento, com distribuição agrupada ou dispersa no hábitat. Um dos sistemas seria o de rotas preferenciais (sistema egocêntrico de orientação), utilizado para percorrer a área de uso em busca de recursos alimentares agregados, que ocorrem em manchas (BYRNE, 2000; DI FIORE & SUAREZ, 2007; BARTON, 2000; POUCKET, 1993). O uso de rotas preferenciais deveria ocorrer em períodos em que recursos agregados não estivessem disponíveis e os recursos dispersos fossem os mais usados. Assim, os animais usariam um sistema de orientação aloentrica (JANSON, 1998, 2007), que permitiria atingir e repetir locais, após algumas visitas, onde a

oferta de alimento agregado de alta qualidade, como frutos, estivesse disponível. Memorizando esses locais e fazendo uso de um sistema aloentrico, os animais poderiam visitar as fontes utilizando atalhos e criando caminhos novos.

A área de estudo foi considerada ideal para a presente investigação em função das características de oferta de alimento do hábitat, que tem baixa disponibilidade de frutos, recurso agregado mais importante na alimentação dos macacos-prego levando os animais a consumir mais freqüentemente recursos uniformemente dispersos de baixa qualidade, como a base de rosetas de bromélia (IZAR, 2004; TAIRA, 2007; NAKAI, 2007). Além disso, as espécies frutíferas usadas pelos animais em sua alimentação entre os anos de 2001 e 2006 apresentam padrão de frutificação bianual ou a intervalos superiores (IZAR, 2004; IZAR et al., 2008).

Fatores como a distribuição dos recursos alimentares, modos de locomoção, acuidade visual (VALERO & BYRNE, 2007), além do tamanho do corpo, mais relacionado com o quanto de energia o animal necessita e também a velocidade e a distância que o animal pode navegar por dia, podem influenciar a orientação espacial dos macacos-prego (FRASGAZY et al., 2004a; JERISON, 1973; FINLAY & DARLINGTON, 1995). Outro fator importante é a distribuição agregada ou dispersa dos itens alimentares, que podem alterar a estratégia da procura (JANSON, 1998; IZAR, 2004).

No caso dos macacos-pregos, se o alimento está distribuído em manchas discretas (agregados) em sua área de uso, é provável que os animais necessitem aprender onde estão os marcos espaciais associados aos recursos alimentares próximos. Além disso, a distribuição agregada possivelmente exige dos animais um maior gasto energético, relacionado ao tempo e distância para alcançar as manchas de alimento (MILTON, 2000). Se os alimentos se encontram dispersos

uniformemente no hábitat, a estratégia de procurar pelos alimentos pode não exigir uma representação mental de locais, diminuindo a demanda por aprendizagem de marcos espaciais dentro da área de uso. Assim, as estratégias de orientação devem variar de acordo com a distribuição do alimento (VALERO & BYRNE, 2007).

Portanto, parece razoável supor que os animais só passem a memorizar a localização de fontes de alimento quando começam a encontrá-lo no hábitat e então façam uso de um sistema de orientação aloentríco. Nesse caso, os animais podem possuir outro sistema de orientação para a procura de recursos alimentares, e é sugerido que a estratégia melhor e mais vantajosa seriam respostas fixas que eliminariam os custos de aprendizado (DYER, 1998).

O uso de um sistema de rotas preferenciais ou rotas fixas não pode ser atribuído aos macacos-prego no PECB, pois a disposição das rotas observadas, mapeadas na área de uso dos animais, mostrou um desenho totalmente diferente do encontrado para as espécies de atelíneos que utilizam rotas preferenciais (Figura 48; Di FIORE & SUAREZ, 2007). Os animais no PECB atingiram, durante a pesquisa, um mesmo ponto (mancha ou árvores de frutos) utilizando diversas rotas alternativas, ou seja, os animais parecem triangular a informação e atingir um recurso a partir de caminhos completamente diferentes um do outro. Mesmo em meses nos quais os recursos são revisitados diversas vezes, como ocorreu em abril de 2007, os caminhos não apresentaram características de rotas fixas, pois os animais podiam atingir o recurso (árvore ou mancha) percorrendo caminhos diferentes, a partir de pontos distintos.

Figura 48: Rotas preferenciais e comuns traçadas nas áreas de uso de três grupos de atelíneos por Di Fiore & Suarez, 2007.

Como consequência, na área de uso do grupo estudado, praticamente todos os trechos foram utilizados, com exceção de apenas alguns trechos, totalizando uma área de 12,22 hectares dos 459 hectares da área de uso. Esses trechos apresentam alta declividade, provavelmente exigindo um maior esforço e gasto energético pelos animais, não compensando sua utilização. Por outro lado, outros trechos com características de alta declividade, quando possuíam recursos alimentares, foram normalmente navegados pelos animais. Esse resultado indica que o relevo acidentado não é fator limitante para o deslocamento dos macacos prego no PECB.

Na análise das rotas fixas, foram feitas adaptações no método de Di Fiore & Suarez (2007) para o grupo de macacos-prego no PECB. As adaptações feitas foram consideradas mais adequadas para demonstrar o uso de rotas fixas por grupos de primatas. Dentre as adaptações do método, uma que pareceu mais eficiente para a análise foi descartar as rotas repetidas durante os dias de

observação no mesmo mês. Principalmente porque as rotas repetidas no mesmo mês poderiam refletir o uso de um mesmo recurso alimentar e, assim, não seria possível diferenciar entre a hipótese de que os animais chegam às fontes por uma rota preferencial, mesmo sem conhecer ou lembrar a localização da fonte, ou o contrário, repetem a rota por lembrar a localização do recurso.

É importante ressaltar ainda que, embora os animais não utilizem um sistema de rotas fixas (BARTON, 2000; DI FIORE & SUAREZ, 2007), não se pode descartar que se desloquem por rotas preferenciais. Na metodologia empregada, apenas rotas que foram utilizadas em pelo menos quatro meses diferentes foram consideradas como preferenciais. Os resultados aqui apresentados mostram alguns caminhos percorridos diversas vezes, independentemente de recursos alimentares, localizados na porção mais central da área de uso dos animais, justamente a porção utilizada com maior frequência ao longo do estudo. A maior utilização de uma área central da área de uso (*core area*) por macacos-prego já foi documentada (TERBORGH, 1983; ZHANG, 1995; DI BITETTI, 2001) em algumas populações selvagens e resulta do retorno freqüente para locais conhecidos para dormir, após deslocamentos mais periféricos durante o forrageamento. O tamanho de área de uso encontrado para macacos-prego no PECB (cerca de 500 ha) está entre os maiores valores observados para a espécie, com exceção dos 900 ha encontrados para um grupo estudado por Spironello (2001) na Amazônia Central. Essa dimensão pode não permitir o retorno diário à área central, mas, ainda assim, considerando-se a navegação ao longo do ano, observa-se o retorno periódico, à semelhança do observado nos outros estudos (TERBORG, 1973; PERES, 1983), e uma utilização mais eventual das áreas periféricas. É possível que a continuidade da pesquisa nos próximos anos permita observar a repetições na navegação ocorrendo também em

áreas periféricas à área de uso, revelando, talvez, mais rotas semelhantes utilizadas pelo menos em quatro meses diferentes, também na periferia. Por outro lado, esse resultado permanece tanto quando se considera apenas um ano de observação (2007), quanto quando se consideram quatro anos de observação (2005 a 2008). Ainda sobre as rotas fixas, seria interessante pesquisar o comportamento de espécies simpátricas aos macacos-prego no PECB para comparar a orientação espacial de mais de uma espécie primata na mesma área.

As evidências apresentadas sugerem um mecanismo de orientação aloentróico, indicando que os animais conhecem a localização de seus objetivos (JANSON, 1998, 2007), pois navegam mais rapidamente para fontes de alimento agregado do que quando estão forrageando por recursos dispersos. Esse resultado se repete para dormida, ou seja, os animais navegam mais rápido para dormida do que para locais sem objetivo. Navegam ainda mais rápido para fontes de alimento repetidas do que para fontes novas e para locais sem objetivo. Para as fontes repetidas navegam também de forma mais linear, sugerindo que os macacos-prego no PECB lembram a localização de suas fontes de alimento.

De acordo com Janson & Byrne (2007), em estudos baseados em observação naturalística, mudanças na velocidade do movimento dos animais poderiam ser usadas para inferir um deslocamento planejado para um objetivo e, portanto, conhecimento da localização desse objetivo. Os autores salientam que é importante mostrar que essa velocidade se correlaciona com o valor do recurso, que não pode ser medido apenas em termos do comportamento dos animais, porque a coincidência entre velocidade para atingir o objetivo e tempo de permanência pode ser resultado, por exemplo, da fome dos animais. É preciso também descartar a

possibilidade de que os animais moveram-se rapidamente para a fonte porque a avistaram, não porque conheciam sua localização.

No presente trabalho, os dois problemas foram evitados. As velocidades foram calculadas descontando o trecho em que os animais já podiam ter detectado visualmente a fonte, e foi calculada também a medida de produtividade das árvores baseada no DAP (GILLESPIE & CHAPMAN, 2001; CHAPMAN et al., 1992), independente do comportamento dos animais. Além disso, a medida de tempo que os animais passaram em cada fonte alimentar agregada (FTFS, STRIER, 1989) foi positivamente correlacionada com o DAP, portanto, de fato, quanto maior a fonte, maior a quantidade/qualidade do alimento disponível para os animais. O fato dos animais deslocarem-se para manchas de alimento agregado em velocidade proporcional não só ao tamanho das árvores, mas particularmente ao tamanho das árvores realmente utilizadas na visita (nem sempre todas as árvores da mancha foram utilizadas a cada visita), é fortemente sugestivo da lembrança da localização e quantidade de alimento disponível, e também de planejamento antecipado. Assim, os macacos-prego no PECB parecem possuir algum tipo de representação interna dos caminhos percorridos (TOLMAN, 1948; O'KEEFE & NADEL, 1978; GALLISTEL, 1990; GALLISTEL & CRAMER, 1996).

Um ponto importante a ser discutido é a diferença de velocidade para atingir fontes repetidas, portanto conhecidas, e fontes novas. Ambos os tipos de segmento são percorridos em velocidade significativamente maior do que segmentos sem objetivo, mas fontes repetidas são atingidas mais rapidamente que fontes novas. Esse resultado provavelmente significa que várias das fontes novas já eram conhecidas dos animais, o observador é que não as havia registrado ainda. Então, parte dos segmentos para fontes novas na verdade representam segmentos para

fontes repetidas. Se fosse possível para o observador registrar com precisão absoluta todas as árvores usadas pelos animais, então talvez não encontrássemos diferença na velocidade de segmento para fonte nova e sem objetivo.

A linearidade do movimento de primatas também é considerada uma variável importante para o estudo da cognição espacial (IZAR et al., 2008; JANSON & BYRNE, 2007; NOSER & BYRNE, 2007; VALERO & BYRNE, 2007; GARBER, 1988). Por exemplo, alguns estudos inferem que os animais usam atalhos quando navegam de forma mais linear para fontes de alimento (GARBER, 1988), mas outros indicam que linearidade nas rotas é uma estratégia ótima na procura por alimentos e não necessariamente está ligada ao planejamento da rota (JANSON, 1998). De acordo com Janson & Byrne (2007), muitos primatólogos inferem que os animais movimentam-se por sua área de uso com o objetivo de chegar a recursos importantes como árvores frutíferas, fontes de água ou sítio de dormida porque observam rotas diretas na direção destes recursos. Os autores argumentam que há várias outras razões para uma tendência a se mover em linha reta por primatas, por exemplo, em florestas em que há muitas árvores frutificando, o movimento em qualquer direção pode terminar em uma fonte, mesmo que o animal não saiba sua localização. Se fosse esse o caso dos macacos estudados nesta pesquisa, então não existiria diferença na linearidade do deslocamento para fontes novas e para fontes repetidas de alimento.

No entanto, os macacos-prego do PECB, quando estão visitando novamente recursos alimentares conhecidos, tendem a navegar de forma mais linear. A revisitação de uma árvore é indicativa de sua produtividade (JANSON, 1998). Assim, pode-se concluir que os animais procuram percorrer a menor distância possível quando têm por objetivo atingir uma fonte de alimento compensadora. Um outro

estudo comparou linearidade nos segmentos percorridos por babuínos (*Papio ursinus*), em diferentes estações, e concluiu que os animais percorrem segmentos entre recursos de forma mais linear na estação seca do que na estação chuvosa. Os autores sugerem que a estação seca exige navegação mais rápida, para locais com água, com menor exploração da área de uso (NOSER & BYRNE, 2007).

Sob esse argumento, é interessante notar que, na maior parte dos casos, as distâncias percorridas para visitar o recurso pela primeira vez eram menores (se considerada a última parada antes da fonte) do que nas visitas posteriores. Mas os segmentos percorridos nas visitas subseqüentes, ainda que maiores, eram mais lineares, sugerindo uma capacidade mais aprimorada de atingir a localização correta do recurso a partir de pontos ainda mais distantes.

Outro ponto importante a discutir é a discrepância dos resultados obtidos usando como medida a razão linear do segmento e o desvio angular. Pelo segundo método, não houve diferença entre nenhum tipo de deslocamento. Acredita-se que o primeiro método seja mais apropriado. Quando se usa a medida de desvio angular, a distância percorrida em cada ângulo não é considerada, mas o que se observa é que os animais procuram corrigir a sua rota. Então, quando se usa a medida de ângulo, é possível que de um ponto a outro os animais tenham feito um desvio de 80°, mas percorrem apenas 20 metros e logo a seguir fazem um novo desvio corrigindo a rota. Pela medida de ângulos essa correção não é computada, mas pela razão linear, sim.

No que se refere ao uso de mudanças na linearidade do movimento de primatas como evidência de cognição espacial, a presente pesquisa traz contribuição importante. Como afirmam Janson & Byrne (2007), a linearidade pode ser afetada por outras razões. Aqui mostramos, em primeiro lugar, a importância de

variáveis climáticas, o que ainda não havia sido constatado em nenhum outro estudo. Normalmente considera-se que o clima influencia o comportamento dos macacos-prego nas diferentes estações (seca e chuvosa), por exigir que eles se adaptem à disponibilidade sazonal de alimentos (IZAR, 1999). Os resultados aqui apresentados evidenciam que fatores climáticos afetam o comportamento de macacos-prego no PECB, também por modificar as condições em que os animais buscam o alimento, tanto no que se refere à possibilidade de detecção visual quanto à própria segurança de deslocamento. Por exemplo, neste estudo, foram observadas três quedas das árvores, de macacos imaturos, em dias de chuva. Estes resultados mostraram que, nos dias de chuva, os animais navegam de forma mais linear entre o ponto que acordam e o ponto que vão dormir, andam menores distâncias e, como consequência, visitam um número menor de fruteiras.

Por outro lado, se caminhos mais lineares são evidência de que os animais têm conhecimento do espaço (JANSON & BYRNE, 2007; VALERO & BYRNE, 2007), então navegar de forma mais linear em dias de chuva pode sugerir que os animais planejam suas rotas de forma mais linear em dias que a visibilidade fica prejudicada pelo clima, ou ainda, com a baixa visibilidade em dias de chuva, a linearidade pode ser um ajuste para não se perder do objetivo dormida nesses dias. Talvez em dias chuvosos seja mais importante economizar energia, pois novamente a visibilidade pode ser um fator que afeta o número de árvores de frutos visitadas.

A análise dos dados coletados com diferentes GPSs, e portanto, com diferentes intervalos de registro da posição dos animais, revelou a importância do registro no menor intervalo possível (PRESOTTO et al., 2008; NOSER & BYRNE, 2007). Com a coleta sistematizada (temporal) dos anos de 2007 e 2008, a plotagem dos dados no SIG demonstrou angulações maiores do que quando os dados eram

coletados sem a precisão dos sinais de satélite (2002 e 2006). Assim, a análise da linearidade dependeu da coleta sistematizada dos dados (cinco em cinco minutos), que visualmente mostrou que entre dois pontos a linearidade pode de fato ser maior, quanto maior for a distância navegada. Em 2002 e 2006, a distância entre pontos ficava maior pela falta de sinais, resultando em segmentos mais lineares que entre pontos dos dados de 2007 e 2008. Nesse caso, precisão ou imprecisão (PRESOTTO et al., 2008; LUDWIG et. al., 2005) da coleta pode explicar inclusive diferenças no tamanho das áreas de uso dos animais, não somente dos animais que vivem na Mata Atlântica, mas em qualquer área onde a floresta seja densa com terrenos acidentados de grandes declividades, ou onde o GPS não funcione (ROBBINS & McNEILAGE, 2003).

O conjunto de evidências apresentadas, então, aponta para um sistema de orientação aloentróico e, portanto, para a capacidade de construção de atalhos pelos animais estudados (TOLMAN, 1948; GALLISTEL, 1990; O'KEEFE & NOEL, 1978). No entanto, os resultados revelaram que os animais usam caminhos diferentes em revisitações a fontes de alimento agregado em apenas metade dos casos. Esse resultado sugere que a habilidade de chegar novamente a um objetivo a partir de um ponto distinto (atalho) provavelmente demanda tempo para memorizar as localizações e somente deverá ser observada quando os animais encontram repetidamente recursos que têm um alto valor energético durante vários dias, condição rara no PECB. Na outra metade da amostra, os animais usam o mesmo caminho da primeira vez. Esses caminhos repetidos não podem ser considerados como partes de um sistema de rotas fixas e podem ainda estar de acordo com um sistema aloentróico de orientação. Observamos que, quando os macacos-prego utilizam caminhos repetidos no mesmo mês, eles parecem mesmo se repetir em

função da distribuição dos recursos alimentares, inclusive em recursos que estão distribuídos em formato de “fila”, formando, ao invés de mancha, uma fileira de árvores frutíferas. Nesse caso, no mês de agosto de 2007, por exemplo, foi observado que os caminhos são iguais nas fileiras, mas são alcançados de forma diferente. Assim, nossa análise pode conter caminhos iguais em função das fileiras de fruteiras e não em função de rotas (ou rota parcial) preferenciais, de forma que a proporção de caminhos iguais para atingir um mesmo recurso alimentar pode estar superestimada. Portanto, a maior parte destes caminhos reflete uma seqüência de árvores de alimentação, sempre visitadas na mesma ordem, o que também sugere a lembrança da disposição espacial dos recursos.

A presente pesquisa permitiu avaliar o intervalo de tempo em que os animais lembram (JANSON, 1998) da localização do seu recurso alimentar. Embora mais da metade das revisitações aconteça dentro da mesma semana, vinte por cento (20%) acontecem em um intervalo de dois meses e outros vinte por cento (20%) seis meses depois da primeira visita. Esses casos se referem a duas espécies da família Sapotaceae, guapeva e guapevinha (*Pouteria* spp), cujo néctar das flores foi utilizado como recurso alimentar pelos macacos em abril de 2007. No mês de outubro, as mesmas árvores estavam frutificando e os frutos maduros foram utilizados como recurso alimentar.

Em relação ao objetivo dormida, a hipótese inicial era de que a navegação para os sítios poderia acontecer de forma mais rápida e linear, assim como para objetivo alimento, ou seja, o local para dormir seria tão importante quanto os locais de alimentação. De fato, os macacos deslocam-se para a dormida na mesma velocidade em que se deslocam para fontes novas de alimento, e mais rápido do que em segmentos sem objetivo. No entanto, nos poucos casos de dormidas

repetidas, os animais navegam mais lentamente do que para dormidas novas, como se quando soubessem onde está o objetivo pudessem navegar para ele de forma mais lenta, deslocando e forrageando lentamente pelo caminho até alcançá-lo. Aparentemente, a motivação para alcançar o objetivo alimento é diferente da motivação para alcançar o objetivo dormida.

Em síntese, este estudo corrobora a hipótese de que macacos-prego selvagens utilizam um sistema aloentróico de orientação (JANSON, 1998, 2007), quando navegam por sua área de uso, sendo capazes de atingir recursos conhecidos por meio de caminhos diversos, a partir de diferentes pontos de partida, o que sugere a construção de atalhos (TOLMAN, 1948; O'KEEFE & NADEL, 1978; GALLISTEL, 1990). No entanto, essa capacidade necessita aprendizagem da localização dos recursos e exige certa constância na oferta do mesmo recurso. Assim, é possível que em habitats com padrão de oferta de alimento diferente daquela observada no PECB, os animais naveguem utilizando um sistema de orientação diferente. Se essa hipótese estiver correta, então esses primatas podem ser tão flexíveis quanto às suas capacidades cognitivas como são em relação às suas características comportamentais (FRAGASZY et al., 2004b; OTTONI & MANNU, 2001).

Esta pesquisa, em conjunto com outros estudos, sugere que a orientação espacial não é uma característica fixa típica de espécie, mas que pode variar com características do ambiente. Gouteux et al. (1999) verificaram, em laboratório, que duas espécies distintas de cercopitecóides submetidas ao mesmo experimento apresentaram capacidades cognitivas semelhantes nos testes aplicados. Da mesma forma, Di Fiore & Suarez (2007), em um estudo de observação naturalística em ambiente selvagem, encontraram o mesmo sistema de orientação espacial em duas

espécies distintas de atelíneos. Macacos-prego selvagens, tanto em condições naturalísticas como em experimentais, apresentam evidência de sistema de orientação aloentríco, enquanto em cativeiro apresentam apenas evidência de sistema de orientação egocêntrico (JANSON, 2007; POTI, 2000, este estudo).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de estudos comportamentais que buscam compreender as capacidades cognitivas dos primatas não-humanos cresceu muito nos últimos anos, assim como aqueles que buscam compreender a evolução da cognição com base na comparação entre primatas não-humanos e humanos.

Aos humanos é atribuído mais de um mecanismo de orientação, embora quase não haja questionamento sobre o uso de um sistema aloentríco. Aos outros animais, embora sugerido por um grande número de pesquisas que eles possuem mecanismos sofisticados de orientação, o uso do sistema aloentríco não foi ainda amplamente considerado, principalmente no caso de primatas.

Talvez a grande contribuição desta pesquisa seja mostrar que outras espécies primatas (baseado em dados de observação naturalística), podem se utilizar de um sistema de orientação aloentríco, lembrando a capacidade cognitiva dos humanos. Assim, para as ciências humanas há mais um desafio na busca pelo entendimento do homem: considerar a continuidade evolutiva entre humanos e outros animais, principalmente outros primatas.

Um dos aspectos importantes dessa pesquisa foi a utilização de tecnologias modernas para o estudo de cognição espacial. Adventos tecnológicos, criados pelos humanos, como o GPS e os SIGs, foram amplamente utilizados. Os resultados obtidos por meio dessas duas tecnologias contribuíram bastante para aperfeiçoar os estudos naturalísticos sobre cognição espacial ou, ainda, sobre o comportamento dos macacos-prego no PECB.

O uso de GPS capaz de captar todos os pontos desejados em qualquer parte da área de uso dos macacos foi fundamental, além de impressionante, pois no início

da pesquisa, utilizando GPSs com menor potencial para coletar coordenadas geográficas em fundos de vale, ou ainda, em dias nublados, os resultados se configuravam frustrantes. Em 2007, no entanto, com o uso do GPS Map 60 CSx, a coleta sistematizada de todos os pontos da rota diária dos animais foi uma grande contribuição para o estudo, tanto que, muito provavelmente, com GPSs menos potentes, resultados como a alteração da linearidade em dias de chuva talvez não fossem revelados.

No laboratório, o uso do ArcView não foi menos importante. Além de toda a análise visual (mapas topográficos, modelos tridimensionais, rotas, área) que esse tipo de software permite, foi possível coleccionar todas as medidas que envolviam a criação ou navegação das rotas diárias do grupo de macacos-prego. Com a geração dos modelos visuais em medidas (metros), os testes estatísticos puderam ser aplicados aos dados, contribuindo para os resultados desta pesquisa.

As metodologias utilizadas nesta pesquisa parecem bastante interessantes para a continuidade e para uso em estudos com a fauna, especificamente para algumas pesquisas na área da biogeografia, que trabalhava (prefiro me referir no passado), com a coleta de animais selvagens para mapear sua distribuição. Metodologias de observação em campo como as utilizadas pela etologia podem trazer uma nova visão das pesquisas com animais, principalmente quando se trabalha com espécies em risco de extinção.

Embora trabalhar com escalas de grande detalhe e comportamento possa ser uma nova contribuição para pesquisas biogeográficas, é preciso citar que, de fato, os estudos com apoio de metodologias comportamentais são mais trabalhosos, mais difíceis, exigem das instituições e do pesquisador muito mais recursos. No entanto, não se pode deixar de lado que eles revelam de fato a disponibilidade de alimentos

em períodos longos acompanhando os animais, as dificuldades (quase reais, pois a presença do observador pode afastar predadores, por exemplo) que os animais enfrentam nas mudanças do ambiente, ou seja, a coleta e análise dos dados se mostram muito mais ricas com metodologias combinadas.

A maneira como as rotas dos macacos-pregos se configuram no PECB sugere que eles, como foi sugerido por Tolman (1948) e Gallistel (1990), possuem uma representação interna (ou mental) ou ainda mapa cognitivo do ambiente, similar aos mapas cognitivos sugeridos para os humanos.

Para finalizar, os resultados desta pesquisa são frutos de parceria efetiva entre as áreas de Geografia Física e Psicologia Experimental. A Geografia Física levou sua contribuição à área de comportamento animal com conceitos, tecnologias de apoio e metodologias de estudo de uso do espaço. A Etologia Cognitiva contribuiu com metodologias para o estudo de comportamento e com a perspectiva comparativa que permite ampliar a compreensão do fenômeno humano, objeto de interesse da Geografia. Geografia e Etologia, trabalhando juntas produziram uma parceria enriquecedora pela possibilidade de troca entre essas duas ciências e talvez a criação de uma metodologia própria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49, 227-65, 1974.

ARCHELA, R. S. & THÉR, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. *Confis, Revista Franco-Brasileira de Geografia*, 3, julho-outubro, 2008.

BARTON, R. A. Primate brain evolution: cognitive demands of foraging or of social life? In Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.). *On the move – how and why animals travel in groups*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, pp. 204-237.

BARTON R. A. & WHITEN, A. Feeding competition among female olive baboons, *Papio anubis*. *Animal Behavior*, 46, 477-789, 1993.

BARTON R. A.; BYRNE, R. W. & WHITEN, A. Ecology, feeding competition and social structure in baboons. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 38, 321-329, 1996.

BARTON, R. A. Sociospatial mechanisms of feeding competition in female olive baboons, *Papio Anubis*. *Animal Behavior*, 46, 791-802, 1993

BENNET, A. T. D. Do animal have cognitive maps? *The Journal of Experimental Biology*, 199, 219-224, 1996.

BOINSKI, S. & CHAPMAN, C. A. A critical evaluation of the influence of predators on primates: effects of group travel. In Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.). *On the move – how and why animals travel in groups*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, pp. 43-72.

BYRNE, R. How monkeys find their way: leadership, coordination, and cognitive maps of African baboons. In Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.). *On the move – how and why animals travel in groups*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, pp. 491-518.

BYRNE, R. W. Memory for urban geography. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31, 147-154, 1979.

CASEY, P. J. Remembering what we do, not what we view: the plasticity of everyday cognitive maps. In *Australian Journal of Psychology*, 54(1), 8-16, 2002.

CHAPMAN, C. A.; CHAPMAN, L. J.; WRANGHAM, R. W.; HUNT K.; GEBO, D.; GARDNER, L. Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica*, 24, 527-531, 1992.

CHAPMAN, C. Patch use and patch depletion by the spider and howling monkeys of Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Behaviour*, 105, 99-116, 1988.

CHAPMAN, C. Patterns of foraging and range use by three species of Neotropical primates. *Primates*, 29(2), 177-194, 1988.

CHENEY, D. L. & SEYFARTH, R. M. Selective forces affecting the predator alarm call of vervet monkeys. *Behaviour*, 76, 25-62, 1981.

CHENG, K. A purely geometric module in the rat's spatial representation. *Cognition*, 23, 149-178, 1986.

CUSTÓDIO FILHO, A., NEGREIROS, O. C.; DIAS, A. C.; FRANCO, G. A. D. C. Composição florística do estrato arbóreo do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. In *Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas*, 1992, pp. 184-190.

DABBS, J. M., CHANG, E-L., STRONG, R. A. & MILUN, R. Spatial ability, navigation strategy, and geographic knowledge among men and women. *Evolution and Human Behavior*, 19, 89-98, 1998.

DAVIS, B. *GIS a visual approach*. Onword Press, 1996.

DE VALOIS, R. L. Vision. In Schrier, A. M. & Stollnitz, J.F. (Eds.) *Behavior of Nonhuman Primates: Modern research trends*. New York: Academic Press, 3, 107-157, 1971.

DI BITETTI, M. S. Home-range use by the tufted capuchin monkey (*Cebus apella nigritus*) in a subtropical rainforest of Argentina. London: *Journal Zoological Society of London*, 253, 33-45, 2001.

DI FIORE, A., SUAREZ, S. A. Route-based travel and shared routes in sympatric spider and woolly monkeys: cognitive and evolutionary implications. *Animal Cognition*, 10: 317-329, 2007.

DOMINGUES, E. N. & SILVA, D. A. Geomorfologia do Parque Estadual de Carlos Botelho. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, 42: 71-105, 1988.

DOMINGUES, E. N.; SILVA, D. A.; VELLARDI, A. C. V. Correlações topogeomorfológicas, geológicas e de declividades do Parque Estadual de Carlos Botelho - SP. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, 41: 377-420, 1987.

DRISCOLL, I.; HAMILTON, D. A.; YEO, R. A.; BROOKS, W. M. & SUTHERLAND, R.J. Virtual navigation in humans: the impact of age, sex, and hormones on place learning. In *Hormones and Behavior*, 47:326-335, 2005.

DUNBAR, R. *Grooming, gossip, and the evolution of language*. Harvard University Press, Cambridge, 1996.

DUKAS, R. Introduction. In ed. Dukas, Reuven. *Cognitive Ecology- The evolutionary Ecology of Information Processing and Decision Making*. Chicago: The University of Chicago Press, 1998.

DYER, F. C. Group movement and individual cognition: lessons from social insects. In Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.). *On the move – how and why animals travel in groups*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000, pp. 127-203

DYER, F. C. Cognitive Ecology of Navigation. In ed. Dukas, Reuven. *Cognitive Ecology- The evolutionary Ecology of Information Processing and Decision Making*. Chicago: The University of Chicago Press, 1998.

DYER, F. C. Spatial cognition and navigation in insects. In Real, L. A. *Behavioral mechanisms in evolutionary ecology*. Chicago: University of Chicago Press, 1994

ETIENNE, A., MAURER R. & SÉGUINOT V. Path integration in mammals and its interaction with visual landmarks. In *The Journal of Experimental Biology*, 199, 201-209, 1996.

ETIENNE, A., & JEFFERY, K. J. Path integration in mammals. *Hippocampus*, 14, 180-192, 2004.

FARREL, M. J. & ROBERTON, I. H. Mental rotation and automatic updating of body-centered spatial relationships. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 227-233, 1998.

FINLAY, B. L., DARLINGTON, R. B., & NACASTRO, N. Developmental structure in brain evolution. *Behavioral and Brain Science*, 24, 263-308, 2001.

FINLAY, B. L., DARLINGTON, R.B. Linked regularities in the development and evolution of mammalian brains. *Science*, 268, 1578-1584, 1995.

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

FRAGASZY, D. M.; VISALBERGHI, E. & FEDIGAN, L. M. *The complete capuchin – the biology of the Genus Cebus*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2004a.

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

GALLISTEL, C. R. & CRAMER, A. E. Computation on metric maps in mammals: getting oriented and choosing a multi-dimension route. *Journal of Experimental Biology*, 199, 211-217, 1996.

GALLISTEL, C. R. Space and time. In Mackintosh, N. J. (Ed.). *Animal learning and cognition*. San Diego: Academic Press, 1994.

GALLISTEL, C. R. *The organization of learning*. Cambridge: Bradford Books/MIT, 1990.

GARBER, P. A. Evidence for the use of spatial, temporal and social information by some primate foragers. In Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.). *On the move – how and why animals travel in groups*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000.

GARBER, P. A. Foraging decisions during nectar-feeding by tamarin monkeys (*Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*). *Biotropica*, 10, 100-106, 1988.

GILLESPIE, T. R & CHAPMAN, C. A. Determinants of group size in the red colobus monkey (*Procolobus badius*): an evaluation of the generality of the ecological-constraints model. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 50, 329-338, 2001.

GOUTEUX, S., VAUCLAIR, J. & THINUS-BLANC, C. Reaction to spatial novelty and exploratory strategies in baboons. *Animal Learning and Behaviour*, 27, 323-332, 1999.

GROVES, C. *Primate Taxonomy*. Washington: Smithsonian Institution, 2001

HAMILTON, W. J. III. Social dominance and predatory behavior of chacma baboons. *Journal of Human Evolution*, 11, 567-73, 1982.

HARTLEY T., & BURGESS, N. Models of spatial cognition. In Nadel, L. (Ed.) *Encyclopedia of Cognitive Science*. London: Macmillan, 2003.

HUGHES, K. The global positioning system, geographical information systems and remote sensing. In Setchell, J. M & Curtis, D. J. (Eds.). *Field and laboratory methods in primatology*, 2003, pp. 57-73.

ISELL, L. A., PRUETZ, J. D. & YOUNG, T. P. Movements of adult female vervets (*Cercopithecus aethiops*) and pata monkeys (*Erythrocebus patas*) as estimators of food resource size, density, and distribution. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 42, 123-133, 1998.

ISELL, L. A. Predation on primates: ecological patterns and evolutionary consequences. *Evolutionary Anthropology*, 3, 61-71, 1994.

IZAR, P., STONE, A., CARNEGIE, S. D., NAKAI, E. S. Sexual Selection, Female Choice and Mating Systems In Garber, P.A., Estrada, A., Bicca-Marques, J.C., Heymann, E. and Strier, K. (eds). *South American Primates: Testing new theories in the study of primate behavior, ecology and conservation*. Springer Press, 2008, p. 157-198.

IZAR, P., PRESOTTO, A. & FOGAÇA, M. D. Goal directed movements of *Cebus nigritus* in Atlantic Forest. In *Annals of XXII Congress of International Society of Primatology*, Edinburg, 2008.

IZAR, P. & RESENDE B. D. Métodos para o estudo do comportamento de primatas em vida livre. In: *Lógicas metodológicas: trajetos de pesquisa em Psicologia*. 1 ed. Vitória: Programa de Pós-Graduação em Psicologia da UFES e Editora GM, 2007, v.1, p. 93-117.

IZAR, P. Female social relationships of *Cebus apella nigritus* in a Southeastern Atlantic Forest: an analysis through ecological models of primate social evolution. *Behaviour*, 141, 71-99, 2004.

IZAR, P. relatório não publicado entregue a FAPESP, 2002.

IZAR, P. *Aspectos de ecologia e comportamento de um grupo de macacos-prego (Cebus apella) em área de Mata Atlântica*, SP. Tese (Doutorado em Psicologia Experimental) Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, SP, 1999.

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

IZAR, P. & Sato, T. Influência de abundância alimentar sobre a estrutura de espaçamento interindividual e relações de dominância em um grupo de macacos-prego (*Cebus apella*). In Ferrari, S. & Schneider, H. (Eds.). *A Primatologia no Brasil*, 5, Belém, 1997.

JACOBS, L. F. & SCHENK, F. Unpacking the cognitive map: the parallel map theory of hippocampal function. *Psychological Review*, 110, 285-315, 2003.

JANSON, C. H. Experimental evidence for route integration and strategic planning in wild capuchin monkeys. *Animal Cognition*, 10, 341-356, 2007.

JANSON, C.; BYRNE, R. What wild primates know about resources: opening up the black box. *Animal Cognition*, 10, 357-367, 2007.

JANSON, C. Spatial movement strategies: theory, evidence, and challenges. In Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.) *On the move – how and why animals travel in groups*, The University of Chicago Press, Chicago, 2000.

JANSON, C. H. Experimental evidence for spatial memory in foraging wild capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behavior*, 55, 1229-1243, 1998.

JANSON, C. H. & DI BITETTI, M. S. Experimental analysis of food detection in capuchin monkeys: effects of distance, travel speed, and resource size. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 41, 17-24, 1997.

JERISON, H. J. *Evolution of the Brain and Intelligence*. Academic Press, New York, 1973.

JONES, J. E.; Antoniadis, E.; Shettleworth, S. & Kamil, A. C. A comparative study of geometric rule learning in nutcrackers (*Nucifraga Columbiana*), pigeons (*Columba*

livia) and jackdaws (*Corvus monedula*). *Journal of Comparative Psychology*, 116, 350-356, 2002.

KAPLAN, S. Cognitive maps, human needs and the designed environment. In W. F. E. Preiser (Ed.). *Environmental design research*. Stroudsburg: Hutchinson and Ross, 1973, pp. 275-283.

KITCHIN, R. Cognitive maps: what are they and why study them? In *Journal of Environmental Psychology*, 14, 1-19, 1994.

KITCHIN, R. & BLADES, M. *The cognition of geographic space*. London: I B. Tauris Publishers, 2002.

KOENIG, A.; BEISE, J.; CHALISE, M. K. & GANZHORN, J. U. When females should contest for food – testing hypotheses about resource density, distribution, size, and quality with Hanuman langurs (*Presbytis entellus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 42, 225-237, 1998.

LEHNER, P. N. *Handbook of ethological methods*. (2nd ed.) Great Britain: Cambridge University Press, 1996.

LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J. & RHIND, D. W. *Geographic information systems and science*. Barcelona: John Wiley & sons, Ltd., 2005.

LUDWIG, G., AGUIAR, L M. & ROCHA, V. J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do Estado do Paraná. *Neotropical Primates*, 13(3), December, 2005.

LYNCH, K. *The image of the city*. Boston: The MIT Press, 1960.

MEDIN, D. L., ROSS, B. H., MARKMAN, A. B. *Cognitive Psychology*. John Wiley & Sons, INC, Hoboken, 2005.

MENZEL, E. W. Chimpanzee spatial memory organization. *Science*, 182, 943-945, 1973.

MILLER, L. E. Fatal attack among wedge-capped capuchins. *Folia Primatologica* 69:89-92, 1998.

MILTON, K. Quo Vadis? Tactics of food search and group movement in primates and other animals. In Boinski, S. & Garber, P. A. (Eds.) *On the move – how and why animals travel in groups*, The University of Chicago Press, Chicago, 2000. pp. 375-417.

MILTON, K. Diversity of plant foods in tropical forests as a stimulus to mental development in primates. *Am. Anthropology*. 83:534-48, 1981a.

MONTEIRO, C. A. F. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo, Contexto, 2000.

NASCIMENTO, V. E. R. Cidade da Mente, Cidade Real: Percepção e Revitalização da Área Portuária do Rio de Janeiro. In: Vicente del Rio; Livia de Oliveira. (Org.). *Percepção Ambiental: A Experiência Brasileira*. 2 ed. São Paulo: Studio Nobel e Editora da Universidade Federal de São Carlos, 1996, v. 1, p. 3-22.

NAKAI, E. S. *Fissão-fusão em Cebus nigritus: flexibilidade social com estratégia de ocupação de ambientes limitantes*. Dissertação de mestrado defendida no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, Departamento de Psicologia Experimental, orient. Profa. Patrícia Izar, 2007.

NEGREIROS, O.C.; CUSTODIO FILHO, A.; DIAS, A.C.; FRANCO, G.A.D.C.; COUTO, H.T.Z.; VIEIRA, M.G.; MOURA NETTO, B.V.. Análise estrutural de um trecho de floresta pluvial tropical, Parque Estadual de Carlos Botelho, Núcleo Sete Barras (SP - Brasil). *Revista do Instituto Florestal, São Paulo*, 7, 1 – 33, 1995.

NOSER, R., BYRNE, R. W. Travel routes and planning of visits to out-of-sight resources in wild chacma baboons, *Papio ursinus*. *Animal Behavior*, 73, 257-266, 2007.

O'KEEFE, J., & NADEL, L. *The hippocampus as a cognitive map*. Oxford University Press, Oxford, 1978.

OTTONI, E. B. & MANNU, M. Semi-free ranging tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*) spontaneously use to crack open nuts. *International Journal Primatology*:22, 347-358, 2001.

PEARCE, John M. *Animal Learning & Cognition – an introduction*. Psychology Press: Slovenia, 2008.

PERES, C. A. Structure and spatial organization of an Amazonian terra firme Forest primate community. *Journal of Tropical Ecology*, 9, 259-276.

PESTANA, A. *Elementos de cartografia*. Instituto superior de engenharia do Porto, 2008.

POTI, P.; BARTOLOMMEI, P. & SAPORITI, M. Landmark use by *Cebus apella*. *International Journal of Primatology*, 26, 921-948, 2005.

POTI, P. Aspects of spatial cognition in capuchins (*Cebus apella*): frames of reference and scale of space. *Animal cognition*, 3, 69-77, 2000.

POUCET, B. Spatial cognitive maps in animals: new hypotheses on their structure and neural mechanisms. *Psychological review*, 100 (2), 163-182, 1993.

PRESOTTO, A., ROCHA, Y. T. & IZAR, P. Geographic and geopositioning technologies use in Rain Forests: Contribution to primatological field work with wild Capuchins (*Cebus nigritus*) living in the Brazilian Atlantic Forest. In *Annals of American Association of Geography*, Boston, 2008.

PRESOTTO, A. & IZAR, P. Weather conditions affect traveling patterns of black-capped capuchins (*Cebus nigritus*) in Atlantic Forest. In *Annals of XXII Congress of International Society of Primatology*, Edinburg, 2008.

PRUETZ, J. D. & ISBELL, L. A. Correlations of food distribution and patch size with agonistic interactions in female vervets (*Chlorocebus aethiops*) and pata monkeys (*Erythrocebus patas*) living in simple habitats. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49, 38-47, 2000.

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

ROBBINS, M. M. & McNEILAGE, A. Home range and frugivory patterns of mountain gorillas in Bwindi impenetrable National Park, Uganda. In *International Journal of Primatology*, v. 24, n.3 june, 2003.

RYLANDS, A. B., KIERULFF, M. C., MITTERMEIER, R. A. Notes on the Taxonomy and Distributions of the Tufred Capuchin Monkeys (*Cebus*, Cebidae) of South America. *Ludiana*, 6, 97-110, 2005.

SNAITH, T. V. & CHAPMAN, C. A. Towards an ecological solution to the folivore paradox: path depletion as an indicator of within-group scramble competition in red

colobus monkeys (*Ptilocolobus tephrosceles*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 00, 1-6, 2005.

SHETTLEWORTH, S. J. & SUTTON, J. E. Multiple systems for spatial learning: Dead reckoning and beacon homing in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 31, 125–141, 2005.

SHETTLEWORTH, S. J. *Cognition, evolution and behavior*. Oxford University Press. New York, 1998.

SPIRONELO, W. R. The brown capuchin monkey (*Cebus apella*). Ecology and home range requirements in Central Amazonia. In Bierregaard, R. O., Gascon Jr., C., Lovejoy, T. E. & Mesquita R., (Eds). *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. New Haven & London: Yale University Press, 2001, pp. 271-283.

SPIRONELO, W. R. Range size of a group of *Cebus a. apella* in Central Amazonia. In *International Journal of Primatology*, 8, 522, 1987.

SPINOZZI, G. Early sensorimotor development in Cebus (*Cebus apella*). In Antinucci, F. (Ed.). *Cognitive structure and development in nonhuman primates*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Assoc., 1989.

STRIER, K.B. Effects of patch size on feeding associations in muriquis (*Brachyteles arachnoides*). *Folia Primatologica*, 52, 70-77, 1989.

TERBORG, J. *Five new world primates: a study in comparative ecology*. New Jersey: Princeton University Press, 1983.

TAIRA, J. T. *Consumo do palmito juçara (Euterpe edulis Mart.) por macacos-prego (Cebus nigritus): estratégia de forrageamento ótimo ou requinte de um gourmet?* Dissertação de mestrado defendida no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, Departamento de Psicologia Experimental, orient. Profa. Patrícia Izar Mauro, 2007.

TITARELLI, A. H. V. A Serra do Mar. *Orientação*, Instituto de Geografia, Departamento de Geografia, 7, 86-93, 1986.

TOLMAN, E. C. Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189-208, 1948.

TUAN, Y.F. *Space and Place: the perspective of experience*. University of Minnesota, Minneapolis, 2001.

TVERSKY, B. Distortions in Cognitive Maps. *Geoforum*, 23 (2), 131-138, 1992.

WANG, R. F. Between reality and imagination: when is spatial updating automatic? *Perception and Psychophysics*, 66(1), 68-76, 2004.

WANG, R. F., & BROCKMOLE, J. R. Human navigation in nested environments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 29, 398-404, 2003.

WANG, R. F. & SPELKE, E. S. Human spatial representation: insights from animals. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(9), 376-382, 2002.

WANG, R. F., HERMER, L., & SPELKE, E. S. Mechanisms of reorientation and object localization by human children: a comparison with rats. *Behavioral Neuroscience*, 113, 475-4, 1999.

WEHNER, R. & SRINIVASAN, M. V. Searching behavior of desert ants, genus *Cataglyphis* (*Formicidae hymenoptera*). *Journal of Comparative Physiology*, 142, 315-338, 1981.

VALERO, A. & BYRNE, R. W. Spider monkey ranging patterns in Mexican subtropical forest: do travel routes reflect planning? *Animal Cognition*, 10:305-315, 2007.

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

ANEXO 1: Coordenadas Geográficas descarregadas direto do GPS Map 60 CSx, arquivo chega em .txt e precisa ser transformado em .xls para a entrada dos dados de varredura.

H SOFTWARE NAME & VERSION

I GPSU 4.93 01 REGISTERED to 'Patricia Izar'

S DateFormat=dd/mm/yyyy

S Units=M,M

S SymbolSet=2

H R DATUM

M E WGS 84 100 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM

U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T O Alt(m) Prox. Comment

W 001 23J 199133 7335269 Waypoint I E 721.8 ##### 12-JUN-08 10:21:42AM

W 002 23J 199112 7335254 Waypoint I E 782.6 ##### 12-JUN-08 11:11:23AM

W 003 23J 199094 7335220 Waypoint I E 783.4 ##### 12-JUN-08 11:30:04AM

W 004 23J 199094 7335164 Waypoint I E 784.6 ##### 12-JUN-08 11:35:12AM

W 005 23J 199091 7335137 Waypoint I E 787.2 ##### 12-JUN-08 11:40:39AM

W 006 23J 199090 7335099 Waypoint I E 786.5 ##### 12-JUN-08 11:45:43AM

W 007 23J 199096 7335092 Waypoint I E 789.1 ##### 12-JUN-08 11:50:01AM

W 008 23J 199065 7335061 Waypoint I E 785.8 ##### 12-JUN-08 12:05:31PM

W 009 23J 199048 7335067 Waypoint I E 787.2 ##### 12-JUN-08 12:10:32PM

W 010 23J 199008 7335066 Waypoint I E 804.3 ##### 12-JUN-08 12:35:30PM

W 011 23J 198985 7335105 Waypoint I E 816.5 ##### 12-JUN-08 12:45:12PM

W 012 23J 198964 7335108 Waypoint I E 818.2 ##### 12-JUN-08 12:50:23PM

W 013 23J 198929 7335142 Waypoint I E 807.9 ##### 12-JUN-08 12:55:06PM

W 014 23J 198914 7335174 Waypoint I E 799.0 ##### 12-JUN-08 1:00:42PM

W 015 23J 198939 7335255 Waypoint I E 789.6 ##### 12-JUN-08 1:06:23PM

W 016 23J 198938 7335338 Waypoint I E 781.4 ##### 12-JUN-08 1:17:50PM

W 017 23J 198981 7335382 Waypoint I E 776.9 ##### 12-JUN-08 1:31:11PM

W 018 23J 198997 7335366 Waypoint I E 788.4 ##### 12-JUN-08 1:57:13PM

[illegible]

[illegible]

124	125	464	17/04/07	17:00	23J	198481	7335372	806										for ins	3Jov+Olivia
125	126	465	17/04/07	17:05	23J	198498	7335355	817										for ins	3Jovs
126	127	465	17/04/07	17:10	23J	198498	7335355	817										for ins	3Jovs
127	128	466	17/04/07	17:15	23J	198489	7335323	823										des+for	2ind
128	129	466	17/04/07	17:20	23J	198489	7335323	823										desloc	2ind
129	130	467	17/04/07	17:25	23J	198465	7335338	811										for ins	3inds
130	131	467	17/04/07	17:30	23J	198465	7335338	811										for ins	3inds
131	132	467	17/04/07	17:35	23J	198465	7335338	811										for ins	3inds
132	133	136	17/04/07	17:40	23J	198465	7335338	811										for ins	3inds
133	134	467	17/04/07	17:45	23J	198465	7335338	811										for brom	3ind
134	135	468	17/04/07	17:50	23J	198481	7335354	821										for brom	2ind
135	136	468	17/04/07	17:55	23J	198481	7335354	821					254	+20					
136	137	468	17/04/07	17:55	23J	198481	7335354	821					Dormida	copaiba	254	+20			

Ceu	Dist	T	Veloc	obs	vmanrep50	vmanrep80	Vfonte50	Vfonte80	vnada	vfontevisual
nublado	0	5								
	0	5	0	passador						
	53,3	5	639,6							
	6,79	5	81,48							
	46,47	5	557,64							
	72,06	5	864,72	trilha U						
	13,71	5	164,52	trilha U						
	47,78	5	573,36							
	33,34	5	400,08							
	40,5	5	486							
	36,09	5	433,08							
	43,08	5	516,96							
	52,55	5	630,6	passador 19 passador monos					543,51	
		5	0	passador 19						
		5	0	passador 19						
	92,87	5	1114,44							
	34,47	5	413,64	4TR agonistica						
	45,29	5	543,48	ranchoxestrada						
	57,28	5	687,36							
	62,24	5	746,88							
	57,18	5	686,16							
	60,72	5	728,64	repetida de 15/04/07	702,94286	698,66	702,9429	698,66		
	28,47	5	341,64	roncador						
	120,92	3	2418,4	passaram em 14/04/07			1380,02	1380,02		
	32,65	7	279,8571	ft repetida de 14/04 e 15/04/07						279,85714

[illegible]

	27,02	5	324,24							
		5	0							
	15,86	5	190,32							
	64,93	5	779,16	perdemos						
	7,71	5	92,52	troquei o ponto 262 pelo 423 - que esta correto						
	200,25	5	2403							
	76,82	5	921,84							
		5	0							
	4,03	5	48,36							
		5	0							
		5	0							
	28,85	5	346,2							
	18,83	5	225,96	local repetido 15/04/07						
		5	0							
	26,3	5	315,6							
	29,28	5	351,36			582,615	627,1629			
		5	0							
	58,44	5	701,28							
	40	5	480							
	31,18	5	374,16							
	41,83	5	501,96							
		5	0							
	20,41	5	244,92	descanso				460,46		
		5	0	descanso						
		5	0	descanso						
		5	0	descanso						
	28,8	5	345,6							
	35,66	5	427,92	roncador						
	13,13	5	157,56							
	25,86	5	310,32							
	21,84	5	262,08							
	46,8	5	561,6							
	10,31	5	123,72							

	36,82	5	441,84							
	35,84	5	430,08	voc chamado						
	30,1	5	361,2	voc chamado						
	22,43	5	269,16	voc chamado						
	36,73	5	440,76	voc chamado						
		5	0							
		5	0							
	40,47	5	485,64	voc chamado						
	30,59	5	367,08							
	35,81	5	429,72							
		5	0	ruiva carreg infante						
	26,21	5	314,52	lagua						
	17,83	5	213,96							
	23,28	5	279,36							
	28,45	5	341,4		345,67	358,05	345,6733	358,05		
	14,72	5	176,64							176,64
		5	0							
		5	0							
	47,62	5	571,44						571,44	
		5	0							
		5	0							
	45,96	5	551,52							
	2,28	5	27,36							
	32,57	5	390,84						323,24	
		5	0							
		5	0							
	30,99	5	371,88							
	38,23	5	458,76							
	41,72	5	500,64							
	67,36	5	808,32							
		5	0							
	56,98	5	683,76	1kmxencontro area repetida de 13/04/07						
	45,2	5	542,4							

[illegible]