Universidade de São Paulo

Instituto de Psicologia

Departamento de Psicologia Experimental

IRENE DELVAL

**Efeito do clima sobre a navegação de macacos-prego
(*Sapajus nigritus*) em área de Mata Atlântica**

**São Paulo
2014**

IRENE DELVAL

Efeito do clima sobre a navegação de macacos-prego (*Sapajus nigritus*)
em área de Mata Atlântica
(Versão Corrigida)

Dissertação apresentada ao Instituto de
Psicologia da Universidade de São Paulo
para a obtenção do Título de Mestre em
Psicologia

Área de Concentração: Psicologia
Experimental – Comportamento Animal

Orientadora: Prof^a. Dra. Patrícia Izar

São Paulo
2014

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

Catálogo na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Delval, Irene.

Efeito do clima sobre a navegação de macacos-prego (*Sapajus nigritus*) em área de Mata Atlântica / Irene Delval; orientadora Patrícia Izar. -- São Paulo, 2014.

92 f.

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

1. Cognição 2. Orientação espacial 3. Sazonalidade 4. Precipitação
5. Temperatura 6. Macacos-prego I. Título.

BF311

FOLHA DE APROVAÇÃO

IRENE DELVAL DEMONTE

Efeito do clima sobre a navegação de macacos-prego (*Sapajus nigritus*) em área de Mata Atlântica

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Mestre em Psicologia

Área de Concentração: Psicologia Experimental – Comportamento Animal

Orientadora: Prof^a. Dra. Patrícia Izar

Dissertação defendida e aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof.(a)Dr.(a)_____

Instituição:_____Assinatura:_____

Prof.(a)Dr.(a)_____

Instituição:_____Assinatura:_____

Prof.(a)Dr.(a)_____

Instituição:_____Assinatura:_____

Caminante, son tus huellas
el camino y nada más;
caminante, no hay camino,
se hace camino al andar.

Al andar se hace camino
y al volver la vista atrás
se ve la senda que nunca
se ha de volver a pisar.

Caminante no hay camino
sino estelas en la mar...

Caminante no hay camino, se hace camino al andar

Antonio Machado

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à professora Patrícia, pela enorme paciência, pela confiança depositada em mim e pelo otimismo que me transmitiu ao longo de inúmeras reuniões, e-mails e trocas de ideia em geral. Ao longo destes anos aprendi que todos os problemas se resolvem com trabalho. Obrigada.

À Sônia, Ana Láura, Gisele e Wilma quem me ajudaram com as burocracias próprias da vida acadêmica, muitas mesmo, que eu desconhecia antes de entrar no PSE.

À Olivia e o Luiz, que foram meu primeiro contato com os macacos-prego de vida livre, me transmitindo paixão e entusiasmo. Sem esse inicial recebimento a gente não teria voltado e chegado até aqui.

Ao Luquitas por escutar todas minhas histórias sobre pequenas desgraças cotidianas com os dados, os arquivos, os prazos de entrega, as burocracias, o síndrome da página em branco, etc., como se fossem histórias interessantes e com um sorriso sempre no rosto. As suas dicas e apoio foram essências para eu não desistir e para entender que tudo forma parte do processo.

Aos demais colegas do laboratório de Etologia Cognitiva, que também me escutaram e acompanharam neste processo, com a infinita empatia do eterno estudante: Noemi, Michele, Mari, Bia, Meiry, Anna, Luíza, Camila, Clara, Kamila, Zé, Renata, Rachel, Eliza, Marcos. Com cada um de vocês posso lembrar-me de convenientes conversas que me ajudaram a desenvolver melhor este trabalho.

À Andrea pelas dicas para o “confronto” inicial com os dados e com o desafio do ArcGIS. Também pela paciência lendo este trabalho.

Ao Agustín, quem apareceu no final deste processo, tentando resolver todos os problemas de uma vez, e quem me fez compreender que a gente vai falar sempre portunhol.

Ao Marcelo, sem dúvida a melhor companhia que eu podia ter meu no caminho.

Aos meus pais por me permitir perseguir os sonhos, embora isso tenha me afastado (fisicamente) deles, e por serem um exemplo a seguir.

Aos amigos que deixei na Espanha e que me recebem sempre como se tivéssemos encontrado ontem: Rocío, Ana, Ángela, Eva, Sara, Arturo, Pulgui, Secho, Gustavo, Yusef, Raúl, Jaime, Céspe... Sem vocês eu não seria quem eu sou hoje.

À CAPES pela pelo apoio financeiro, a bolsa que me permitiu sobreviver uma boa parte deste longo caminho.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), quem me forneceu altruistamente uma parte importante dos dados.

À equipe estatística do IP/USP: Prof. Dr. José Siqueira e Luiz Silva dos Santos, pela paciência e persistência.

Ao Brasil por ser um país acolhedor, onde todo mundo cabe.

E, finalmente, agradeço a você, leitor, por estar decifrando este trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 NAVEGAR COMO ADAPTAÇÃO	13
1.2 COGNIÇÃO ESPACIAL	15
1.3 COGNIÇÃO ESPACIAL EM PRIMATAS	16
1.3.1 COGNIÇÃO ESPACIAL EM MACACOS PREGO	18
1.4 INFERINDO REPRESENTAÇÕES A PARTIR DO COMPORTAMENTO	18
1.4.1 LINEARIDADE E VELOCIDADE	19
1.4.2 TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO	20
2 OBJETIVO	22
2.1 HIPÓTESES E PREVISÕES	22
2.2 JUSTIFICATIVA	23
3 METODOLOGIA	25
3.1 ÁREA DE ESTUDO	25
3.2 SUJEITOS	27
3.2.1 O MACACO-PREGO	27
3.2.2 O GRUPO DE ESTUDO	30
3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	32
3.3.1 DADOS METEOROLÓGICOS	33
3.3.2 DADOS COMPORTAMENTAIS	33
3.3.3 DADOS GEOGRÁFICOS	34
3.4 VARIÁVEIS	35
3.4.1 VARIÁVEIS INDEPENDENTES: AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	35

3.4.2	VARIÁVEIS DEPENDENTES: OS PADRÕES DE DESLOCAMENTO	37
3.4.3	CO-VARIÁVEIS	39
3.5	ANÁLISE DE DADOS	40
3.5.1	MONTAGEM DE PLANILHAS DE DADOS	41
3.5.2	MAPEAMENTO	41
3.5.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
4	RESULTADOS	43
4.1	O CLIMA NO PECB: A VARIÁVEL INDEPENDENTE DESTA PESQUISA	43
4.2	OS PADRÕES DE DESLOCAMENTO DOS MACACOS-PREGO NO PECB: A VARIÁVEL DEPENDENTE DESTA PESQUISA	49
4.2.1	VELOCIDADE	51
4.2.1.1	Velocidade para fruteira	51
4.2.1.2	Velocidade para dormida	55
4.2.1.3	Velocidade em segmentos sem objetivo	57
4.2.2	LINEARIDADE	59
4.2.2.1	Linearidade para fruteira	62
4.2.2.2	Linearidade para dormida	64
4.2.2.3	Linearidade em segmentos sem objetivo	65
4.2.2.4	Linearidades totais do dia	66
4.2.3	DISTÂNCIA DIÁRIA PERCORRIDA (DDP)	67
4.2.4	FONTES DE ALIMENTO AGREGADO	70
4.3	RESUMO DOS RESULTADOS	71
5	DISCUSSÃO	74
5.1	A PRECIPITAÇÃO AFETA A NAVEGAÇÃO DE S. NIGRITUS NO PECB?	74
5.2	A TEMPERATURA AFETA A NAVEGAÇÃO DE S. NIGRITUS NO PECB?	78
6	CONCLUSÕES	80
	BIBLIOGRAFIA	81

Índice de figuras

Figura 1. Localização do PECB e da área de vida do grupo Pimenta_____	25
Figura 2. Vista do interior do PECB_____	26
Figura 3. Distribuição aproximada das espécies do gênero <i>Sapajus</i> nas regiões neotropicais_____	29
Figura 4. Representação gráfica das “Paradas”_____	38
Figura 5. Exemplo de rota dos macacos-prego estudados no PECB, do dia 29 de fevereiro de 2009, construída com o software ArcGIS_____	42
Figura 6. Temperatura e Precipitação 2007-2010_____	44
Figura 7. Histograma de frequências da precipitação na nossa amostra (lilás) e no total de tempo transcorrido na coleta de dados (verde)_____	46
Figura 8. Proporção de dias com e sem chuva, no total do período de coleta e nos dias amostrados_____	47
Figura 9. Histograma de Frequências das temperaturas máximas, mínimas e médias diárias ao longo do período total de coleta de dados (2007-10)_____	47
Figura 10. Histograma de Frequências das temperaturas máximas, mínimas e médias diárias nos 123 dias amostrados_____	48
Figura 11. Frequências dos tipos de deslocamento computados para o grupo de <i>S. nigritus</i> Pimenta 1 no PECB durante a coleta de dados 2007-2010_____	50
Figura 12. Box-plot com as Velocidades médias (m/h) para objetivo alimentar (normalmente fruteira) até 80 m. da fonte (VF80), até 50 m. da fonte (VF50) e a menos do que 50 m (VFVisual)_____	52
Figura 13. Box plot de VF80, VF50 e VFVisual nas duas Estações_____	54
Figura 14. Box-plot com as Velocidades para formida (m/h), até 80 m. (VD80), até 50 m.(VD50) e a menos do que 50 m (VDVisual)_____	56
Figura 15. Box-plot com o total das Velocidades_____	58
Figura 16. Exemplos de linearidade diária elaborados com ArcGis._____	61
Figura 17. Box-plot com as medidas de linearidade total do dia_____	66
Figura 18. Distancia diária percorrida (DDP), em metros, e Temperaturas máxima, mínima e média (°C) ao longo dos 123 dias amostrados_____	69
Figura 19. Distância diária percorrida (DDP), em metros, para dias com e sem chuva_____	69
Figura 20. Distancia diária percorrida (DDP), em metros, conforme a Estação_____	70

Índice de tabelas

Tabela 1. Relação dos indivíduos do grupo Pimenta 1 durante o período de estudo_____	31
Tabela 2. ETOGRAMA: Definição dos termos utilizados para descrever os comportamentos registrados durante as observações do grupo “Pimenta 1” no PECB_____	34
Tabela 3. Estatísticas descritivas da Temperatura do Ar (°C) segundo o INMET e a Estação meteorológica “Weather Hawk” localizada no PECB_____	43
Tabela 4. Frequências e porcentagens de dias coletados nas duas Estações do PECB_____	44
Tabela 5. Valores máximos, mínimos e médios de Temperatura (°C) e Precipitação (mm) no PECB em 2007-2008 e 2009-2010; Temperatura média segundo Dias et al. (1995) e Precipitação média segundo Moraes (1993) no PECB_____	45
Tabela 6. Frequências dos tipos de deslocamento até parada_____	49
Tabela 7. Estatísticas descritivas das categorias de Velocidade (m/h) analisadas_____	51
Tabela 8. Estatísticas descritivas da variável Velocidade para Fonte (m/h)_____	52
Tabela 9. Estatísticas descritivas da Velocidade para Fonte (m/h) conforme as Estações____	53
Tabela 10. Estatísticas descritivas da Velocidade para Fonte (m/h) conforme a Chuva_____	54
Tabela 11. Estatísticas descritivas da Velocidade para sítio de Dormida (m/h)_____	55
Tabela 12. Estatísticas descritivas das Velocidades para Dormida (m/h) conforme as Estações_____	57
Tabela 13. Estatísticas descritivas das Velocidades para Dormida, conforme a Chuva_____	57
Tabela 14. Valores médios e desvio padrão das diferentes medidas de Velocidade _____	58
Tabela 15. Estatísticas descritivas da Velocidade em segmentos sem objetivo (VNada) em m/h, para Chuva e Estação_____	59
Tabela 16. Estatística descritiva das diferentes medidas de Linearidade_____	60
Tabela 17. Exemplo de 4 dias das diferentes medidas de linearidade_____	60
Tabela 18. Médias das medidas da Linearidade conforme as Estações e dias com Chuva____	63
Tabela 19. Valores médio, máximo e mínimo da distância diária percorrida (DDP), em metros, para os 123 dias_____	68
Tabela 20. Valores médio, máximo e mínimo da distância diária percorrida (DDP), em m/h por período de coleta e por estações_____	68
Tabela 21. Resumo dos resultados: relações entre VIs e VDs_____	73

Resumo

Delval, I. (2014). *Efeito do clima sobre a navegação de macacos-prego (Sapajus nigritus) em área de Mata Atlântica*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

No estudo da cognição espacial de primatas selvagens, a capacidade de representação da localização espacial de objetivos é habitualmente inferida por mudanças no padrão de deslocamento. A maioria das pesquisas nessa área observa se existem variações na linearidade e velocidade, em função do objetivo. Contudo, poucas pesquisas têm estudado se outros fatores poderiam afetar esses padrões, como variáveis climáticas. O objetivo deste trabalho foi verificar se variações em precipitação e temperatura modificam os padrões de deslocamento de um grupo de macacos-prego da Mata Atlântica. Os macacos foram acompanhados por um ano durante as duas estações consideradas para coletar dados comportamentais. Os dados climáticos foram fornecidos pelo INMET e as rotas foram coletadas com tecnologia GPS. Analisaram-se segmentos diários para objetivos espaciais e segmentos sem objetivo. Em cada segmento calculou-se velocidade e linearidade. Os resultados mostraram que existiu pouca influência da chuva nas variáveis controladas. Entretanto, algumas medidas de linearidade foram afetadas significativamente pela temperatura. Por incluir mudanças da distribuição do alimento, a sazonalidade foi mais explicativa de velocidade e linearidade que as variáveis climáticas. Nossos resultados sugerem que mudanças de velocidade e linearidade em deslocamentos para objetivo são indicadores confiáveis de representação de localização espacial.

Palavras-chave: cognição; orientação espacial; sazonalidade; precipitação; temperatura; macacos-prego.

Abstract

Delval, I. (2014). *Weather Effects on Navigation Patterns of Capuchin Monkeys (Sapajus nigritus) in the Atlantic Forest*. MSc thesis, Institute of Psychology, University of São Paulo, São Paulo.

In studies of wild primates' spatial cognition by means of natural observation, changes in navigation patterns, particularly travel speed and linearity depending on the spatial target, are usually considered as indicative of the ability of representing and locating spatial goals. However, few investigations have considered whether other factors, such as climatic conditions, could be affecting those navigation patterns. Our goal here was to verify if variations on rainfall and temperature can modify the navigation patterns of a black capuchin monkeys' group in the Brazilian Atlantic Forest. For collecting behavioural data, the group was followed during a year in both seasons. The National Institute of Meteorology (INMET) provided the weather data and routes were collected with GPS technology. Goal and non-goal daily segments were analyzed. For each segment, travel speed and linearity index were calculated. Results showed that there was little influence of rainfall on the controlled variables. Nevertheless, some measurements of linearity were influenced by temperature. Seasonality was a better predictor of travel speed and linearity than weather conditions due to changes in food distribution. Our results suggest that changes in travel speed and linearity towards goals are good indicators of the representation of spatial locations.

Key-words: cognition; spatial orientation; seasonality; rainfall; temperature; capuchin monkeys

1 INTRODUÇÃO

1.1 Navegar como adaptação

Define-se “navegação” como o processo pelo qual um animal utiliza as pistas disponíveis no ambiente para chegar numa localização determinada (Silverman e Choi, 2005). Muitas espécies animais, desde insetos, aves ou mamíferos se deslocam pelos seus ambientes à procura de comida, refúgio ou parceiros sexuais, assim como para evitar serem predados. Assim, navegar é uma habilidade essencial para a sobrevivência e aptidão de qualquer espécie de animal móvel. Por exemplo, é bem conhecida a surpreendente migração sazonal da borboleta monarca (*Danaus plexippus*), percorrendo centenas de quilômetros na busca do lugar adequado para se reproduzir (Brower, 1996; Reppert et al., 2010). Outros insetos como, por exemplo, as formigas do deserto (*Cathaglyphis spp.*: Collet et al. 1998), as abelhas (*Apis mellifera*: Gould, 1986.) ou as vespas (*Philantus spp.*: Timbergen, 1951) saem todo o dia do ninho à procura de alimentos, se deslocam por centenas de metros (o equivalente a milhares de vezes seu tamanho corporal) e conseguem retornar a ele com incrível precisão. A gaivota tridáctila (*Rissa tridactyla*: Alcock, 2001) também retorna ao ninho após se ausentar por dias ou semanas para procurar comida para seus filhotes. O caçador-coletor bosquímano consegue se orientar no deserto de Kalahari quando procura por água (Widlok, 1997) e nós, habitantes de grandes centros urbanos, todos os dias saímos de casa e percorremos distâncias conhecidas ou desconhecidas, para determinados lugares.

Em qualquer um destes exemplos, o animal precisa possuir algum tipo “representação” sobre seu objetivo, sua localização e sobre como chegar até ele, para navegar de forma eficiente até atingi-lo. Embora não exista um consenso sobre sua definição, o termo “representação” constitui um conceito central na Psicologia Cognitiva. Esse termo refere-se aos modos com que o cérebro é capaz de extrair, armazenar e manipular informação sobre o ambiente (Gómez, 2007). Assim, no processo de tomada de decisões, o sujeito se baseia em informações que não procedem diretamente da percepção imediata, mas da memória, da inferência ou de um “insight”¹. O indivíduo compara a

¹ Insight é um termo da Psicologia Cognitiva que pode se traduzir como “visão interna” ou intuição. Na prática constitui uma “revelação”.

situação atual com outra experimentada antes ou infere o que pode acontecer se se modificam certos aspetos da situação atual. Isto é o que Piaget (1952) chamou “ensaio-erro mental”.

Existe um grande número de estudos que apoiam a hipótese de que os animais, sob determinadas condições, constroem uma representação sobre o espaço que os rodeia (Tolman, 1948; O’Keefe e Nadel, 1978; Gallistel, 1990), porém, isto não significa que os animais se orientem exclusivamente mediante esse mecanismo (Poucet, 1993). Respostas específicas ante determinados estímulos, ou associações condicionadas são estratégias eficientes ante inúmeras situações (e.g., seguimento de feromônios da abelha *Trigona*: Lindauer, 1961).

Assim, pode-se afirmar que a capacidade de usar adequadamente as informações disponíveis sobre o espaço e os objetos que o ocupam é uma habilidade crucial para a sobrevivência e aptidão de qualquer animal (Tomasello e Call, 1997). Visto que os ambientes a que os animais estão expostos são muito diversos, podemos esperar adaptações específicas para navegar neles (Shettleworth, 1998). É por isso que as características, tamanho e duração, das viagens variam significativamente de espécie a espécie. Algumas espécies só se deslocarão por alguns metros ao longo da sua vida, enquanto outras farão migrações de milhares de quilômetros (Silverman e Choi, 2005).

Quando dizemos que um animal possui uma adaptação para o seu ambiente, estamos nos referindo a traços herdáveis, moldados pela seleção natural e mantidos por benefícios para a aptidão (Williams, 1966). Por essa perspectiva, não isenta de polêmica (pois um determinado traço pode ter evoluído em condições que já não existem mais; i.e. Alcock, 2001), as pressões seletivas atuaram sobre os mecanismos de memória, aprendizagem, percepção e tomada de decisões, dando lugar às diferentes representações do ambiente que os animais possuem. Assim, as tentativas de explicar diferenças nas estratégias de navegação usadas pelos animais, têm sido habitualmente baseadas no princípio de otimização, sob a premissa de que as características comportamentais evoluídas para cada espécie refletem uma relação ótima de custos-benefícios que melhora a aptidão. Porém, esse raciocínio corre risco de circularidade, pois a única prova da melhora na aptidão do animal e, portanto, de que é a opção ótima, é que o comportamento tenha se mantido. O

conceito de otimização se torna assim polêmico e dificilmente testável, mais ainda no caso de navegar do jeito “ótimo”.

Desse modo, o comportamento de exploração, que é reflexo das representações espaciais que os animais possuem, pode ter sido moldado pela seleção natural, adaptado para condições ancestrais que já não estão presentes, mas também pode ser adaptado para mudanças constantes sendo muito plástico, flexível, capaz de responder aos ambientes específicos que os animais enfrentam.

1.2 *Cognição Espacial*

A área da ciência interessada no estudo dos mecanismos cognitivos envolvidos no deslocamento denomina-se Cognição Espacial. Cognição refere-se a processos de aquisição, armazenagem e recuperação, manipulação e uso de informação ou conhecimento, e implica sempre certa “flexibilidade” (Bruner, 1972); enquanto que as propriedades espaciais abrangem conceitos tais como localização, tamanho, distância, separação, forma e movimento (Smelser e Baltes, 2001).

Pela complexidade e amplitude do conceito, o estudo da cognição espacial nutre-se de áreas muito diversas que vão desde a Biologia até a Geografia, passando pela Psicologia, a Etologia, a Socioecologia ou a Neurociência. Essa multidisciplinaridade faz da cognição espacial uma área de estudo muito abrangente e complexa, podendo-se pesquisar, por exemplo, o efeito das representações espaciais no comportamento, no desenvolvimento ou em termos da procura do substrato neural (Burgess, 2008).

Os mecanismos utilizados pelos animais para navegar têm sido amplamente estudados (para revisão ver Gallistel, 1990; Shettleworth, 1998,). Tradicionalmente, desde a perspectiva da Psicologia e Etologia Cognitiva, o estudo da cognição espacial classifica os sistemas referenciais usados pelos animais dentro de duas categorias: de um lado, em um sistema egocêntrico o próprio corpo do organismo serve de referência para localizar os objetos no espaço. As representações egocêntricas se identificam habitualmente com o uso de marcos espaciais e são também denominadas mapas topológicos, mapas de redes (Janson, 2000) ou mapas de rotas habituais (Di Fiore e Suarez, 2007; Valero e Byrne, 2007). Do outro lado, possuindo um sistema de representação alocêntrico, o organismo se orienta

por meio de características do ambiente, independente da localização do próprio corpo (Iachini e Ruggiero, 2006) como, por exemplo, a posição do sol ou o campo magnético da Terra. O sistema referencial aloccêntrico se denomina também mapa Euclidiano (Janson, 2000; Normand e Boesch, 2009), representação geométrica (Piaget e Inhelder, 1956) ou Mapa Cognitivo (Tolman, 1948; O'Keefe e Nadel 1978; Gallistel, 1990).

Por muito tempo, as pesquisas em Cognição Espacial com diferentes espécies animais têm tido por objetivo identificar, a partir da observação do comportamento, os mecanismos de orientação usados pela espécie estudada, para depois inferir o uso de um sistema de orientação egocêntrico, aloccêntrico ou ambos. Assim, por exemplo, Gould (1986) estudou o uso de marcos espaciais em abelhas (*Apis mellifera linguistica*), para depois inferir uso de representações aloccênicas em invertebrados.

Nos últimos anos, esse interesse pela identificação e diferenciação de sistemas referenciais usados pelas diferentes espécies (p.e.: Gould, 1986; Dyer, 1991; Nadel, 1990; Wang e Spelke, 2002) parece ter se suavizado, mudando o foco para a observação de como ambos os sistemas referenciais interagem e combinam em função de mudanças ambientais ou da escala espacial (Benhamou, 1997; Burgess, 2006; Jacobs, 2003; Klatzky, 1998; Mou e Mc Namara, 2002; Presotto e Izar, 2010).

Neste trabalho, tentaremos compreender o efeito das representações espaciais no comportamento de primatas de vida livre, aprofundando no efeito de determinadas interferências ecológicas que poderiam alterar a percepção e, portanto, os padrões de navegação dos macacos.

1.3 Cognição espacial em primatas

Como para outras espécies móveis, para os primatas é de vital importância saber onde, quando e o que achar em determinados lugares (Cunningham e Janson, 2007a; Janson e Byrne, 2007). Assim, afirma-se que uma grande parte da capacidade cognitiva dos primatas tem a função de manejar informação espaço-temporal sobre o ambiente e os objetos e sujeitos que o ocupam (Tomasello e Call, 1997). A habilidade de lembrar-se de lugares fora do alcance da vista (onde), saber quais frutos, folhas ou insetos são comestíveis e quais são tóxicos ou devem ser evitados (o que) e em que momento esses frutos vão estar maduros

(quando), são comportamentos socialmente aprendidos que demandam o uso de representações.

O estudo da cognição espacial em primatas tem sido abordado habitualmente por uma perspectiva socioecológica (Boinski e Garber, 2000). Os modelos sociológicos (Isbell, 1991; Sterck et al., 1997; van Schaik, 1989; Wrangham, 1980) supõem o controle das variáveis independentes para responder às perguntas de como e por que viver em grupos sociais, tentando responder questões próximas e últimas (Tinbergen, 1963). O reconhecimento desses fatores sociais e ecológicos passa pela consideração das múltiplas variáveis que intervêm nesse processo (e.g. distribuição do alimento, competição por alimento, pressão predadora, seleção e conflito sexual, evitar o risco de infanticídio, inércia filogenética, variáveis climáticas). A relação entre fatores sociais e ecológicos afetará a cognição e o comportamento dos animais, o que tem sido chamado “cognição socioecológica” (Cunningham e Janson, 2007a). Um bom exemplo dessa cognição socioecológica seriam as decisões de forrageamento que os animais exibem, muitas vezes socialmente influenciadas. Por exemplo, experimentos com macacos-prego cativos têm mostrado que, inclusive na ausência de recompensa, os macacos tendem a explorar os mesmos lugares que anteriormente exploraram coespecíficos (Bonnie e De Waal, 2007). Na natureza, o status social pode determinar a demora em explorar uma fonte de alimento achada por coespecíficos (Di Bitteti e Janson, 2001).

O estudo da cognição espacial em primatas centra-se em inferir os processos cognitivos que intervêm nas decisões que estes animais tomam enquanto se deslocam em seu hábitat. Isto significa que o interesse centra-se em entender como o animal constrói uma representação do seu objetivo e quais mecanismos usa para atingi-lo.

Em primatas, os mecanismos de orientação espacial têm sido amplamente estudados. Uma grande parte destes estudos tem sido feita por experimentos para testar a existência de memória espacial e uso diferenciado de sistemas de referência. Algumas dessas pesquisas consistiram em experimentos com primatas cativos (e.g., Boesch e Boesch, 1984; Bonnie e De Waal, 2007; Gouteux et al., 2001; Menzel, 1973; Menzel e Juno, 1985; Potì, 2000) e outros foram experimentos em condições naturais (e.g., Menzel, 1991; Janson e Di Bitteti, 1997; Janson, 1998, 2000).

Com primatas selvagens, numerosos estudos têm demonstrado o uso de rotas habituais (*Pongo pymaeus*: MacKinnon, 1974; *Allouata palliata*: Milton 2000; *Papio Anubis*: Byrne, 2000; *Lagothrix poeppigii* e *Ateles belzebuth*: Di Fiore e Suarez 2007), um sistema de referência egocêntrico, que se identifica como o uso de mapas topológicos. Porém, como dito acima, ambos os sistemas referenciais assinalados não são necessariamente independentes, podendo se combinar. É possível, por exemplo, que macacos-prego de vida livre, quando se orientando mediante mapas topológicos, criem novas rotas na presença de marcos espaciais relevantes (Noser e Byrne, 2007), ou que combinem ambos os sistemas referenciais em função da disponibilidade e distribuição do alimento (Presotto e Izar, 2010).

1.3.1 Cognição espacial em macacos-prego

O estudo de sistemas referenciais em macacos-prego tem revelado resultados controversos. De um lado, Potì (2001) observou que macacos-prego cativos só foram capazes de se orientar mediante representações egocêntricas. Por outro lado, em experimentos naturais tem sido sugerido o uso de representações alocêntricas (Janson, 1998). Ademais, a observação naturalística tem mostrado o uso de ambos os sistemas referenciais, dependendo da qualidade e distribuição das fontes de alimento (Presotto e Izar, 2010). Estes resultados evidenciam uma grande flexibilidade na cognição espacial de macacos-prego, como já observado em humanos (Haun et al., 2006).

1.4 Inferindo representações a partir do comportamento

O principal problema da pesquisa em cognição espacial com primatas de vida livre é a dificuldade de controlar todas as variáveis implicadas. Como já dito, com macacos-prego obtiveram-se resultados conflitantes em pesquisas no cativeiro frente a investigações no ambiente natural. Essas diferenças são provavelmente devidas ao fato de que, macacos nascidos e criados em cativeiro talvez não desenvolvam as mesmas capacidades cognitivas e representacionais que seus parentes livres (Potì, 2000). Por esse motivo, uma grande parte das pesquisas em cognição espacial com primatas consiste em experimentos controlados em ambiente natural (e.g.: Bicca-Marques e Garber, 2004; Garber e Paciulli, 1997; Garber e Brown, 2006; Janson, 1996, 1998). Com primatas de vida livre, sem manipulação, não é possível controlar aonde eles vão por meio do uso de fontes artificiais, como nos desenhos

experimentais (e.g. Janson e Di Bitteti, 1997; Janson, 1998, 2007b). Assim devemos fazer inferências a partir do comportamento natural observado. Portanto, fazer as inferências adequadas se torna essencial, e o controle do máximo número possível de variáveis também.

1.4.1 Linearidade e Velocidade

Navegação para um objetivo é um comportamento esperado em animais que vivem em ambientes complexos, que devem aplicar conhecimento de distância e direção para alcançar recursos fora do alcance da vista (Garber, 2004; Milton, 1981; Shettleworth, 1998). Assim, ao detectar mudanças em padrões de deslocamento, tais como velocidade e linearidade, relacionadas com recursos valiosos/importantes, infere-se a existência de navegação para objetivo facilitada por memória espacial e as capacidades de representação (Noser e Byrne, 2007a, b). No entanto, a observação de movimentos aparentemente dirigidos para um alvo, em segmentos muito parecidos com uma linha reta, poderia estar escondendo outros fenômenos, tais como monitorar os limites da área de vida, atravessando-a periodicamente (e.g., Terbourgh e Stern, 1989), evitar o retrocesso e repetir fontes (e.g., Pyke, 1978). Um movimento mais linear também poderia ser consequência de uma piora na capacidade de orientação e localização dos objetivos, produzida pela falta de visibilidade de marcos espacial, como uma forte pluviosidade (Presotto, 2009), sendo a alternativa mais fácil seguir uma linha reta.

Por essa razão, devem-se tomar precauções metodológicas a fim de não produzir resultados enganosos. Por exemplo, para garantir que uma inferência sobre navegação para objetivo conhecido seja certa, tem sido proposto controlar para o tamanho das fontes alimentares (Janson e Di Bitetti, 1997), desde que recursos maiores são mais susceptíveis de ser detectados do que menores. Outra precaução proposta consiste em levar em consideração o comprimento dos segmentos lineares (Valero e Byrne, 2007), uma vez que deve valer a pena percorrer uma distancia maior para recursos com maiores ou melhores recompensas. Detectar mudanças de direção ao sair de uma fonte ou mancha (Valero e Byrne, 2007; Byrne et al., 2009) é também um bom sinal para confirmar a inferência de deslocamento para objetivo conhecido.

Mudanças de velocidade também são indicativas de deslocamento para objetivo. Em macacos-prego tem sido descrita uma lenta velocidade de deslocamento longe das fontes alimentares, aumentando-a à medida que os macacos se aproximam ao recurso (Janson e Di Bitetti, 1997; mas ver Normand e Boesch, 2009 para resultados no sentido inverso com chimpanzés). Este fenômeno tem sido interpretado como o resultado da competição indireta. No entanto, esse incremento ou diminuição da velocidade de deslocamento ao se aproximar da fonte pode ser produto de que os macacos apenas detectaram a fonte (Janson e Byrne, 2007). De novo, para fazer as inferências certas, é importante controlar para a distância de detecção visual da espécie (Janson, 1998).

Por conseguinte, a fim de inferir conhecimento espacial a partir da observação naturalística de padrões de navegação, deve-se controlar todas essas variáveis.

1.4.2 Temperatura e Precipitação

Nossa hipótese é que as condições climáticas (temperatura e precipitação) podem alterar a orientação de macacos-prego de vida livre, interferindo nas inferências realizadas na investigação sobre os padrões de deslocamento mostrados.

Varias pesquisas têm mostrado como os primatas adaptam seus orçamentos de atividades às variáveis sazonais (e.g., *Ateles geoffroy*: Chaves et al., 2011; Gonzalez- Zamora et al., 2011; *Macaca fuscata*: Hanya, 2004; *Macaca munzala* : Mendiratta et al., 2009; *Papio cynocephalus*: Bronikowski e Altmann , 1996; *Papio ursinus*: Hill et al, 2003 ; Van Doorn et al., 2010). Outras têm mostrado efeitos do clima e das estações na distância diária percorrida (DDP) (e.g., *Papio ursinus*: Hall, 1962; *Rhinopithecus bieti*: Ren et al., 2009), sendo esta maior no inverno, quando a disponibilidade alimentar é menor e os primatas precisam se deslocar mais para achar alimento, que no verão (mas ver Kirkpatrick et al., 1998, para resultados na direção contrária). Tem se sugerido que os macacos poderiam minimizar a DDP em tempos de escassez de alimentos para limitar as necessidades de ingestão de energia de forma indireta. Uma hipótese alternativa é que a escassez de alimentos limita diretamente a energia disponível, pelo que os primatas adaptam o tempo de deslocamento aos padrões de distribuição do alimento (Agetsuma, 1995a, b; Schoener, 1971).

Janmaat, Byrne e Zuberhübler (2006b) demonstraram que duas espécies de mangabeis (*Cercocebus atys atys* e *Lophocebus albigena johnstoni*) em Kibale, Uganda,

percebem mudanças recentes de temperatura. Os autores acharam uma relação entre a temperatura em dias anteriores e a probabilidade de que uma fonte fosse visitada ou ignorada. Estes resultados evidenciam que algumas espécies de primatas tomam decisões baseadas em informações recentes sobre o clima, a temperatura e a radiação solar, fato que tem sido considerando por alguns “uma evidência de meteorologia em macacos” (Platt, 2006, pp.: 465).

Em um estudo recente sobre sistemas referenciais com *S. nigritus*, Presotto (2009) constatou que os maiores índices de linearidade diária apareceram em dias de chuva. Esse resultado indica a possibilidade de que outros fatores estejam afetando a linearidade e velocidade que os macacos apresentam, além de memória da localização de um recurso valioso.

A ecologia cognitiva e comportamental de primatas se ocupa precisamente de estudar como estes animais enfrentam e exploram ambientes físicos que mudam espacial e temporalmente (Garber, 2004). Em linhas gerais, os ecólogos comportamentais observam como variações na disponibilidade de recursos e riscos de predação afetam ao comportamento. Enquadrados nesta perspectiva, nossa pesquisa teve por objetivo analisar se as variáveis climáticas (temperatura, chuva ou sazonalidade) podem atuar como um mecanismo proximal modificando o comportamento de navegação.

2 OBJETIVO

O presente estudo investigou se variáveis climáticas (precipitação e temperatura) podem afetar as decisões de navegação de macacos-prego, interferindo em seus padrões de deslocamento (índice de linearidade, velocidade, campo de detecção visual e número de fontes detectadas) e na distância diária percorrida (DDP) de um grupo de *Sapajus nigritus* de vida livre, no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), uma área de Mata Atlântica do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil.

Para tanto foram analisadas as respostas comportamentais dos macacos (linearidade, velocidade [considerando a distância de detecção visual das fontes] e número de fruteiras encontradas) e se estas foram modificadas conforme à mudanças no clima (ver item 3.3. “Variáveis”). Além disso, foi controlada a “sazonalidade” (seca e chuvosa), para verificar se as diferenças nos padrões de deslocamento explicadas por chuva e temperatura poderiam ser mais bem explicadas por diferenças nas estações do ano, que incluem outras variações. Foi também controlada a proporção de alimento com distribuição agregada ou dispersa consumida a cada dia (ver item 3.3.3. “Co-variáveis”).

2.1 Hipóteses e Previsões

Neste trabalho testamos duas hipóteses, referentes a cada variável independente, chuva e temperatura, e fizemos previsões sobre como essas variáveis afetariam as variáveis dependentes de linearidade, velocidade, distância de detecção, número de fruteiras achadas e distância diária percorrida.

Hipótese 1: A PRECIPITAÇÃO afeta a navegação de *S. nigritus* no PECB.

Se a chuva afeta a navegação dos macacos pela diminuição da visibilidade em dias com chuva (em comparação com dias sem chuva):

- Previsão 1: a velocidade de deslocamento será menor.
- Previsão 2: o deslocamento será mais linear.
- Previsão 3: o número de fruteiras achadas nesses dias será menor.
- Previsão 4: a distância diária percorrida (DDP) nesses dias será menor.

Baseando-nos nas observações feitas por Presotto (2009), esperávamos encontrar um maior índice de linearidade nas rotas diárias nos dias com chuva do que nos dias sem chuva, o que seria consequência da piora na visibilidade nestes dias.

Além disso, como foi descrito anteriormente, vários autores supõem que existe navegação para objetivo (e.g., Janson, 1998; Cunningham e Janson, 2007a; Valero e Byrne, 2007) quando os macacos deslocam-se em uma linha aproximadamente reta. Aqui, testamos se essa maior linearidade correlacionava-se também com presença de chuva. Ao mesmo tempo, esperávamos que a DDP fosse menor devido às dificuldades no deslocamento impostas pela chuva (diminuição da velocidade), e também por causa do aumento na linearidade.

Hipótese 2: A TEMPERATURA afeta a navegação de *S. nigritus* no PECB.

Previsão 1: Em dias com altas temperaturas a DDP será maior.

A distância diária percorrida (DDP) está relacionada com o tempo gasto no deslocamento dentro do orçamento de atividades. Assim, esperávamos que, nos dias com altas temperaturas, os macacos percorressem uma distância diária maior do que nos dias mais frios.

2.2 Justificativa

Em comparação com outras ordens de mamíferos, os primatas se caracterizam por um alto índice de encefalização, grandes habilidades manipulativas e cognitivas (Garber, 2004), assim como por enfrentar ambientes sociais complexos. O macaco-prego acrescenta a estas características uma grande flexibilidade, oportunismo e adaptabilidade, ocupando praticamente todos os ambientes neotropicais (Fragaszy et al., 2004), o que faz dele um sujeito ideal para o estudo das capacidades cognitivas e, portanto, também para o estudo da cognição espacial.

Existe abundante evidência de que os animais navegam em seus habitats de forma adaptativa (Shettleworth, 1998). Nos últimos anos, muitas áreas de pesquisa têm se interessado pela cognição espacial em primatas não-humanos. Assume-se que estes animais, ao viverem em ambientes com fontes alimentares nem sempre previsíveis, desenvolveram a memória espacial para localizar seus alvos.

Várias pesquisas têm estudado como funcionam os mecanismos de orientação dos primatas, baseando-se nas características dos movimentos que eles realizam como o aumento ou diminuição da velocidade quando se aproximando aos alvos (Normand e Boesch, 2009), mudanças de direção (Byrne et al., 2009) e linearidade. Porém, poucos estudaram se outras variáveis poderiam intervir nestes padrões, ou afetar as inferências que os pesquisadores obtêm a partir da pesquisa naturalística.

Nossa intenção é fazer uma contribuição metodológica ao estudo da cognição espacial em primatas testando se outros fatores, neste caso fatores climáticos, afetam o tipo de navegação que os macacos-prego usam.

É importante ressaltar que esse aspecto ainda não foi estudado para *S. nigritus* na Floresta Atlântica, que é um ambiente pouco estudado e muito ameaçado.

Não pretendemos afirmar que o clima é o fator que determina as representações espaciais e os padrões de deslocamento que os animais exibem. No entanto, acreditamos que um maior controle de possíveis variáveis e co-variáveis que possam interferir nestes processos pode ajudar a refinar o estudo da cognição espacial em condições naturalísticas. Tradicionalmente, a informação obtida a partir de observações naturalísticas tem sido relegada a descrições da história natural, enquanto a experimentação, seja de campo ou de laboratório, tem sido considerada apropriada para fornecer explicações sobre as capacidades cognitivas (Byrne e Bates, 2011). Esperamos que este trabalho possa, modestamente, contribuir para acabar com essa separação.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O presente trabalho foi realizado no Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), localizado na Serra de Paranapiacaba, entre os municípios de São Miguel Arcanjo, Sete Barras, Tapiraí e Capão Bonito, no estado de São Paulo, entre as coordenadas 24°00' a 24°15' Sul e 47°45' a 48°10' Oeste. O PECB possui uma área de 37.793,63 hectares (uns 380 km²), e faz limite com o Parque Estadual de Intervales, o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) e a Estação Ecológica de Xitué, formando um dos maiores áreas remanescentes de Mata Atlântica contínua, totalizando uma área de 116.836,99 hectares.

Figura 1. Localização do Parque Estadual Carlos Botelho e da área de vida do grupo Pimenta 1. (Fonte: GoogleEarth, 2013).

No PECB a altitude varia de 30 a 1.003 m (Domingues e Silva, 1988). O clima é subtropical úmido, com precipitação anual média dos últimos 20 anos de 1683,2 mm (Moraes, 1993), não ocorrendo déficit hídrico. De acordo com Dias et al. (1995), a média anual de temperatura é 19,01°C, com mínima de 3°C e máxima de 29°C.

A cobertura vegetal do PECB é formada por “Floresta Latifoliada Pluvial Tropical” (Negreiros et al., 1995), sendo em sua maior parte representada por floresta não perturbada ou com perturbações pouco significativas, porém alguns trechos pequenos possuem vegetação secundária (Dias et al., 1995). As principais famílias botânicas são Myrtaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Sapotaceae, Lauraceae e Rubiaceae, de acordo com o índice de valor de importância, IVI (Negreiros et al., 1995).

O dossel contínuo de uma floresta tropical gera a impressão de fartura de frutos. Porém, pesquisas de campo mostram que os sujeitos do PECB andam quilômetros para comer apenas folhas, item alimentar de baixa qualidade calórica (Taira, 2007). A oferta de frutos no PECB é sazonal, ocorrendo redução acentuada nos meses de inverno (Izar, 2004), ou seja, na estação mais seca (Izar et al., 2012).

Figura 2. Vista do interior do PECB. (Fotografia de Lucas Peternelli).

No PECB são encontradas três espécies de primatas: miqui (*Brachyteles arachnoides*), bugio (*Alouatta fusca*) e macaco-prego (*Sapajus nigritus*); assim como algumas espécies de carnívoros, potenciais predadores de primatas: onça pintada (*Panthera onca*), onça parda (*Puma concolor*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), algumas outras espécies de felinos (*Felis* spp.) e um mustelídeo, a irara (*Eira barbara*) (Beisiegel, 1999). Ocorre também

um grande predador aéreo, o gavião-pega-macaco (*Spizaetus tyrannus*) e mais nove espécies menores dos acipitrídeos (Accipitridae), família que inclui a maioria das aves de rapina diurnas.

Apesar de o risco de predação ser baixo, a densidade populacional de *S. nigritus* no PECB é pequena, provavelmente devido à baixa taxa reprodutiva, sendo estimada em 2,3 indivíduos/km² (Izar, 2004).

No período de 2001 a 2004 foram registrados 14 grupos de macacos-prego com tamanho variável de 1 a 15 indivíduos, vivendo na área (Izar, 2004). Durante a nossa coleta de dados, vários grupos de macacos-prego foram avistados nesta área: Marrom, Pimenta 1, Pimenta 2, Água da Bifurca, Testa, Pitoco, Juçara, além de alguns grupos desconhecidos. No entanto, a coleta de dados foi focada principalmente nos grupos Pimenta 1 e Testa, que são dois grupos mais habituados à presença de pesquisadores, sendo que o grupo Pimenta 1 é o estudado há mais tempo pela equipe da Prof.^a Izar e que, portanto, tem sua composição mais conhecida (ver composição do grupo Pimenta 1 na Tabela 1).

3.2 Sujeitos

3.2.1 O macaco-prego

Taxonomia e Distribuição

Os gêneros *Cebus* e *Sapajus*, até recentemente agrupados juntos no gênero *Cebus*, pertencem à ordem Primata, família Cebidae, sendo classificados junto com os micos-de-cheiro (*Saimiri spp.*) na sub-família *Cebinae* (Hugot, 1998; Fleagle, 1999; Wilson e Reeder, 2005).

Tradicionalmente, as espécies que constituíam o gênero *Cebus* eram agrupadas em dois grupos: grácil ou sem “topete” (*C. capucinus*, *C. nigrivitattus* e *C. albifrons*) e robusto ou com “topete” (até o início deste século representado por uma única espécie, *C. apella*) (Fleagle, 1999). O “topete” refere-se a um tufo de pelos no alto da cabeça dos indivíduos adultos, de coloração mais escura em comparação com o restante do corpo. O nome popular, em português, “macaco- prego” refere-se aos animais pertencentes ao segundo grupo, que o possuem. Classificações mais recentes (Wilson e Reeder, 2005; Silva Júnior,

2005; Rylands e Mittermeier, 2009; Lynch Alfaro et al., 2012) incluem uma quarta espécie de *Cebus* sem topete (popularmente denominados “caiararas”), *C. kaapori*.

O macaco-prego habita boa parte da América do Sul, incluindo Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Brasil, Argentina, Guiana Francesa, Guiana e Suriname (Fragaszy et al., 2004). No Brasil, ocupa biomas tão variados quanto a Amazônia, o Cerrado, a Caatinga e a Mata Atlântica. No início deste século, quatro subespécies de *C. apella* (*apella*, *libidinosus*, *xanthosternos* e *nigritus*) foram elevadas à categoria de espécie (Wilson e Reeder, 2005). Silva Jr. (2005) realizou uma extensa revisão do gênero, e dividiu as espécies com topete e sem topete em dois subgêneros: *Cebus* Erxleben, 1777, e *Sapajus* Kerr, 1792, respectivamente. Ele também aboliu subespécies, reconhecendo sete espécies no subgênero *Sapajus*: *Cebus* (*Sapajus*) *apella*, *C. (S.) macrocephalus*, *C. (S.) libidinosus*, *C. (S.) cay*, *C. (S.) xanthosternos*, *C. (S.) robustus*, e *C. (S.) nigritus*. Posteriormente a esse trabalho, mais uma espécie foi redescoberta na Mata Atlântica da região Nordeste do Brasil, denominada *Cebus flavius* (Oliveira e Langguth, 2006). Rylands e Mittermeier (2009), embora não separem o gênero em dois subgêneros, assumem essas oito espécies de macaco-prego: *Cebus apella*, *C. macrocephalus*, *C. libidinosus*, *C. cay*, *C. xanthosternos*, *C. robustus*, *C. nigritus* e *C. flavius*.

Lynch Alfaro et al. (2012) demonstraram que as formas gráceis e robustas formam dois grupos monofiléticos, e que a separação dos clados é antiga, estimada em 6,2 milhões de anos (final do Mioceno), o que suporta a divisão do antigo gênero *Cebus* em dois gêneros distintos: *Cebus* e *Sapajus*. A divisão está de acordo com todas as taxonomias baseadas em morfologia, que reconhecem a divisão entre formas gráceis e robustas (Fleagle, 1999; Wilson e Reeder, 2005; Silva Júnior, 2005; Rylands e Mittermeier, 2009), e também com evidências moleculares (Perelman et al., 2011; Lynch Alfaro et al., 2012). A nova classificação já é adotada em trabalhos recentes (e.g., Izar et al., 2012).

O gênero *Sapajus*, que corresponde à denominação popular macaco-prego, compreende então oito espécies (Rylands e Mittermeier, 2009; Lynch Alfaro et al., 2012; Izar et al., 2012):

–*Sapajus apella*, encontrado na Amazônia oriental, a leste dos rios Negro e Purus;

–*S. cay*, das áreas de vegetação aberta do Paraguai, sudeste da Bolívia e Brasil central, a oeste do rio Araguaia, ocorrendo também no Pantanal Matogrossense e noroeste da Argentina;

–*S. flavius*, da Mata Atlântica dos estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas (Oliveira e Langguth, 2006, mas ver Ferreira et al., 2009 sobre a ocorrência de *S. flavius* em áreas de Caatinga no Rio Grande do Norte).

–*S. libidinosus*, das áreas de vegetação aberta do Brasil central, entre os rios Araguaia e São Francisco, e Região Nordeste, à esquerda do rio São Francisco;

–*S. macrocephalus*, da Amazônia ocidental, a oeste dos rios Negro e Purus;

–*S. nigritus*, da Mata Atlântica do sudeste e sul do Brasil, estendendo-se desde a margem direita do rio Doce até o Rio Grande do Sul e nordeste da Argentina;

–*S. robustus*, da Mata Atlântica, entre os rios Jequitinhonha e Doce;

–*S. xanthosternos*, do leste do Brasil, entre os rios São Francisco e Jequitinhonha.

Figura 3. Distribuição aproximada das espécies do gênero *Sapajus* nas regiões neotropicais. *Sapajus apella*; *S. cay*; *S. flavius*; *S. libidinosus*; *S. macrocephalus*; *S. nigritus*; *S. robustus*; *S. xanthosternos*. (Fonte: Lynch Alfaro et al., 2012; tomado e modificado da Wikipédia: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Macaco-prego>)

Descrição

Os macacos-prego são animais de porte médio e corpo robusto, apresentando ligeiro dimorfismo sexual: machos adultos pesam de 3,5 a 3,9 kg, enquanto fêmeas variam de 2,5 a

3,0 kg. O dimorfismo sexual inclui a morfologia dos caninos e a presença de uma crista sagital na sutura interparietal do crânio (Miranda, 2008), nos machos. Segundo Ferreira (2003), durante os primeiros meses de vida, o clitóris das fêmeas e o pênis dos machos possuem tamanhos parecidos.

O tamanho corpóreo, da cabeça aos pés, varia de 30 a 56 cm, e a cauda, semi-preênsil, mede de 30 a 50 cm (Verderane, 2005). Possuem hábitos diurnos e são geralmente arborícolas e quadrúpedes, podendo ocorrer bipedalismo e terrestrialidade facultativos (Fragaszy et al., 2004).

A coloração da pelagem varia entre o amarelo-mostarda e o marrom escuro, sendo mais clara no ventre e mais escura nos membros e na cauda. O topete é negro, exceto em *S. flavius*. Em uma mesma área geográfica, e dentro de um mesmo grupo, há grande variação interindividual na coloração da pelagem e formato do topete, o que permite o reconhecimento individual para pesquisadores acostumados.

O macaco-prego possui uma dieta onívora, constituída principalmente por polpa de frutos maduros, complementada por insetos, brotos, flores e sementes (Izawa, 1979; Terborgh, 1983; Peres, 1993, 1994; Galetti e Pedroni, 1994; Zhang, 1995). Esses animais também podem pregar pequenos vertebrados (Freese e Oppenheimer, 1981; Galetti, 1990).

A estrutura social de grupos selvagens é, comumente, caracterizada como multi-macho, com hierarquia de dominância, porém alguns estudos mostram hierarquia linear e, outros, hierarquia parcial (Izar et al., 2006). Estas diferenças ocorrem em função da disponibilidade de recursos alimentares. Quando submetidos à escassez de alimento, alguns grupos tendem a estabelecer relações de dominância mais rígidas do que grupos que têm alimento abundante (Izar, 1994; Izar e Sato, 1997; Izar, Ferreira e Sato, 2006).

3.2.2 O grupo de estudo

O grupo estudado foi o denominado “Pimenta” e, até 2006, possuía 20 indivíduos. Depois deste ano, com o nascimento de filhotes (Izar et al., 2009) o grupo se dividiu em outros dois, mais estáveis. A partir da excisão, o grupo habitualmente estudado foi o denominado “Pimenta 1”.

Ao longo deste estudo a composição deste grupo variou de 10 a 14 indivíduos: 2 machos adultos, 1 macho subadulto, 4 fêmeas adultas, 1 fêmea subadulta, 4 juvenis e 2 infantes.

O grupo Pimenta 1 é habituado à presença de observadores humanos e os indivíduos adultos são reconhecidos individualmente de acordo com características exclusivas de cada um, como tamanho, cor, forma do topete, manchas e cicatrizes. Os jovens e infantes não são reconhecidos individualmente, uma vez que as condições de pouca visibilidade e o tamanho desses indivíduos dificultam seu reconhecimento individual.

A área de uso dos grupos que ocorrem no PECB (Pimenta 1, Marrom, Pitoco e Testa) está entre as maiores já registradas para macacos-prego (Presotto, 2009). A organização social é fluida. Há pouca coesão grupal e há migração de fêmeas entre os grupos do PECB. Não há hierarquia entre fêmeas, só entre machos. Os conflitos agonísticos intra-grupo são pouco frequentes devido à utilização de recursos alimentares não monopolizáveis (Nakai, 2007).

Tabela 1. Relação dos indivíduos do grupo Pimenta 1 durante o período de estudo, segundo sexo, faixa etária e comentários. (Fonte: Mendonça-Furtado, 2012).

SUJEITO	SEXO	IDADE	COMENTÁRIOS
Benjamin	Macho	Adulto	Macho alfa
Ceni	Macho	Adulto	
Popey	Macho	Subadulto	Não avistado desde 02/09
Ruiva	Fêmea	Adulta	
Olívia	Fêmea	Adulta	
Elis	Fêmea	Adulta	
Flor	Fêmea	Subadulta	
Preta	Fêmea	Adulta	
Raul	Macho	Juvenil	Filhote da Ruiva
Patrick	Macho	Juvenil	

SUJEITO	SEXO	IDADE	COMENTÁRIOS
Zé	Macho	Juvenil	
Batata	Macho	Juvenil	
Ninja	?	Juvenil	
Otoni	Macho	Juvenil	Filhote da Olívia

3.3 Procedimentos de coleta de dados

Na presente pesquisa, foram coletadas e analisadas três fontes diferentes de dados: dados comportamentais, rotas diárias e clima. Todos os três tipos de dados foram recolhidos ao longo de dois períodos, 2007-08 e 2009-10, de aproximadamente um ano de duração cada um.

Para o primeiro período, os dados comportamentais e as rotas diárias foram coletados entre abril de 2007 e julho de 2008 por alunos da Prof.^a Izar: Mariana Fogaça, Caio Moreira, Lucas Peternelli e Andrea Presotto.

Para o segundo período, os dados comportamentais e as rotas diárias foram coletados entre fevereiro de 2009 e março de 2010 por Olívia Mendonça-Furtado e Marcos Tokuda, os dois orientandos da Prof.^a Izar.

Em ambos os períodos, esses dados, comportamentais e rotas diárias, foram comparados com aqueles fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia, INMET, assim como com os dados referentes às condições climáticas, anotados junto aos dados comportamentais (varreduras instantâneas).

Os dados comportamentais e a posição do grupo (coordenadas geográficas UTM, a partir das quais foram construídas as rotas diárias) foram coletados de acordo com a seguinte rotina: o grupo foi procurado por meio de uma rede de trilhas pré-existentes que foram percorridas até achar ao grupo. Uma vez achado, o grupo foi acompanhado até o anoitecer, ou seja, até a árvore de dormida, onde se voltou no dia seguinte para encontrá-los antes de eles iniciarem a navegação diária. Enquanto registrando os dados

comportamentais foi registrada também a posição do grupo na área de vida a cada 5 minutos com auxílio de um dispositivo de GPS.

3.3.1 Dados meteorológicos

Para a coleta dos dados sobre as condições climáticas dispomos da estação meteorológica “Weather Hawk”, que registra: temperatura do ambiente; direção, velocidade e temperatura do vento; umidade relativa do ar e precipitação. A estação fornece a média da variação de cada variável por hora. A estação está instalada dentro do PECB, em uma área aberta para que nenhuma árvore possa cair em cima dela ou bloquear a chuva ou a insolação.

No entanto, devido a diversos problemas técnicos, foram usados os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que possui uma “Estação climatológica automática” localizada no município de São Miguel Arcanjo, SP (latitude: -23.8516° S; longitude: -48.1645° W; altitude: 644 metros), próximo à nossa área de estudo, o PECB. Essa estação forneceu as medidas médias, máximas e mínimas horárias de temperatura, umidade, direção e velocidade do vento, assim como da precipitação (para maiores detalhes ver item 3.4 Variáveis).

As duas fontes de dados foram comparadas nas medidas de temperatura do ar, para conferir a fiabilidade entre as estações meteorológicas por meio de análises de correlação e de comparações de médias (teste t independente).

3.3.2 Dados comportamentais

Os dados comportamentais foram coletados utilizando o método de amostragem de “varredura instantânea”, também chamado “scan sampling” (Altmann, 1974). Foram feitos registros de 1 minuto de duração, a intervalos de 5 minutos.

Durante cada varredura era registrada a atividade (Tabela 2) de cada indivíduo avistado, a identidade dos vizinhos mais próximos de cada indivíduo e a distância estimada entre os indivíduos (ou seja, foi registrada a identidade dos indivíduos que estavam até 1m. do/s sujeito/s da varredura instantânea, de 1 a 3m., de 3 a 5m. e de 5 a 10m. de distância).

Tabela 2. ETOGRAMA: Definição dos termos utilizados para descrever os comportamentos registrados durante as observações do grupo “Pimenta 1” no PECB.

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
Descanso	Indivíduo em repouso, deitado ou sentado sem desempenhar nenhuma atividade
Deslocamento	Indivíduo se movendo com ou sem objetivo aparente
Forrageamento	Localização, processamento e ingestão de alimento
Deslocamento e Forrageamento (Des+for)	Indivíduo se movendo com algum item alimentar nas mãos
Social	Indivíduo interagindo com outro (p.e. catação, briga ou brincadeira)

Os itens alimentares foram identificados e classificados como fruto, flor, folha, semente, caule, raiz, palmito, invertebrados, vertebrados e outros. Sempre que foi possível, foi registrada também a espécie dos itens ingeridos.

Por meio do método “todas as ocorrências” (Altmann, 1974) foram registrados todos os eventos de conflito agonístico, coalizões, catação, encontro de grupos e presença de predadores. Foram anotados, sempre que possível, os indivíduos envolvidos nos eventos e, nos casos de conflito, seu contexto e resultado.

3.3.3 Dados geográficos

Os dados referentes à localização geográfica do grupo foram coletados com dispositivos GPS (Global Position System) marca Garmin (GPS Map 60 CSx).

O método de “varredura instantânea”, acima referido, era completado com a coleta e anotação do ponto de GPS correspondente ao momento da varredura.

3.4 Variáveis

3.4.1 Variáveis Independentes: As Variáveis Climáticas

As variáveis independentes consideradas para este trabalho foram as variáveis climáticas, fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão da administração direta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O INMET possui uma Estação Climatológica Automática (A715) no município de São Miguel Arcanjo/SP (latitude: -23.8516° S; longitude: -48.1645° W; altitude: 644 metros), muito perto do nosso local de estudo, o Parque Estadual Carlos Botelho.

Sempre que os dados são usados com fins de pesquisa, o INMET fornece gratuitamente os dados coletados por suas estações meteorológicas. Para o nosso estudo solicitamos os dados coletados pela Estação acima assinalada desde Março de 2007 até Dezembro de 2010. Assim, recebemos os dados horários das seguintes variáveis: temperatura do ar (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), umidade relativa máxima (%), umidade relativa mínima (%), umidade relativa média (%), precipitação (mm), velocidade do vento (m/s) e direção do vento (graus). Também é fornecido o dado sobre a Radiação Global (Kj/m) que é coletada em um único momento do dia, às 22h00.

A partir desses dados foi possível calcular as medidas e as médias diárias, mensais e sazonais de cada variável, e combiná-las para achar novas variáveis.

a) PRECIPITAÇÃO

Em meteorologia, precipitação descreve os fenômenos relacionados com a queda de água da atmosfera para a superfície terrestre. Isso inclui neve, chuva e chuva de granizo. No PECB, nos anos da nossa coleta de dados, só foi registrada precipitação de chuva (INMET).

Esta medida constitui uma variável quantitativa contínua (Dancey e Reidy, 2006). Para nossas análises foi usada a medida total de precipitação em milímetros (mm) a cada hora. A partir dela obtivemos medidas (médias e totais) de precipitação diárias, mensais e anuais.

b) TEMPERATURA

A temperatura é uma grandeza ou magnitude física que caracteriza o estado térmico (frio ou quente) de um corpo ou sistema. Assim, pode se definir como quente um corpo que

tem suas moléculas agitando-se muito, ou seja, com alta energia cinética; analogamente, um corpo frio, será aquele que tem baixa agitação das suas moléculas.

É habitualmente medida com termômetros, que podem ser regulados para diferentes escalas de medida. As escalas mais comumente usadas são a de graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$) e graus fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).

A temperatura também constitui uma variável quantitativa contínua (Dancey e Reidy, 2006). O INMET nos forneceu as medidas de temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$) e temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$). Para essas variáveis possuímos medidas horarias, a partir das quais foi possível calcular medidas diárias, mensais e anuais.

c) UMIDADE RELATIVA

A umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (ponto de saturação), sem que se produza condensação. O valor da UR varia entre 0 e 1 para condições até a saturação (e acima de 1 para condições supersaturadas) de acordo com a temperatura. Convencionalmente é denotada também em porcentagem.

A Umidade Relativa (UR) constitui uma variável quantitativa contínua (Dancey e Reidy, 2006). Para a nossa pesquisa, o INMET forneceu a medida horária de umidade relativa média, máxima e mínima, expressada em tanto por cento.

d) VELOCIDADE DO VENTO

O vento é um fluxo de gases a grande escala. Na Terra, este corresponde ao deslocamento do ar, que migra de regiões de alta pressão atmosférica para pontos onde essa pressão é inferior. A distância percorrida pelo ar para um determinado tempo é conhecida como velocidade do vento.

No caso da nossa pesquisa o INMET forneceu a velocidade do vento em metros por segundo (m/s). Esta medida constitui também uma variável quantitativa contínua (Dancey e Reidy, 2006). http://glossary.ametsoc.org/wiki/Main_Page

3.4.2 Variáveis Dependentes: Os padrões de deslocamento

a) VELOCIDADE

A variável quantitativa contínua “Velocidade” se obtém fazendo o cálculo entre a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la.

Esta variável foi calculada em metros por segundo (m/s) e quilômetros por hora (km/h), para finalmente ser transformada a metros por hora (m/h). Essa foi a unidade de medida que consideramos a mais adequada para entender as características do deslocamento de macaco-prego no PECB, já que este animal, segundo as nossas observações no local estudado, percorreu um máximo de 4354 metros e um mínimo de 580 metros em um dia completo (aproximadamente 12 horas de observação), sendo a distância média por dia de 2073 metros. Ou seja, nos parece mais fácil compreender esta medida em m/h, para um animal que percorre, em média, aproximadamente 180 metros por hora.

a.1) DISTÂNCIA DE DETECÇÃO

Janson e Di Bitetti (1997) calcularam, para *S. nigritus*, a “distância de detecção visual” de fontes alimentares em torno de 50 metros, para um indivíduo, e 80 metros para um grupo, pois podem existir indivíduos mais adiantados ou atrasados que os outros, sendo que a posição do pesquisador costuma ser, aproximadamente, no centro do grupo.

Nesta pesquisa, essa variável foi usada para o cálculo da velocidade de deslocamento até objetivo (fonte alimentar ou árvore de dormida). Assim, na hora de calcular a velocidade de aproximação para um objetivo, medimos a distância desde o último ponto coletado pelo GPS até o objetivo. Se essa distância for maior do que 80 metros, calculamos a velocidade do grupo até chegar nesse ponto, onde a fonte começou a ser visual para o grupo (VF80). Se essa distância estiver entre 50 e 80 metros, calcularemos a velocidade do grupo até chegar nesse ponto, onde a fonte começou a ser visual para um indivíduo (VF50). Se essa distância for menor do que 50 metros, a velocidade será considerada como velocidade para fonte visual (VFVisual). Foi usado o mesmo procedimento para calcular a velocidade para árvore de dormida. Também foram calculadas e incluídas nas análises as velocidades de aproximação aos objetivos, fruteiras e dormidas (VF e VD respectivamente), sem fazer o desconto da distância de detecção.

b) LINEARIDADE

A “linearidade” ou “índice de linearidade” constitui uma razão entre a distância percorrida e o comprimento da linha reta entre o ponto de partida e o destino. Quanto mais perto estiver essa razão de 1, mais linear terá sido o percurso e vice-versa. Essa variável pode ser calculada tanto, por exemplo, para o percurso total diário quanto para um determinado segmento como, por exemplo, entre uma parada e outra.

Para considerar um ponto como “parada”, utilizamos o mesmo critério usado por Presotto (2009) e por Presotto e Izar (2010), que acharam necessário que tivessem ocorrido nesse ponto pelo menos dois varreduras consecutivas.

Figura 4. Representação gráfica das “Paradas”. Para considerar uma localização geográfica (ponto de GPS) como “parada” deveriam ter ocorrido nesse ponto dois ou mais registros de varredura instantânea consecutivos (mais de 10 min.). Se no ponto de GPS identificado como “parada” o grupo se alimentou de frutas ou flores (objetivo alimentar) consideraremos esse movimento como deslocamento para objetivo e calcularemos a velocidade para fruteira (VF); se no ponto de GPS o grupo foi até uma árvore de dormida calcularemos a velocidade para dormida (VD). O resto dos deslocamentos são computados como deslocamentos sem objetivo (folhas, insetos, descanso, etc.) e calcula-se neles a velocidade para nada (VN). Os mesmos procedimentos podem ser usados no cálculo da linearidade.

Além da linearidade em função do objetivo (lin_frut, lin_dorm ou lin_nada) que foi calculada a partir da análise de todos os segmentos até parada da amostra, obtiveram-se também medidas da linearidade total do dia, para cada um dos 123 dias. Esta linearidade diária se obtém de duas formas: 1) Lin_tot, obtida a partir do cálculo da distância em linha reta entre o primeiro e último ponto do dia, dividido pela distância total percorrida pelo grupo nesse dia 2) Lin_med_seg, calculada a partir da média das linearidades dos diferentes

segmentos percorridos em um dia determinado. A partir dessas medidas pudemos estabelecer um ordem de dias mais e menos lineares, e observar o efeito neles das condições climáticas.

c) FRUTEIRAS

No presente trabalho, quando falamos de objetivo estamos nos referindo a fruteiras e, em alguns casos, flores.

O número de fruteiras achadas constitui uma variável quantitativa discreta. Contabilizamos o número de fruteiras a partir dos registros comportamentais (registros de varredura instantânea), em que figuram quantos indivíduos se alimentaram da fonte e quanto tempo passaram se alimentando dela. O tempo se calcula por meio do número de “varreduras instantâneas” no mesmo ponto. O número de fruteiras achadas a cada dia se calcula simplesmente fazendo a soma dessas fruteiras. Como o esforço de campo para cada dia foi similar, já que descartamos os dias incompletos, não será preciso ajustar o número de fruteiras achadas à duração do dia.

e) DDP (caminho ou distância diária percorrida)

A distância diária percorrida é uma medida que calculamos a partir do desenho das rotas diárias. Para traçar as rotas diárias, plotamos os pontos de GPS (coordenadas geográficas) no programa Arc View 10.1. A soma total das distâncias entre os pontos para cada dia dará como resultado o DDP. Essa medida foi calculada em metros.

Seguindo os resultados obtidos por Presotto (2009), foi conduzido um teste *t* unicaudal para testar se a distância diária percorrida (DDP) foi significativamente menor em dias com e sem chuva.

3.4.3 Co-variáveis

Controlaremos ainda para três co-variáveis, a saber, SAZONALIDADE (estação seca ou chuvosa), PROPORÇÃO DE ALIMENTO (disperso ou agregado) consumido pelo grupo no dia, e DURAÇÃO DO DIA conforme a época do ano.

Como descrito na metodologia, no apartado “Área de estudo” (ver item 3.1.), por causa da distribuição da chuva e temperatura ao longo do ano, no PECB podemos considerar

a existência de duas estações: seca e chuvosa. O período de coleta foi dividido nessas estações, sendo inverno os meses mais secos e frios (abril-setembro) e verão para os meses de chuva e alta temperatura (outubro-março).

A proporção de alimento efetivamente consumido pelo grupo para cada dia foi obtida por meio dos registros instantâneos de varredura. Considera-se alimento uniformemente disperso aquele que pode se encontrar em parecidas proporções em toda a mata (folha, caule, raiz, inseto), e agregado àquele que aparece em manchas afastadas umas de outras (frutos e flores). Em base a esta separação criamos um índice diário (%disp), fundamentado no consumo de alimento disperso. Ou seja, se no dia X obtivemos 32%, significará que os macacos alimentaram-se em 68% do tempo de alimento agregado e em 32% de alimento disperso.

A duração do dia pode afetar o tempo que os animais dedicam a cada atividade do etograma. Essa medida foi calculada introduzindo as datas das nossas coletas em um calculador online (<http://www.solartopo.com/duracion-del-dia.htm>).

3.5 *Análise de dados*

Como dito, no presente trabalho empregamos dados obtidos por antigos alunos da Prof.^a Izar, que não tinham sido usados para responder as nossas perguntas, se bem para outros fins. Vale a pena ressaltar que, na equipe de pesquisa da Prof.^a Izar, todos os pesquisadores coletam os mesmos dados, precisamente para que exista um melhor aproveitamento deles. Assim, na medida do possível, todos nós coletamos dados comportamentais, posicionais, amostras fecais, amostras dos itens alimentares consumidos, dados meteorológicos e, a cada quinze dias, dados sobre a disponibilidade de alimento no PECB.

Por essa razão, os dados utilizados para este trabalho tiveram que ser processados no sentido da nossa pesquisa, levando-se a cabo uma série de rotinas de organização e filtragem de dados que descreveremos a seguir.

3.5.1 Montagem de planilhas de dados

Em primeiro lugar, criaram-se tabelas usando Microsoft Excel® 2010, com cada um dos dias completos de registro comportamental. Consideraram-se dias completos aqueles com mais de 70 “varreduras instantâneas” no dia (aproximadamente, 6hrs. de acompanhamento). Outro requisito específico da nossa amostra foi que não houvesse perdas do grupo importantes no dia (mais de 45 min.). Para analisar rotas diárias e segmentos até objetivo é importante descartar esses dias “incompletos” que podem confundir os resultados.

Uma vez feito isso, acrescentaram-se às tabelas dos registros comportamentais os dados recolhidos pelo dispositivo GPS (coordenadas geográficas medidas em UTM). Para cada ponto de GPS registrado pode haver um ou mais registros de varredura. Assim, mais uma filtragem foi feita para que cada ponto de GPS se correspondesse com a sua “varredura instantânea”.

Depois, nessas mesmas tabelas, marcaram-se os pontos onde os deslocamentos acabaram em fruto ou flor, contabilizando o número de deslocamentos (dois o mais varreduras) até atingir o alvo.

3.5.2 Mapeamento

Em seguida, procedemos transformando as tabelas obtidas, um total de 123 dias coletados, em mapas, por meio do software ArcGis® 10.1. Essa ferramenta permitiu-nos criar uma rota para cada dia e medir as distâncias entre cada um dos pontos dessa rota. A partir dessas medidas calculamos a linearidade e velocidade dos segmentos e do dia completo.

Na figura 5 podemos ver um exemplo de como se distribuem no espaço os pontos coletados num determinado dia. Se num determinado ponto tem mais do que um número foi porque os primatas passaram mais do que uma “varredura” naquele ponto. O mapa gerado também nos permitiu ver quais daqueles pontos se correspondem com fruteira.

Figura 5. Exemplo de rota dos macacos-prego estudados no PECB, do dia 29 de fevereiro de 2009, construída com o software ArcGIS.

Após fazer essas medidas criamos novas tabelas de Excel nas quais acrescentamos o cálculo das distâncias entre todos os pontos. A partir delas, foi possível calcular medidas de velocidade e linearidade para objetivo (VF), para nada (VN) e para dormida (VD).

3.5.3 Análise estatística

Todos os dados foram analisados com o programa de análise estatístico “IBM SPSS Statistics”, versão 20, para testar as nossas hipóteses sobre clima, linearidade e velocidade.

Depois de elaborar toda a estatística descritiva das variáveis implicadas neste estudo, foram realizadas análises preliminares de correlação de Pearson ou Spearman testando todas elas. Posteriormente, foram executados análises da variância (ANOVA) para testar diferenças nas VDs em função das VIs. Testes *post-hoc*, no caso, a correção de Bonferroni, nos indicou o lugar das diferenças. Quando detectadas diferenças estatisticamente significativas foram aplicados testes *t* independentes. Quando necessário, por não satisfazer os preceitos dos testes paramétricos (normalidade, homocedasticidade, etc.), usamos o teste não paramétrico *U* de Mann-Whitney.

4 RESULTADOS

Para os fins desta pesquisa, foram analisados 123 dias, 83 do primeiro período de coleta de dados (2007-2008) e 40 do segundo período (2009-2010).

4.1 O clima no PECB: a variável independente desta pesquisa

Antes de começar com o estudo dos efeitos do clima nos padrões de deslocamento do grupo Pimenta 1 no PECB, executamos uma completa e profunda análise das variáveis climáticas, tanto na nossa amostra quanto ao longo dos anos de coleta no PECB.

Em primeiro lugar, testamos se as medidas de Temperatura do Ar tomadas por INMET e as que foram coletadas pela estação meteorológica “Weather Hawk” foram equivalentes. Para esse fim, foi criada uma amostra aleatória de dois ou três dias por mês, ao longo de um ano (2008-2009), com as temperaturas registradas a cada hora por uma e outra fonte; criamos também outra amostra com as médias diárias dessas mesmas temperaturas. O teste t independente, aplicado às médias dos dias, mostrou que não houve diferenças significativas entre as duas fontes de dados [$t(28) = 1,558$; $p = 0,130$], (tabela 3).

Tabela 3. Estatísticas descritivas da Temperatura do Ar (°C) segundo o INMET e a Estação meteorológica “Weather Hawk” localizada no PECB.

	Fonte	N	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean
Temp. (°C)	INMET	15	18,8187	2,67081	,68960
	WEATHER_HAWK	15	17,3267	2,57380	,66455

Foi também conduzida uma análise de correlação de Pearson entre as duas fontes de Temperatura do Ar, que confirmou a proximidade das duas amostras ($r = 0,707$; $p = 0,01$).

- Sazonalidade

Dos 123 dias analisados, 79,7% corresponderam à estação seca e 20,3% à chuvosa (tabela 4).

Tabela 4. Frequências e porcentagens de dias coletados nas duas Estações que ocorrem no PECB.

		ESTAÇÃO			
		Seca		Chuvosa	
		Nº dias	%	Nº dias	%
PERÍODO	2007-08	67	81,9	16	18,1
	2009-10	30	75,0	10	25,0
	TOTAL	97	79,7	26	20,3

Os dados fornecidos pelo INMET confirmaram as duas estações no PECB: o inverno ou estação seca, quando ocorrem meses mais secos e frios (abril-setembro); e o verão ou estação chuvosa (outubro-março), que corresponde aos meses com maior volume de precipitações e altas temperaturas (figura 6).

Figura 6. Temperatura e Precipitação 2007-2010. Variação média mensal dessas medidas no PECB, no município de São Miguel Arcanjo (SP), entre abril de 2007 e abril de 2010. O ponto de coleta desses dados foi no município de São Miguel Arcanjo (na latitude: -23.8516°, longitude: -48.1645°, altitude: 644.00 metros). (Fonte: INMET).

- Precipitação e Temperatura

Ao longo dos dois anos de coleta, a temperatura média no PECB oscilou entre 19°C e 20°C. A precipitação total do período 2009-2010 foi maior do que no período 2007-2008, (sendo que o N válido em ambos os períodos foi semelhante, 640 dias para o período 2007-2008 e 618 dias em 2009-2010). No entanto, em média, nos dois períodos houve 1970,2 mm de precipitação (tabela 5). As variações de temperatura e precipitação corresponderam à literatura sobre o clima no PECB.

Tabela 5. Valores máximos, mínimos e médios de Temperatura (°C) e Precipitação (mm) no PECB em 2007-2008 e 2009-2010; Temperatura média segundo Dias et al. (1995) e Precipitação média segundo Moraes (1993) no PECB.

	2007-2008			2009-2010			Dias et al. (1995)/ Moraes (1993)		
	max	min	med	max	min	med	max	min	med
Temp. do Ar (°C)	34,8	1,1	19,0	34,3	-0,4	20,0	29,0	3,0	19,0
Prec. Anual (mm)	1467,6			2472,6			1683,2		

Nossos dados confirmaram que no PECB não ocorre deficit hídrico.

Podemos observar que a distribuição dos dias com e sem chuva não corresponde à uma distribuição ajustada à curva normal (figura 7), ou seja, poucos dias extremos (pouca ou muita quantidade de chuva), e muitos dias de precipitação média.

Tanto se levamos em consideração só os 123 dias amostrados para este estudo, quanto se tomamos as medidas de precipitação totais dos mais de 3 anos (1371 dias) em que coletamos nossos dados, observamos que no PECB existem muitos dias (97,6% e 90,8% dos dias, respectivamente) com pouco ou nada de chuva, e uma minoria de dias chuvosos (figura 7).

Figura 7. Histograma de frequências da precipitação na nossa amostra (lilás) e no total de tempo transcorrido na coleta de dados (verde). Os “missing values” correspondem com os meses de julho, agosto e setembro de 2010. A ausência de dados nesse periodo deve-se a problemas que o INMET define como: “avarias nos equipamentos, falta de registro na estação convencional e na estação automática e problemas nos sensores ou sinal de satélite”. (Fonte: INMET)

Além disso, a proporção de dias em que choveu (qualquer quantidade maior que 0,0 mm) frente a dias sem chuva é menor no total dos 3 anos de coleta de dados (43,8%) do que na nossa amostra (48,0%), em que aproximadamente na metade dos dias coletados choveu (figura 8). Portanto, podemos afirmar que nossa amostra foi fiel à realidade do PECB.

Mesmo assim, como veremos mais adiante, nenhuma análise foi significativa na hora de testar a influência da chuva nas variáveis dependentes.

Figura 8. Proporção de dias com e sem chuva, no total do período de coleta e nos dias amostrados. Os “missing values” correspondem aos meses de julho, agosto e setembro de 2010. A ausência de dados nesse período deve-se a problemas que o INMET define como: avarias nos equipamentos, falta de registro na estação convencional e na estação automática e problemas nos sensores ou sinal de satélite. (Fonte: INMET)

Por sua vez, a variável independente temperatura se distribuiu normalmente ao longo do período de coleta de dados (figura 9), bem como na nossa amostra de 123 dias (figura 10).

Figura 9. Histograma de Frequências das temperaturas máximas, mínimas e médias diárias ao longo do período total de coleta de dados (2007-10). O ponto de coleta desses dados foi no município de São Miguel Arcanjo (na latitude: -23.8516°, longitude: -48.1645°, altitude: 644.00 metros). (Fonte: INMET).

Figura 10. Histograma de Frequências das temperaturas máximas, mínimas e médias diárias nos 123 dias amostrados. O ponto de coleta desses dados foi no município de São Miguel Arcanjo (na latitude: -23.8516°, longitude: -48.1645°, altitude: 644.00 metros). (Fonte: INMET).

Foram realizadas análises de correlação de Spearman sobre as variáveis climáticas (ver tabela A1 no apêndice) que mostraram um grande número de relações significativas. Nessas análises, como esperado, as três medidas de Temperatura (temperatura do ar, temperatura máxima e temperatura mínima) estiveram fortemente correlacionadas ($r = 0,998$, temp.ar e máx.; $r = 0,992$ temp. máx. e min.; $r = 0,998$, temp. ar e min.; todas com $p < 0,001$).

A Precipitação Média do dia correlacionou-se positivamente com as três medidas de Temperatura (temp. ar: $r = 0,105$, $p < 0,001$; temp. máx.: $r = 0,091$, $p = 0,01$; temp. min.: $r = 0,123$, $p < 0,001$), assim como a Precipitação Total do dia (temp. ar: $r = 0,110$, $p < 0,001$; temp. máx.: $r = 0,097$, $p = 0,01$; temp. min.: $r = 0,128$, $p < 0,001$). As correlações mostradas não foram muito altas, embora significativas. Precipitação Média e Total foram fortemente correlacionadas ($r = 0,998$; $p < 0,001$).

A Umidade Relativa correlacionou-se negativamente com as três medidas de temperatura (temp. ar: $r = -0,215$; temp. máx.: $r = -0,249$; temp. min.: $r = -0,170$, todas com valor $p < 0,001$). Ao mesmo tempo, Umidade Relativa foi correlacionada positivamente com as medidas de Precipitação Média e Total ($r = 0,471$ e $0,468$; $p < 0,001$) e negativamente com a medida de Radiação Global ($r = -0,150$; $p < 0,001$), embora essa última relação fosse débil.

Por último, a Velocidade do Vento correlacionou-se positivamente com a Temperatura (temp. ar: $r = 0,301$; temp. máx.: $r = 0,284$; temp. mín.: $r = 0,223$, todas com valor $p < 0,001$), e negativamente com Precipitação Total do dia ($r = -0,056$; $p = 0,046$), mas mostrando uma fraca relação nesse caso. Assim mesmo, Velocidade do Vento mostrou uma forte correlação com a Radiação Global ($r = 0,825$; $p < 0,001$).

4.2 Os padrões de deslocamento dos macacos-prego no PECB: a variável dependente desta pesquisa

Nos 123 dias de nossa amostra, computaram-se 15331 entradas de registros de varredura instantânea, das quais 3320 constituíram segmentos até parada (stop). Dessas mais de três mil paradas, 818, ou 24,4%, ocorreram em fonte alimentar (fruteira ou flor), 2247, ou 67,7%, foram paradas em destinos não considerados como um objetivo, e 112, ou 3,3%, em árvore de dormir (tabela 6).

Tabela 6. Frequências dos tipos de deslocamento até parada: saída= primeiro deslocamento do dia; fruteira= árvore de frutas; frut rep= fruteira na que o grupo já foi avistado alimentando-se; mancha rep= conjunto de fruteiras nas que o grupo já se alimentou; dorm+frut= fruteira na qual o grupo de alimentou e posteriormente passou na noite nele; dormida= deslocamento até árvore de dormida; dorm rep= deslocamento até árvore de dormida na que o grupo já dormiu; sem objetivo= deslocamentos até parada que não terminaram em fonte alimentar ou dormida; perdida= não avistamento definitivo do grupo; fo= grupo fora de observação no momento da varredura instantânea.

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem Válida	Porcentagem Acumulada
TIPO DESLOCAMENTO	saída	115	0,8	3,5	3,5
	fruteira	705	4,6	21,2	24,7
	frut rep	67	0,4	2	26,7
	mancha rep	41	0,3	1,2	27,9
	dorm+frut	5	0	0,2	28,1
	dormida	85	0,6	2,6	30,7
	dorm rep	22	0,1	0,7	31,4
	sem objetivo	2249	14,7	67,7	99,1
	perdida	9	0,1	0,3	99,4
	fo	22	0,1	0,7	100
	Total	3320	21,7	100	
Missing	System	12011	78,3		
Total		15331	100		

Estas 10 categorias de deslocamento podem se resumir em quatro grandes grupos: 1) fruteira, ou seja, deslocamento para objetivo, que costuma ser uma árvore ou mancha com frutos ou flores em que o grupo passou um período de tempo (de 10 minutos ou mais) se alimentando; 2) sem objetivo, o que inclui os deslocamentos até parada que não terminaram em fonte alimentar ou dormida; 3) dormida, ou seja, o último deslocamento do dia, até o lugar onde o grupo foi visto pela última vez no final do dia e encontrado no dia seguinte; 4) outros, o que engloba o resto de deslocamentos que não foram descritos até aqui, ou seja, os deslocamentos de saída, perda do grupo e momentos em que o grupo ficou fora de observação (fo). Na figura 11 podemos observar as frequências desses tipos resumidos de deslocamentos.

Figura 11. Frequências dos tipos de deslocamento computados para o grupo de *S. nigritus* Pimenta 1 no PECB durante a coleta de dados 2007-2010.

Para todos esses tipos de deslocamento foram calculadas as velocidades e índices de linearidade de cada deslocamento até parada assim como as médias diárias dos mesmos, levando em consideração a possível detecção visual dos objetivos fazendo assim os descontos correspondentes. Posteriormente, confrontamos esses dados com as variações climáticas.

4.2.1 VELOCIDADE

A primeira das VDs analisadas neste estudo foi a Velocidade, quantificada em m/h. Para cada categoria de deslocamento até parada foram calculadas as respectivas velocidades médias (tabela 7). De forma geral, os macacos se deslocaram mais rápido para objetivo alimentar ou de dormida quando esse estava fora do alcance da vista (VF80-VF50 e VD80-VD50). A velocidade em segmentos sem objetivo (VNada) foi maior do que a velocidade em segmentos para objetivo visual (VFVisual e VDVisual).

Tabela 7. Estatísticas descritivas das categorias de Velocidade (m/h) analisadas. VF80= velocidade até 80 metros da fonte; VF50= velocidade até 50 metros da fonte; VFVisual=objeto visual, a menos do que 50 metros; VF= velocidade para fonte sem fazer o desconto da distância de detecção visual; VNada= velocidade em segmentos sem objetivo; VD= velocidade para dormida sem fazer o desconto da distância de detecção visual; VDVisual=objeto de dormida visual, a menos do que 50 metros; VD50= velocidade até 50 metros da dormida; VD80= velocidade até 80 metros da dormida. As medidas “Mean” correspondem às médias diárias para cada categoria.

	N	Mean	Min	Max	SD
VF-80	100	654,44	108,87	2070,48	308,85
VF-50	110	621,67	138,06	2070,48	280,68
VFVisual	110	349,48	98,95	590,04	101,52
VF	114	524,53	161,08	1865,72	201,31
VNada	123	480,60	220,73	860,85	142,65
VD	114	401,08	24,00	1660,92	271,09
VDVisual	87	284,80	24,00	587,76	141,16
VD-50	35	569,03	110,35	1660,92	322,61
VD-80	18	674,72	134,16	1660,92	371,48

4.2.1.1 Velocidade para fruteira

A velocidade para fruteira foi diminuindo à medida que o grupo ia se aproximando da fonte (tabela 8). A velocidade de aproximação para fonte até 80 metros não foi muito diferente da velocidade até 50 metros, mas houve uma diminuição da velocidade para fontes dentro da distância de detecção visual (menos do que 50 metros) (figura 12).

Tabela 8. Estatísticas descritivas da variável Velocidade para Fonte (m/h). VF80= velocidade do grupo até 80 metros de distância do objetivo; VF50= velocidade do grupo até 50 metros de distância do objetivo; VFVisual=objetivo visual, a menos do que 50 metros.

	N	Min	Max	Mean	SD
VF-80	100	108,87	2070,48	654,4436	308,85012
VF-50	110	138,06	2070,48	621,6664	280,68181
VFVisual	110	98,95	590,04	349,4765	101,52213
Valid N (listwise)	99				

Foi conduzida análise da variância para testar a hipótese nula de que a velocidade não diferiu entre os três tipos de segmento para fonte. A hipótese nula foi rejeitada [ANOVA: $F(2,319) = 49,943$; $p < 0,001$].

A velocidade para fonte visual (VFVisual) foi significativamente diferente (correção de Bonferroni: $p < 0,001$) do resto de medidas (figura 12). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as duas velocidades para fonte não visual (VF80 e VF50) (teste t independente: $p = 0,421$). No entanto, as velocidades para fonte a mais do que 80 metros (VF80: $M = 654,44$, $SD = 308,85$) e a mais do que 50 metros (VF50: $M = 621,67$, $SD = 208,68$) foram significativamente maiores do que a velocidade para fonte visual (VFVisual: $M = 349,48$, $SD = 101,52$) [teste U de Mann-Whitney bilateral: $U = 1445$; $z = -9,220$; $p < 0,001$ e $U = 8,567$; $z = -9,012$; $p < 0,001$, respectivamente].

Figura 12. Box-plot com as Velocidades médias (m/h) para objetivo alimentar (normalmente fruteira) até 80 m. da fonte (VF80), até 50 m. da fonte (VF50) e a menos do que 50 m (VFVisual). Os símbolos * e ° representam outliers. (•• indica diferenças significativas ao nível $p < 0,001$).

- Velocidade para fruteira e variáveis climáticas:

Nenhuma das medidas de Velocidade para Fruteira (VF80, VF50 e VFVisual) foi correlacionada com a variável Temperatura (máxima, mínima e média) nem com a variável Precipitação, nas análises de correlação e regressão.

- Velocidade para fruteira e sazonalidade:

Quando observamos o comportamento da variável Velocidade para fruteira nas duas estações (seca e chuvosa), podemos ver que os macacos-prego se deslocaram, em média, mais rápido durante a estação chuvosa (tabela 9).

Tabela 9. Estatísticas descritivas da Velocidade para Fonte (m/h) conforme as Estações. VF80= velocidade do grupo até 80 metros de distância do objetivo; VF50= velocidade do grupo até 50 metros de distância do objetivo; VFVisual=objetivo visual, a menos do que 50 metros. (* significativo ao nível $p=0,05$).

	ESTAÇÃO											
	Seca						Chuvosa					
	Total N	Valid N	Min	Max	Mean	SD	Total N	Valid N	Min	Max	Mean	SD
VF-80	97	78	108,87	2070,48	635,68	293,57	26	22	353,58	1869,64	720,99	357,41
VF-50	97	85	138,06	2070,48	608,41	270,95	26	25	254,70	1859,78	666,74	313,23
VFVisual	97	87	98,95	590,04	337,39*	96,81	26	23	197,96	581,64	395,19*	108,01

Houve efeito da “estação” nas diferentes medidas de velocidade para fruteira [ANOVA: $F(1, 319) = 3,616$ e $p = 0,05$], mas só na velocidade para fonte em segmentos menores do que 50 metros (VFVisual), [$t(108) = -2,485$ e $p = 0,014$] (figura 13).

Figura 13. Box plot de VF80, VF50 e VFVisual nas duas Estações. VF80= velocidade do grupo até 80 metros de distância do objetivo; VF50= velocidade do grupo até 50 metros de distância do objetivo; VFVisual=objeto visual, a menos do que 50 metros (todas elas medidas em m/h). (* significativo ao nível $p=0,05$)

Na comparação de dias com chuva frente dias sem chuva (tabela 10), a hipótese nula de que a velocidade para fonte não diferiu entre os três tipos de segmento foi aceita [ANOVA: $F(2,319)= 1,815$; $p= 0,141$].

Tabela 10. Estatísticas descritivas da Velocidade para Fonte (m/h) conforme a Chuva. VF80= velocidade do grupo até 80 metros de distância do objetivo; VF50= velocidade do grupo até 50 metros de distância do objetivo; VFVisual=objeto visual, a menos do que 50 metros.

	CHUVA											
	Não						Sim					
	Valid N	Total N	Min	Max	Mean	SD	Valid N	Total N	Min	Max	Mean	SD
VF-80	53	64	108,87	1869,64	630,66	289,36	47	59	211,16	2070,48	681,26	330,54
VF-50	57	64	138,06	1859,78	590,97	264,49	53	59	205,23	2070,48	654,68	296,08
VFVisual	59	64	98,95	579,24	347,34	97,83	51	59	110,64	590,04	351,95	106,56

4.2.1.2 Velocidade para dormida

A velocidade de deslocamento do grupo Pimenta 1 para objetivo dormida (VD80, VD50 e VDVisual) se comportou de um modo semelhante à velocidade de aproximação para objetivo alimentar (tabela 4), ou seja, essa velocidade foi diminuindo à medida que o grupo ia se aproximando no objetivo de dormida (tabela 11).

Tabela 11. Estatísticas descritivas da Velocidade para sítio de Dormida (m/h). VD80= velocidade do grupo até 80 metros de distância da dormida; VD50= velocidade do grupo até 50 metros de distância da dormida; VDVisual=objetivo de dormida visual, a menos do que 50 metros.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
VD-80	18	134,16	1660,92	674,7206	371,47970
VD-50	35	110,35	1660,92	569,0271	322,61023
VDVisual	87	24,00	587,76	284,8036	141,15731
Valid N (listwise)	8				

Houve diferenças nas médias dos três grupos de Velocidade para dormida [ANOVA: $F(2, 139) = 31,625$ e $p < 0,001$].

O teste post hoc de Bonferroni indicou que a velocidade para dormida visual (VDVisual) foi significativamente diferente ($p < 0,001$) do resto de medidas (figura 14). De fato, houve diferenças entre velocidades para dormidas visuais (VDVisual: $M = 284,81$, $SD = 141,16$) e não visuais (VD80: $M = 674,72$, $SD = 371,88$; VD50: $M = 569,03$, $SD = 322,61$) [teste U de Mann-Whitney: $U = 209$; $z = -4,880$; $p < 0,001$ e $U = 645,5$, $z = -4,964$; $p < 0,001$, respectivamente], mas não houve diferenças estatísticas significativas entre as duas velocidades para dormida não visual (VD80 e VD50), (teste t independente, $p = 0,288$).

Figura 14. Box-plot com as Velocidades para Dormida (m/h), até 80 m. (VD80), até 50 m.(VD50) e a menos do que 50 m (VDVisual). (diferenças significativas ao nível $p < 0,001$)**

- Velocidade para dormida e variáveis climáticas:

Nenhuma das medidas de Velocidade para Dormida (VD80, VD50 e VDVisual) foi correlacionada nem com a variável Temperatura (máxima, mínima e média), nem com a variável Precipitação, nas análises de correlação de Spearman e na regressão linear e quadrática.

- Velocidade para dormida e sazonalidade

Quando observamos o comportamento da variável Velocidade para dormida, em suas diferentes medidas (VD80, VD50 e VDVisual) nas duas estações (seca e chuvosa), podemos ver que os macacos-prego se deslocaram, em média, mais rápido durante a estação chuvosa (tabela 12).

Tabela 12. Estatísticas descritivas das Velocidades para Dormida (m/h) conforme as Estações. VD80= velocidade do grupo até 80 metros de distância da dormida; VD50= velocidade do grupo até 50 metros de distância da dormida; VDVisual=objetivo de dormida visual, a menos do que 50 metros.

	ESTAÇÃO											
	Seca						Chuvosa					
	Total N	Valid N	Min	Max	Mean	SD	Total N	Valid N	Min	Max	Mean	SD
VD-80	97	12	161,10	1660,92	745,42	398,76	26	6	134,16	982,08	533,32	288,76
VD-50	97	26	151,79	1660,92	596,86	341,47	26	9	110,35	895,56	488,61	261,05
VDVisual	97	75	24,00	579,60	286,56	141,42	26	12	72,00	587,76	273,83	145,19

No entanto, não houve efeito significativo da “estação” nas diferentes medidas de velocidade para dormida [ANOVA: $F(1, 139) = 0,004$ e $p = 0,953$], (tabela 12), nem da chuva (sim ou não) nas medidas de velocidade para árvore de dormida [ANOVA: $F(1, 139) = 0,961$ e $p = 0,329$] (tabela 13).

Tabela 13. Estatísticas descritivas das Velocidades para Dormida (m/h) conforme a Chuva. VD80= velocidade do grupo até 80 metros de distância da dormida; VD50= velocidade do grupo até 50 metros de distância da dormida; VDVisual=objetivo de dormida visual, a menos do que 50 metros.

	CHUVA											
	Não						Sim					
	Total N	Valid N	Min	Max	Mean	SD	Valid N	Total N	Min	Max	Mean	SD
VD-80	64	7	134,16	1660,92	658,69	527,44	11	59	329,28	1143,09	684,92	259,59
VD-50	64	20	110,35	1660,92	577,21	353,67	15	59	151,79	1143,09	558,12	287,71
VDVisual	64	49	24,00	587,76	266,68	138,68	38	59	36,00	579,60	308,18	142,71

4.2.1.3 Velocidade em segmentos sem objetivo

A velocidade média do grupo nesse tipo de segmento foi menor do que para fruteira e dormida não visual (VF50-VF80 e VD50-VD80, respectivamente) e maior do que a velocidade para fruteira e dormida visual (VFVisual e VDVisual, respectivamente) (tabela 14 e figura 15).

Tabela 14. Valores médios e desvio padrão das diferentes medidas de velocidade

VELOCIDADE	Mean	Max	Min	SD.
VF-80*	654,44	2070,48	108,87	308,85
VF-50*	621,67	2070,48	138,06	280,68
VFVisual*	349,48	590,04	98,95	101,52
VNada	480,60	860,85	220,73	142,65
VD-80*	674,72	1660,92	134,16	371,48
VD-50*	569,03	1660,92	110,35	322,61
VDVisual*	284,80	587,76	24,00	141,16

[* diferença significativa (ao nível $p=0,05$) respeito de VNada]

Foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ao comparar as médias de Velocidade em segmentos sem objetivo com o resto de medidas de velocidade [ANOVA: $F(6, 582)=37,037$ e $p<0,001$].

Figura 15. Box-plot com o total das Velocidades. VF80= velocidade até 80 metros da fonte; VF50= velocidade até 50 metros da fonte; VFVisual=objeto visual, a menos do que 50 metros; VNada= velocidade em segmentos sem objetivo; VD80= velocidade até 80 metros da dormida; VD50= velocidade até 50 metros da dormida; VDVVisual=objeto de dormida visual, a menos do que 50 metros.

- Velocidade em segmentos sem objetivo e variáveis climáticas:

A velocidade em segmentos sem objetivo se correlacionou positivamente com a temperatura média (Pearson: $r = 0,224$ e $p = 0,013$) e com temperatura mínima ($r = 0,230$ e $p = 0,010$), mas não foi correlacionada com temperatura máxima ($p = 0,115$).

Foi observada também uma leve correlação positiva entre VNada e a Precipitação total do dia (Spearman rho: $r = 0,199$ e $p = 0,029$)

- Velocidade em segmentos sem objetivo e sazonalidade:

A Velocidade em segmentos sem objetivo (VNada) mostrou diferenças significativas em função das estações (Seca: $M = 459,49$ e $SD = 126,63$; Chuvosa: $M = 559,34$ e $SD = 171,91$) (teste U de Mann-Whitney: $U = 800$; $z = -2,856$; $p = 0,004$). Os macacos se deslocaram em média mais rápido durante a época de chuvas (tabela 15).

Também foram achadas diferenças estatisticamente significativas em VNada quando comparamos dias com e sem chuva ($U = 1456$; $z = -2,187$; $p = 0,029$). Assim, nos dias com chuva, independentemente da estação, os primatas se deslocaram mais rápido que em dias em que não choveu (tabela 15).

Tabela 15. Estatísticas descritivas da Velocidade em segmentos sem objetivo (VNada) em m/h, para Chuva e Estação

		Mean	SD	N
Estação	Seca	459,49	126,62	97
	Chuvosa	559,35*	171,91	26
Chuva	Não	451,73	121,74	64
	Sim	511,92®	157,44	59

(diferenças significativas com * $p = 0,004$ e ® $p = 0,029$)

4.2.2 LINEARIDADE

A linearidade, ou índice de linearidade, constitui a segunda VD do nosso estudo. Ela foi calculada em cada um dos segmentos até parada, computando as médias diárias das diferentes categorias de deslocamento. Em geral, não foram observadas grandes diferenças entre as distintas categorias (tabela 16).

Tabela 16. Estatística descritiva das diferentes medidas de Linearidade. Lin_total=razão entre a distância em linha reta desde o primeiro ao último ponto do dia e a distância total percorrida (DDP); Lin_frut= linearidade média do dia para objetivo alimentar; Lin_dorm= linearidade para árvore de dormida no dia; Lin_nada= linearidade média do dia em segmentos sem objetivo; Lin_med_seg= linearidade do dia calculada fazendo a média de todos os segmentos percorridos nesse dia.

		Índice de Linearidade					
		Mean	Max	Min	SD	Total N	Valid N
Tipo de Linearidade	lin_total	0,30	0,71	0,04	0,15	123	123
	lin_frut	0,93	1,00	0,72	0,06	123	114
	lin_dorm	0,97	1,00	0,59	0,09	123	116
	lin_nada	0,93	1,00	0,73	0,05	123	123
	lin_med_seg	0,93	1,00	0,81	0,04	123	123

Além da linearidade em função do objetivo (lin_frut e lin_dorm) e a linearidade em segmentos sem objetivo (lin_nada), mostradas na tabela acima, obtiveram-se também medidas da linearidade total do dia, para cada um dos 123 dias [tabela 17 itens (a) e (e)]. Esta linearidade diária se obtém de duas formas: a partir da média das linearidades dos diferentes segmentos percorridos em um dia determinado, ou a partir do cálculo da distância em linha reta entre o primeiro e último ponto do dia, dividido pela distância total percorrida pelo grupo nesse dia podendo assim estabelecer um ranking de dias mais e menos lineares, o que permitiu estabelecer comparações com as condições climáticas.

Tabela 17. Exemplo de 4 dias das diferentes medidas de linearidade. Para cada um dos 123 dias foi calculada: a) Lin_total=razão entre a distância em linha reta desde o primeiro ao último ponto do dia e a distância total percorrida (DDP); b) Lin_frut= linearidade média do dia para objetivo alimentar; c) Lin_dorm= linearidade para árvore de dormida no dia; d) Lin_nada= linearidade média do dia para não objetivos; e) Lin_med_seg= linearidade do dia calculada fazendo a média de todos os segmentos percorridos nesse dia.

DIA	DATA	a)	b)	c)	d)	e)
		Lin_total	Lin_frut	Lin_dorm	Lin_nada	Lin_med_seg
1	10-abr-2007	0,37	0,93	1,00	0,88	0,92
62	12-fev-2008	0,29	0,94	0,84	0,73	0,89
99	19-jun-2009	0,71	1,00	1,00	1,00	1,00
120	23-mar-2010	0,04	1,00	0,95	0,93	0,94

A linearidade total (lin_total) do dia, medida como a razão entre distância em linha reta entre o primeiro e o último ponto do dia, foi um bom indicador do traçado percorrido pelo grupo, enquanto a média da linearidade dos segmentos até parada (lin_med_seg) em

um dia não se correspondeu com o traçado, sendo sempre muito linear (valores perto de 1,00). Na figura 16 se mostram os dois dias da nossa amostra com menor e maior índice de lin_total respectivamente que, no entanto, tiveram o índice lin_med_seg muito semelhantes.

Figura 16. Exemplos de linearidade diária elaborados com ArcGis. (A) Dia 23.03.2010. O índice de linearidade ou lin_total foi de 0,04, ou seja, muito pouco linear, enquanto a linearidade média dos segmentos do dia ou lin_med_seg foi 0,94. (B) Dia 19.06.2009 o índice de linearidade ou lin_total do dia foi 0,71, enquanto a linearidade média dos segmentos do dia ou lin_med_seg foi 1,00.

Nas análises de correlação linearidade para fruteira (lin_frut) e sem objetivo (lin_nada) foram positivamente correlacionadas (Spearman rho: $r = 0,443$; $p = 0.001$), enquanto a linearidade para árvore de dormida não foi correlacionada com os outros tipos de linearidade.

De fato, os índices de linearidade das cinco medidas controladas (lin_tot, lin_frut, lin_dorm, lin_nada e lin_seg_media) pareceram bastante semelhantes quando calculamos a estatística descritiva, ou seja, média e desvio padrão (tabela 16). Porém a medida de linearidade total do dia (lin_tot) foi bastante diferente do resto ($M= 0,30$; $SD= 0,15$).

Foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre as cinco medidas de linearidade [ANOVA: $F(4, 594)= 1256,67$; $p< 0,001$].

Testes post-hoc (correção de Bonferroni) indicaram que a linearidade total do dia (lin_tot) foi significativamente diferente de todas as outras quatro medidas de linearidade ($p< 0,001$). A linearidade para fruteira (lin_frut) foi significativamente diferente da linearidade total (lin_tot; $p< 0,001$) e da linearidade para árvore de dormida (lin_dorm; $p= 0,005$). A linearidade para árvore de dormida (lin_dorm) foi estatisticamente diferente também de todas as outras quatro medidas de linearidade (lin_total, $p< 0,001$; lin_frut, $p< 0,005$; lin_nada, $p= 0,026$; e lin_med_seg, $p= 0,029$). A linearidade sem objetivo (lin_nada) diferiu da linearidade total e da linearidade para dormida (ver valores p acima). Por último, a linearidade média dos segmentos do dia (lin_med_seg) foi estatisticamente diferente da medida de linearidade total e da de dormida (ver valores p acima, neste mesmo parágrafo).

4.2.2.1 Linearidade para fruteira

O índice médio de linearidade para fruteira (lin_frut) dos 123 dias ($M= 0,93$; $SD= 0,06$) (tabela 16).

- Linearidade para fruteira e variáveis climáticas:

Nas análises de correlação, a lin_frut não mostrou nenhuma relação com as diferentes variáveis climáticas consideradas (Temp. Média, Máxima e Mínima do dia; Velocidade do Vento e Precipitação).

A medida de Precipitação (o total de chuva em um dia) não se correlacionou com nenhuma das medidas de linearidade obtidas.

As análises de regressão linear e quadrática também não se mostraram significativas para interpretar a relação entre Temperatura (Média, Max e Min) e a linearidade para fruteira.

Quando consideramos dicotomicamente a variável “chuva”, polarizando os dias em “chuva sim” e “chuva não”, também não foram observadas diferenças aparentes nas medidas de lin_frut (chuva não: M= 0,92 e SD= 0,06; chuva sim: M= 0,93 e SD= 0,06; tabela 18).

Tabela 18. Médias das medidas da Linearidade conforme as Estações e dias com Chuva. Lin_total=razão entre a distância em linha reta desde o primeiro ao último ponto do dia e a distância total percorrida (DDP); Lin_frut= linearidade média do dia para objetivo alimentar; Lin_dorm= linearidade para árvore de dormida no dia; Lin_nada= linearidade média do dia em segmentos sem objetivo; Lin_med_seg= linearidade do dia calculada fazendo a média de todos os segmentos percorridos nesse dia.

	Índice de Linearidade							
	Estação				Choveu?			
	SECA		CHUVOSA		NÃO		SIM	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
lin_total	0,32	0,15	0,24	0,14	0,29	0,13	0,32	0,17
lin_frut	0,93	0,06	0,92	0,07	0,92	0,06	0,93	0,06
lin_dorm	0,97	0,09	0,96	0,09	0,98	0,07	0,95	0,10
lin_nada	0,94	0,05	0,91	0,07	0,93	0,06	0,94	0,05
lin_med_seg	0,91	0,04	0,97	0,02	0,93	0,05	0,94	0,04

Apesar das aparentes semelhanças, foi testada a hipótese nula de igualdade de médias de linearidade em dias com e sem chuva. A hipótese nula foi mantida, ou seja, não houve diferenças significativas ($p= 0,292$) em linearidade para fruteira em dias com e sem chuva.

- Linearidade para fruteira e sazonalidade:

Ao observarmos o comportamento da variável linearidade para fruteira (lin_frut) nas duas estações (seca e chuvosa), podemos ver que os macacos-prego se deslocaram de forma semelhante em ambos os períodos (ver tabela 18).

A distribuição de lin_frut ao longo das estações foi similar (teste U de Mann-Whitney: $p= 0,279$), ou seja, não houve diferenças na medida lin_frut entre a estação seca e a chuvosa.

4.2.2.2 Linearidade para dormida

A linearidade para árvore de dormida (lin_dorm) consiste em uma única medida diária pelo que não precisa se calcular a média dos segmentos, como é o caso das outras medidas de linearidade (tabela A1, apêndices). O índice lin_dorm médio dos 123 dias foi calculado ($M= 0,97$; $SD= 0,09$, ver tabela 16).

- Linearidade para dormida e variáveis climáticas:

Nas análises de correlação, a lin_dorm não mostrou nenhuma relação com as diferentes variáveis climáticas consideradas (Temp. Média, Máxima e Mínima do dia; e Precipitação).

A medida de Precipitação (o total de chuva em um dia) não se correlacionou com nenhuma das medidas de linearidade obtidas, nem com a lin_dorm.

As análises de regressão linear e quadrática também não se mostraram significativas para interpretar a relação entre Temperatura (média, máxima e mínima) com a linearidade para árvore de dormida.

Foi conferido também se houve diferenças na linearidade para árvore de dormida na presença ou não de chuva (chuva não: $M=0,98$ e $SD= 0,07$; chuva sim: $M= 0,95$ e $SD= 0,10$, ver tabela 18). Os resultados mostraram que a distribuição da lin_dorm em dias com e sem chuva foi semelhante, mas foi observada uma tendência à significância (teste U de Mann-Whitney: $p= 0,059$).

- Linearidade para dormida e sazonalidade:

Ao observarmos o comportamento da variável linearidade para árvore de dormida (lin_dorm) nas duas estações (seca e chuvosa), podemos ver que os macacos-prego se deslocaram de forma semelhante em ambos os períodos (seca: $M= 0,97$ e $SD= 0,09$; chuvosa: $M= 0,96$ e $SD= 0,09$; tabela 18). Assim, foi comprovada estatisticamente a hipótese nula de que não houve diferenças significativas na linearidade para dormida (lin_dorm) nas duas estações, seca e chuvosa (teste t independente, $p= 0,848$).

4.2.2.3 Linearidade em segmentos sem objetivo

A linearidade para o resto dos deslocamentos que não foram objetivos alimentares ou de dormida, também chamada de linearidade em segmento sem objetivo (lin_nada), também foi calculada para cada dia, fazendo a média dos índices de linearidade obtidos nos segmentos que não acabaram em objetivo alimentar ou de dormida (ver exemplo em tabela 17). Posteriormente foi calculado o índice lin_nada médio dos 123 dias ($M = 0,93$; $SD = 0,05$, tabela 16).

- Linearidade em segmentos sem objetivo e variáveis climáticas:

A linearidade em segmentos sem objetivo (lin_nada) foi negativamente correlacionada com as medidas de Temperatura Máxima (Pearson: $r = -0,386$; $p < 0,001$, $N = 123$) e Média (Pearson: $r = -0,312$; $p < 0,001$, $N = 123$), mas em nenhum dos casos se tratou de uma relação muito forte.

Como dito, a Precipitação (o total de chuva em um dia) não se correlacionou com nenhuma das medidas de linearidade obtidas, assim, também não o fez com a medida de lin_nada, nem foram obtidos resultados significativos ao executar a regressão linear e quadrática.

Por meio do teste t foi conferido também que não houve diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,465$) na linearidade em segmentos sem objetivo (lin_nada) em dias com e sem chuva (chuva não: $M = 0,93$ e $SD = 0,06$; chuva sim: $M = 0,94$ e $SD = 0,05$, ver tabela 18).

- Linearidade em segmentos sem objetivo e sazonalidade:

Ao observarmos o comportamento da variável linearidade em segmentos sem objetivo (lin_nada) nas duas estações (seca e chuvosa) podemos ver que os macacos-prego se deslocaram de forma semelhante em ambos os períodos (seca: $M = 0,97$ e $SD = 0,09$; chuvosa: $M = 0,96$ e $SD = 0,09$), (tabela 18).

Não houve diferenças significativas na linearidade em segmentos sem objetivo (lin_nada) entre a seca e a chuvosa, mas os resultados tenderam à significância (teste U de Mann-Whitney: $U= 951,5$; $z= -1,917$; $p= 0,055$).

4.2.2.4 Linearidades totais do dia

As medidas lin_tot e lin_med_seg são cálculos da linearidade total do grupo em um dia. Mas, qual das duas medidas descreveu melhor o deslocamento do grupo?

Ambas as medidas mostraram índices bem diferentes (tabela 15). Porém, mostraram uma correlação de $r= 0,368$ com $p= 0,05$.

Foi rejeitada a hipótese nula de que as duas medidas de linearidade total do dia (lin_tot e lin_med_seg) foram semelhantes. Assim, houve diferenças significativas nas distribuições das duas medidas de linearidade total do dia (figura 17), lin_tot ($M= 0,30$ e $SD= 0,15$) e lin_med_seg ($M= 0,93$ e $SD= 0,04$) (teste U de Mann-Whitney: $U= 0,000$, $z= -13,562$ $p< 0,001$).

Figura 17. Box-plot com as medidas de linearidade total do dia. Lin_total=razão entre a distância em linha reta desde o primeiro ao último ponto do dia e a distância total percorrida (DDP); Lin_med_seg= linearidade do dia calculada fazendo a média de todos os segmentos percorridos nesse dia.

- Variáveis climáticas:

As três medidas de temperatura (média, máxima e mínima) foram negativamente correlacionadas com *lin_tot* (Spearman rho: $r = -0,318$, $-0,339$ e $-0,267$, respectivamente, as três com $p < 0,001$, $N=123$). A linearidade média dos segmentos do dia (*lin_med_seg*) também foi negativamente correlacionada com medidas de temperatura média (Spearman rho: $r = -0,218$; $p = 0,015$; $N=123$) e máxima ($r = -0,318$; $p < 0,001$; $N=123$).

Assim como o resto das medidas de linearidade, a precipitação não se correlacionou com nenhuma das medidas da linearidade total.

Para a medida *lin_tot*, (tabela 18) a hipótese nula de igualdade de variâncias para dias com e sem chuva foi mantida. Assim, não houve diferenças significativas em dias com chuva ($M = 0,32$ e $SD = 0,17$) frente a dias sem chuva ($M = 0,29$ e $SD = 0,13$) com (teste U de Mann-Whitney: $p = 0,522$).

No caso da *lin_med_seg* também não houve diferenças (teste *t* de Student: $p = 0,260$) na medida em dias com ($M = 0,94$ e $SD = 0,04$) e sem chuva ($M = 0,93$ e $SD = 0,05$).

- Sazonalidade:

Pesquisamos também a existência de diferenças nas medidas de linearidade totais do dia (*lin_tot* e *lin_med_seg*) ao longo das duas estações, seca e chuvosa.

No caso da *lin_tot*, foram achadas diferenças estatisticamente significativas entre a estação seca ($M = 0,32$ e $SD = 0,15$) e a estação das chuvas ($M = 0,24$ e $SD = 0,14$) [teste *t* independente: $t(121) = 2,305$; $p = 0,025$], sendo maior a linearidade durante a estação seca (tabela 18).

Não houve diferenças nas medidas de *lin_med_seg* entre a estação chuvosa ($M = 0,97$ e $SD = 0,02$) e seca ($M = 0,91$ e $SD = 0,04$), (teste *U* de Mann-Whitney: $p = 0,257$), (tabela 18).

4.2.3 DISTÂNCIA DIÁRIA PERCORRIDA (DDP)

No total da nossa amostra, o grupo Pimenta 1 percorreu, diariamente, uma média de $2073 \pm 794,5$ m ($N=123$), (tabela 19).

Tabela 19. Valores médio, máximo e mínimo da distância diária percorrida (DDP), em metros, para os 123 dias.

	N	Min	Max	Mean	SD
DDP (perímetro)	123	580,84	4354,42	2073,95	794,43
Valid N	123				

Nos dois períodos amostrais analisados (2007-08 e 2009-10), a DDP foi sempre maior na estação das chuvas (tabela 20).

Tabela 20. Valores médio, máximo e mínimo das Distâncias Diárias Percorridas (DDP), em m/h por período de coleta e por estações.

				DDP				
				Mean	Min	Max	Total N	SD
PERÍODO	07-08	Estação	Seca	2073,48	580,84	4232,71	68	763,86
			Chuvosa	2668,94	1164,09	4354,42	15	1001,54
	09-10	Estação	Seca	1721,34	739,00	2799,00	29	531,47
			Chuvosa	2195,11	863,00	3665,27	11	829,09
	TOTAL	Estação	Seca	1968,20	580,84	4232,71	97	718,24
			Chuvosa	2468,48	863,00	4354,42	26	945,35

- Variáveis climáticas:

Houve relação positiva entre temperatura e DDP (figura 18). As temperaturas diárias médias, máximas e mínimas foram positivamente correlacionadas com a DDP no grupo Pimenta 1 (Correlação de Pearson: Temp. do Ar Média: $r = 0,381$ $p < 0,001$; Máx.: $r = 0,460$ $p < 0,001$; Min: $r = 0,246$ $p < 0,001$; todos com $N=123$).

Figura 18. Distância diária percorrida (DDP) (metros) e Temperaturas máxima, mínima e média (°C) ao longo dos 123 dias amostrados. Foram achadas correlações positivas, principalmente com temp. máx. ($r=0,460$)

As medidas de Precipitação, tanto a medida do somatório diário quanto a variável dicotômica “chuva” (sim ou não), não foram correlacionadas com a Distância Diária Percorrida (DDP).

Não houve diferenças significativas na variável DDP em função da presença ou não de precipitação (teste t de Student: $p=0,672$).

Figura 19. Distância diária percorrida (DDP), em metros, para dias com e sem chuva. Não se apreciam diferenças significativas na DDP média na presença ou ausência de chuva ($p=0,672$).

- Sazonalidade:

Houve diferenças significativas na DDP entre estações [teste *t* de Student: $t(121) = -2,939$ e $p = 0,004$], sendo significativamente maiores as DDP durante a estação chuvosa (tabela 20 e figura 20).

Figura 20. Distancia diária percorrida (DDP), em metros, conforme a Estação. Foram detectadas diferenças estatisticamente significativas. O grupo Pimenta 1 se deslocou significativamente mais rápido na época das chuvas ($p = 0,004$)

4.2.4 FONTES DE ALIMENTO AGREGADO

O número de fruteiras visitado em um dia por um grupo de primatas costuma a estar diretamente relacionado pela distância que os macacos percorrem no dia (DDP), mas também com fatores tais como a duração do dia, a estação ou a duração do dia.

Foi achada uma relação positiva entre o número de fruteiras visitado no dia e a DDP (correlação de Pearson: $r = 0,594$, $p < 0,001$, $N = 123$), sendo que, com maior DDP maior número de fruteiras achado.

O número de fruteiras visitado teve correlação positiva com a duração do dia ($r = 0,249$ e $p = 0,05$) e correlação negativa com a porcentagem de alimento disperso consumido no dia ($r = -0,620$ e $p = 0,01$).

- Variáveis climáticas:

O número de fruteiras visitadas pelos macacos no dia não foi correlacionado com nenhuma das medidas de temperatura (média, máxima e mínima).

Análises de correlação e testes t independentes foram rodados para conferir a existência de influência de chuva no número de fruteiras visitadas. Essa medida não foi estatisticamente afetada nem com a presença de chuva (sim: $M= 6,88$ e $SD= 4,82$; não: $M= 6,27$ e $SD= 4,59$), nem foi correlacionada com a quantidade de precipitação diária registrada ($p= 0,431$).

- Sazonalidade:

Foi testado o efeito da sazonalidade no número de fruteiras visitado em um dia. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre a estação Seca ($M= 6,39$; $SD= 4,49$) e a estação Chuvosa ($M= 7,31$; $SD= 5,43$) (teste t independente: $p= 0,380$).

4.3 Resumo dos Resultados

- Velocidade:

A variável dependente Velocidade foi afetada pelas variáveis climáticas principalmente no caso da velocidade em segmentos sem objetivo (VNada), em que encontramos que os macacos se deslocaram mais rápido com maiores Temperaturas médias e mínimas, mas não alteraram sua velocidade com temperaturas máximas. Em relação à Precipitação, houve diferenças significativas em dias de chuva, sendo a velocidade em segmentos sem objetivo (VNada) maior nesses dias. No verão, ou época de chuvas, a velocidade em segmentos sem objetivo (VNada) dos macacos-prego foi maior do que na seca.

No caso da velocidade para objetivo, só foram achadas relações significativas em velocidade para fonte visual (VFVisual), que foi maior na época de chuvas do que na seca. O resto de velocidades para fonte (VF80 e VF50), e as Velocidades para dormida (VD80, VD50 e VDVisual) não foram influenciada por variáveis climáticas nem por padrões sazonais.

- Linearidade:

Em segmentos com objetivo, alimentar ou de dormida, as variáveis climáticas não afetaram o padrão linear dos macacos-prego no PECB, porém foi detectada uma tendência só no caso da linearidade para sítio de dormida (lin_dom), que foi maior na presença de Precipitação.

A linearidade em segmentos sem objetivo (lin_nada) foi afetada pela temperatura média e máxima, achando-se uma correlação negativa, ou seja, quanto maiores temperaturas médias e máximas os macacos-prego foram menos lineares. Porém essa medida não se correlacionou com temperatura mínima. Houve uma fraca correlação positiva entre a Precipitação total do dia e a linearidade em segmentos sem objetivo mais essa relação não apareceu quando controlando para dias com e sem chuva. Além disso, foi detectada uma tendência na análise da sazonalidade sendo mais lineares na época seca do que na época de chuvas.

Ambas as medidas de linearidade diária (lin_tot e lin_med_seg) foram negativamente correlacionadas com a Temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura, menos linear foi o deslocamento do dia. Não houve efeitos da precipitação na linearidade total do dia, mas foram detectadas diferenças nas duas estações, sendo mais lineares durante a estação seca, mas só na medida de lin_tot.

- Distância diária percorrida (DDP):

A distância diária percorrida foi positivamente correlacionada com a temperatura (média, máxima e mínima). A precipitação não afetou a DDP, mas essa medida foi significativamente maior na época de chuva.

Foi encontrada também uma correlação entre a DDP e o número de fontes agregadas achadas no dia.

- Fontes de alimento agregado:

Essa medida não foi afetada pelas variáveis climáticas, mas sim pela DDP.

Tabela 21. Resumo dos resultados: relações entre VI's e VD's. VELOCIDADE: VF80= velocidade até 80 metros da fonte; VF50= velocidade até 50 metros da fonte; VFVisual= objetivo visual, a menos do que 50 metros; VNada= velocidade em segmentos sem objetivo; VD80= velocidade até 80 metros da dormida; VD50= velocidade até 50 metros da dormida; VDVisual=objetivo de dormida visual, a menos do que 50 metros. LINEARIDADE: Lin_total=razão entre a distância em linha reta desde o primeiro ao último ponto do dia e da distância total percorrida (DDP); Lin_frut= linearidade média do dia para objetivo alimentar; Lin_dorm= linearidade para árvore de dormida no dia; Lin_nada= linearidade média do dia para não objetivos; Lin_med_seg=linearidade do dia calculada fazendo a média de todos os segmentos percorridos nesse dia. DDP: distância diária percorrida. F. AGR.: número de fontes agregadas achadas no dia.

VI's VD's			TEMPERATURA			PRECIPITAÇÃO		SAZONALIDADE	
			Med	Max	Min	Total	Sim/Não	Inverno/Seca	Verão/Chuvosa
VELOCIDADE	Fonte	VF80	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		VF50	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		VFVisual	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	menor	maior ($p=0,026$)
	Dormida	VD80	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		VD50	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
		VDVisual	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Sem Obj.	VNada	$r= 0,224$; $p=0,013$	n.s.	$r=0,230$; $p=0,010$	$r= 0,199$; $p= 0,029$	maior na chuva ($p=0,029$)	menor	maior ($p=0,004$)
LINEARIDADE	Fonte	Lin_frut	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Dormida	Lin_dorm	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s., mas tendencia à sig. ($p= 0,059$)	n.s.	n.s.
	Sem Obj.	Lin_nada	$r= -0,312$; $p< 0,001$	$r= -0,386$; $p< 0,001$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s. mas quase mais linear ($p= 0,055$)	menos linear
	Total dia	Lin_total	$r= -0,318$; $p<0,001$	$r= -0,339$; $p<0,001$	$r=-0,267$; $p=0,003$	n.s.	n.s.	mais linear ($p= 0,025$)	menos linear
		Lin_med_seg	$r= -0,218$; $p=0,015$	$r= -0,318$; $p<0,001$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DDP			$r= 0,381$; $p< 0,001$	$r= 0,460$; $p< 0,001$	$r= 0,246$; $p=0,006$	n.s.	n.s.	menor	maior $p= 0,004$
F. AGR.			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.= as diferenças foram não significativas

5 DISCUSSÃO

Temperatura e precipitação são importantes variáveis ecológicas que afetam e limitam o comportamento dos primatas. No entanto, na ecologia comportamental, a importância da temperatura e da termorregulação em primatas tem recebido pouca atenção em comparação com outros fatores ecológicos (Stelzner, 1988) como, por exemplo, a distribuição do alimento ou a pressão de predação. O presente trabalho teve por objetivo investigar a hipótese de que a velocidade e linearidade de deslocamento de primatas por sua área de vida pode ser afetada por fatores ecológicos, tais como variáveis climáticas (temperatura e precipitação). Para tanto investigamos se havia relação entre esses dois fatores e padrões de deslocamento de um grupo de macacos-prego (*S. nigritus*) em uma área de Mata Atlântica, o PECB.

5.1 A PRECIPITAÇÃO afeta a navegação de *S. nigritus* no PECB?

Num trabalho anterior, Presotto (2009) investigou os mecanismos de orientação espacial usados pelos macacos-prego do PECB, achando indícios de diferenças em linearidade e velocidade, medidas usadas naquele estudo para verificar o sistema de orientação espacial, em função da presença de precipitação. Assim, em dias com chuva, foi observado maior índice de linearidade, menor número de fontes agregadas em que os macacos se alimentaram e menor distância percorrida no dia (Presotto, 2009). Contudo, essas observações não foram feitas de maneira sistemática, por não ser esse o objetivo daquela pesquisa.

No presente estudo pudemos testar esta hipótese em uma amostra maior. De maneira geral, os nossos resultados não apoiaram a hipótese, mas apareceram alguns efeitos interessantes. Assim, contrariamente a nossa previsão, a presença de chuva fez com que os macacos aumentassem sua velocidade, apenas quando estavam se deslocando sem um objetivo espacial (fonte de alimento ou dormida). É possível que, em deslocamentos para uma fonte alimentar já visitada, os macacos-prego, guiados por representações aloentrícas, não alterem seu comportamento, pois já estão se aproximando ao recurso na máxima velocidade possível. Alguns autores tem identificado esse comportamento (de aceleração máxima) como um produto da competição indireta (Normand e Boesch, 2009 *cf*

Noser e Byrne 2007, 2010). Por outro lado, quando os macacos estão seguindo mapas de rotas e se deslocando sem objetivo, as condições meteorológicas poderiam tornar-se mais importantes e de fato “incomodar” aos macacos, que se deslocariam significativamente mais rápido em dias de chuva que em dias sem chuva, talvez na procura de refúgio. No entanto, este foi o único efeito em curto prazo da presença de chuva sobre os padrões de deslocamento. Mais estudos são necessários para entender por que os macacos aumentam a velocidade apenas em segmentos sem objetivo em função da presença de chuva.

Mudanças sazonais em temperatura e precipitação acontecem no PECB, assim como variações na disponibilidade e distribuição de fontes alimentares (Ab'Saber, 2003 *apud* Presotto e Izar, 2010). Assim, as mudanças sazonais na precipitação poderiam explicar melhor do que as variações diárias, algumas das modificações dos padrões de deslocamento. Nossos resultados concordaram com os achados em curto prazo, revelando novamente variações na velocidade de deslocamento em segmentos sem objetivo, neste caso sazonais, mas também em deslocamentos de curta distância para fontes que estavam dentro do campo de detecção visual dos macacos, sendo essa velocidade maior durante a estação chuvosa, quando há mais árvores em frutificação (Izar et al., 2012). Esta maior velocidade nesses segmentos pode estar relacionada a uma estratégia de economia de energia (Schoener, 1971) durante a estação seca, quando há menos recursos alimentares agregados, o que foi confirmado pelo aumento da DDP na estação das chuvas. No entanto, surpreendentemente, essa variação de velocidade não foi encontrada em deslocamentos para fontes alimentares fora do campo de detecção visual. Esse fato pode estar relacionado com a imprevisibilidade de fontes agregadas, fazendo das fontes conhecidas um recurso extremamente valioso e indicando que, inclusive durante a estação seca, quando a estratégia ótima é economizar energia, os macacos viajam na máxima velocidade possível para objetivos visuais, fazendo um uso flexível e oportunista da estratégia de maximização de energia (Schoener, 1971) que em geral adota esse macaco no PECB (Delval et al., 2012).

O fato de não achar diferenças significativas na velocidade para fonte, visual ou não, na presença de chuva, mantendo-se o padrão achado de diminuir a velocidade quando a fruteira está a uma distância visual, poderia estar indicando duas coisas: 1) que a chuva não interfere na orientação dos macacos, ou 2) que a pressão da competição indireta é mais forte do que o resto das variáveis.

Tem sido observado que uma chuva forte pode afetar o deslocamento de grupos de primatas (Goodall, 1977; Presotto, 2009), induzindo-os a parar temporariamente até a chuva acabar. Contudo, poucos estudos têm verificado diretamente efeitos da precipitação no comportamento e nos padrões de deslocamento. De maneira geral, a maioria das pesquisas tem estudado o efeito da chuva sobre a distância diária percorrida, revelando que essa variável não afeta diretamente (p.e.: parando o grupo) a DDP (Isbell, 1983; Ren et al., 2009), mas poderia ter efeitos indiretos por meio de mudanças na disponibilidade e distribuição de recursos (Li et al., 2001). Chaves et al.(2011), por exemplo, demonstram que, na estação das chuvas, macacos aranha (*Ateles geoffroy*) de diversas populações modificam seu orçamento de atividades andando menos e comendo mais, mas os autores não controlam o efeito da precipitação isoladamente. Em um estudo clássico sobre colobos (*Colobus badius tephrosceles*), Isbell (1983) controlou para variáveis climáticas, e mostrou que a DDP é mais influenciada pelas mudanças na distribuição do alimento que por diferenças na temperatura, precipitação ou por efeitos da sazonalidade. No presente trabalho corroboramos esse resultado, porque, embora a distância diária percorrida não tenha se correlacionado com a precipitação, a DDP foi significativamente maior durante a estação chuvosa, quando há maior disponibilidade de frutos. O fato da precipitação não afetar os índices de linearidade do grupo estudado, ao contrário de nossa expectativa, é mais uma evidência de que macacos-prego no PECB não precisam visualizar marcos espaciais para localizar objetivos espaciais memorizados, o que reflete um sistema referencial flexível, aloccêntrico (Presotto e Izar, 2010). Entretanto, descobrimos um efeito sazonal na linearidade total do dia, sendo este índice menor durante a estação chuvosa, o que concorda com estudos que indicam maiores DDP's durante essa época (p.e.: Mendiratta et al., 2009; Kirkpatrick et al., 1998, mas ver Ren et al., 2009), e variações sazonais no orçamento de atividades, de modo que o tempo dedicado à atividades de alimentação ou deslocamento é modificado (p.e.: Hanya , 2004 , Santos, 2009; Van Doorn et al., 2010; Chaves et al., 2011).

O orçamento de atividades do grupo Pimenta 1 já foi estudado em trabalhos anteriores. Assim, Santos (2009) achou diferenças no orçamento de atividades e na proporção dos itens alimentares consumidos entre o inverno e verão, o que foi consistente com os achados de pesquisas anteriores realizadas com a mesma população (Nakai, 2007; Taira, 2007) e com outras populações da mesma espécie (Rímoli, 2001; Rímoli et al., 2008).

Como esperado, nessa pesquisa, Santos (2009) encontrou que a atividade mais executada do orçamento foi o forrageamento, seguido por o deslocamento, mas mostrando variações sazonais conforme a disponibilidade e distribuição dos recursos alimentares. Durante o inverno, frente à escassez de frutos, os animais se alimentaram principalmente de folhas, o que levou a um aumento no tempo gasto em forrageamento e diminuição em deslocamento. No verão, alimentando-se principalmente de frutos, os primatas se deslocaram mais, devido a que este é um recurso distribuído de forma agregada no ambiente, pelo que é preciso se deslocar mais longe para procurar fruteira. Estas mudanças são possíveis porque os frutos oferecem um maior retorno energético, o que possibilita um maior investimento em atividades não relacionadas à alimentação, como o próprio deslocamento, além de descanso e interações sociais. Apesar dos achados de Presotto (2009), o número de fruteiras encontradas por dia não foi afetado pela precipitação, nem pelas variáveis sazonais, rejeitando nossa hipótese.

A priori, poderia se pensar que os poucos efeitos da precipitação achados neste estudo poderiam resultar da infrarrepresentação dos dias com chuva na nossa amostra. Para descartar essa possibilidade, estudamos a proporção desses dias na amostra e no período total. Na figura 8 (no item Resultados) observamos que a representação de dias com chuva na amostra não se diferenciou da distribuição da pluviosidade de todo o período. Mas, como dito anteriormente, embora houvesse menos dias registrados na estação das chuvas assim como menos dias com chuva que dias sem chuva, essa proporção foi balanceada em cada estação de maneira natural, e se correspondeu com a realidade climatológica do PECB, descartando erros amostrais ou problemas de infrarrepresentação.

Em resumo, nossos resultados sugerem que a precipitação tem poucos efeitos em curto prazo nos padrões de deslocamento do *S. nigritus* no PECB. No entanto, esperavam-se efeitos diretos em longo prazo, ou seja, mudanças sazonais nos padrões de deslocamento produzidas por mudanças na precipitação e temperatura, mas só foram achados efeitos indiretos da sazonalidade no aumento do DDP durante a estação das chuvas, derivado das mudanças na abundância e distribuição do alimento.

5.2 A TEMPERATURA afeta a navegação de *S. nigritus* no PECB?

Ao longo dos dois anos de coleta, a temperatura média no PECB oscilou entre 19°C e 20°C. A variação de temperatura correspondeu à literatura sobre o clima no PECB (Dias et al., 1995; Negreiros et al., 1994).

Nossos resultados revelaram alguns efeitos significativos da temperatura sobre os padrões de deslocamento. Encontramos que os índices de linearidade em segmentos sem objetivo aumentaram com menores temperaturas. As medidas de linearidade total também foram negativamente correlacionadas à temperatura, sugerindo rotas diárias menos lineares com altas temperaturas. Estes resultados de novo parecem estar apontando para uma estratégia de poupança de energia sob baixas temperaturas (Schoener, 1971), uma vez que uma maior linearidade significa menor distância percorrida. Corroborando com essa idéia, nos nossos dados observamos uma diminuição significativa da DDP na época seca, quando também foram registradas as menores temperaturas mínimas. Tal como aconteceu com a variável precipitação, a linearidade para objetivos espaciais (visuais ou não) não foi afetada pela temperatura.

Confirmando nossa previsão, a temperatura foi correlacionada à velocidade, apenas em segmentos sem objetivo e em segmentos para fonte visual. A maioria das investigações que estudam os efeitos da temperatura nos padrões de deslocamento de primatas (Hanya, 2004; Mendiratta et al., 2009; Ren et al., 2009; Van Doorn et al., 2010) espera uma redução do gasto energético a baixas temperaturas, derivado das necessidades de termorregulação (Schoener, 1971; Agetsuma, 1995a, b, 2000), mas não levam em consideração os efeitos da memória espacial sobre os padrões de navegação. Nossos resultados sugerem que os macacos-prego no PECB viajam lentamente para economizar energia com baixas temperaturas, mas não modificam a velocidade em função da temperatura se estão viajando para um objetivo conhecido de alto valor energético.

Por último, o fato de não termos encontrado diferenças significativas no deslocamento para sítios de dormida, nem com mudanças de temperatura, nem na chuva, nem nas estações, sugere que esses fatores não afetam a escolha de árvores de dormida. Vários 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 (e.g.,

DiBitetti et al., 2001). Outros estudos sugerem que o local de dormida de primatas reflete a estratégia de forrageamento, ficando próximo à fonte alimentar (Chapman, 1989; Spironelo 2001; Zhang, 1995). Em um estudo anterior, Fogaça (2009) achou que, diferentemente do esperado, a velocidade média para os sítios de dormir conhecidos foi menor do que a velocidade média para sítios de dormir inéditos. Aparentemente, quando os animais lembram a localização do sítio de dormir, dirigem-se ao local acelerando sua velocidade de deslocamento na última hora de atividades e, ao reconhecer a proximidade da dormida, param, e então se dirigem mais lentamente à árvore exata, talvez aproveitando os últimos momentos de atividade para forragear. De qualquer jeito, essa desaceleração na proximidade da árvore, foi confirmada também neste trabalho, mas não foram achadas diferenças significativas conforme as variáveis climáticas nem as estações, sugerindo que esse padrão de forrageamento por itens dispersos no fim do dia se mantém ao longo do ano e sem ser afetado pelo clima.

6 CONCLUSÕES

Em resumo, nossos resultados indicaram que não houve efeito das variações de precipitação e temperatura, nem efeitos sazonais, nos padrões de deslocamento (velocidade e linearidade) de macacos-prego para objetivos espaciais fora do alcance da vista. Além disso, em geral, os nossos resultados não apoiaram a hipótese acerca de respostas imediatas em curto prazo às condições meteorológicas.

No entanto, foram comprovadas diferenças nos padrões de deslocamento entre estações, que atribuímos principalmente a variações no tipo de alimento consumido. Deste modo, como conferido em estudos anteriores nessa área (Fogaça, 2009; Mendonça-Furtado, 2012; Presotto, 2009; Santos, 2009; Tokuda, 2013), a disponibilidade de alimento diferiu entre as estações, tendo mais alimento agregado em manchas no verão e registrando-se maior proporção de frutos consumidos durante os meses úmidos. Esses achados indicam que o macaco-prego do PECB usa uma estratégia de poupança de energia (Agetsuma, 1995a, b, 2000) durante a época de escassez de frutos, se deslocando menos.

Em conclusão, podemos afirmar que, embora temperatura, precipitação e grau de sazonalidade sejam importantes fatores modulando orçamento de atividades de primatas neotropicais (p.e.: Chaves et al., 2011), as mudanças na velocidade e na linearidade são bons indicadores da representação de localização espacial, de modo que podem ser empregados com segurança nas inferências sobre a cognição espacial de macacos-prego de vida livre (Janson e Byrne, 2007).

BIBLIOGRAFIA²

- Ab'Sáber, A. N. (2003). *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas* (Vol.1). Atelié editorial.
- Agetsuma, N. (1995a). Dietary selection by Yakushima macaques (*Macaca fuscata yakui*): the influence of food availability and temperature. *International Journal of Primatology*, 16(4), 611–627.
- Agetsuma, N. (1995b). Foraging strategies of Yakushima macaques (*Macaca fuscata yakui*). *International Journal of Primatology*, 16, 595–609.
- Agetsuma N. (2000). Influence of temperature on energy intake and food selection by macaques. *International Journal of Primatology*, 21, 103–111.
- American Meteorological Society, cited 2014: "termos de variáveis climáticas". Glossary of Meteorology. [Available online at [http://glossary.ametsoc.org/wiki/"term"](http://glossary.ametsoc.org/wiki/)]
- Alcock, J. (2001). *Animal Behavior: An Evolutionary Approach* (7th Ed.). Sunderland, MA: Sinauer.
- Alcock, J. (2011). *Comportamento Animal: Uma Abordagem Evolutiva* (tradução da 9ª Edição). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour*, 49, 227–265.
- Beisiegel, B. M. (1999). Contribuição ao estudo da história natural do cachorro do mato, *Cerdocyon thous* e do cachorro vinagre, *Speothos venaticus*. Tese Doutorado. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, SP.
- Benhamou, S. (1997). On systems of reference involved in spatial memory. *Behavioural Processes*, 40(2), 149–163.
- Bicca-Marques, J. C., & Garber, P. A. (2004). Use of spatial, visual, and olfactory information during foraging in wild nocturnal and diurnal anthropoids: A field experiment comparing *Aotus*, *Callicebus*, and *Saguinus*. *American Journal of Primatology*, 62(3), 171–187.
- Boesch, C. & Boesch, H. (1984). Mental map in wild chimpanzees: an analysis of hammer transports for nut cracking. *Primates*, 25, 160–170.
- Boinski, S., & Garber, P. A. (2000). Unraveling the complexities of group travel. In S. Boinski & P. A. Garber (Eds.), *On the move: how and why animals travel in groups* (pp. 1–6). Chicago: The University of Chicago Press.

² De acordo com o estilo APA – American Psychological Association.

- Bonnie, K. E., & de Waal, F. B. M. (2007). Copying without rewards: socially influenced foraging decisions among brown capuchin monkeys. *Animal Cognition*, 10(3), 283–292.
- Bronikowski, A. M. & Altmann, J. (1996). Foraging in a variable environment: weather patterns and the behavioral ecology of baboons. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 39, 11-25.
- Brower, L. (1996). Monarch butterfly orientation: missing pieces of a magnificent puzzle. *The Journal of Experimental Biology*, 199, 93–103.
- Bruner, J. S. (1972). Nature and uses of immaturity. *American Psychologist*, 27(8), 687-708.
- Burgess, N. (2006). Spatial memory: how egocentric and allocentric combine. *Trends in Cognitive Sciences*, 10 (12), 551-557.
- Burgess, N. (2008). Spatial cognition and the brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 77–97.
- Byrne, R. W. (2000). Evolution of primate cognition. *Cognitive Science*, 24(3), 543–570.
- Byrne, R. W., & Bates, L. A. (2011). Cognition in the wild: exploring animal minds with observational evidence. *Biology letters*, 7(4), 619-622.
- Byrne, R. W., Noser, R., Bates, L. A., & Jupp, P. E. (2009). How did they get here from there? Detecting changes of direction in terrestrial ranging. *Animal Behaviour*, 77(3), 619–631.
- Chapman, C. (1989). Primate seed dispersal: The fate of dispersed seeds. *Biotropica*, 21(2): 148–154.
- Chaves, Ó. M., Stoner, K. E., & Arroyo-Rodríguez, V. (2011). Seasonal Differences in Activity Patterns of Geoffroy's Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*) Living in Continuous and Fragmented Forests in Southern Mexico. *International Journal of Primatology*, 32(4), 960–973.
- Collett, M., Collett, T., Bisch, S., & Wehner, R. (1998). Local and global vectors in desert ant navigation. *Nature: London*, 450(1993), 269–271.
- Cunningham, E., & Janson, C. H. (2007a). A socioecological perspective on primate cognition, past and present. *Animal Cognition*, 10(3), 273–281.
- Cunningham, E. & Janson, C. H. (2007b) Integrating information about location and value of resources by white-faced saki monkeys (*Pithecia pithecia*). *Animal Cognition*, 20, 293–304.

- Dancey, C. P., & Reidy, J. (2006). *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows*. Artmed.
- Delval, I.; Fernández-Bolaños, M.; Peternelli C. dos Santos L., Tokuda, M., & Izar, P. (2012 agosto). *How black capuchin monkeys (Sapajus nigritus) adapt their activity budgets to weather conditions*. Poster apresentado no XXIV Congress of the International Primatological Society, IPS, em Cancun, México.
- Di Bitetti, M. S & Janson, C. H. (2001) Social foraging and the finder's share in capuchin monkeys *Cebus apella*. *Animal Behaviour*, 62, 47–56.
- Di Fiore, A. & Suarez, S. A. (2007). Route-based travel and shared routes in sympatric spider and woolly monkeys: cognitive and evolutionary implications. *Animal Cognition*, 10, 317-329.
- Dias, A. C.; Custodio Filho, A.; Franco, G. A. D. C. & Couto, H. T. Z. (1995). Estrutura do componente arbóreo em um trecho de floresta pluvial atlântica secundária – Parque Estadual Carlos Botelho. *Revista do Instituto Florestal*, 7(2), 125-155.
- Domingues, E. N. & Silva, D. A. (1988). Geomorfologia do Parque Estadual de Carlos Botelho. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, 42, 71–105.
- Dyer, F. C. (1991). Bees acquire route-based memories but not cognitive maps in a familiar landscape. *Animal Behaviour*, 41(2), 239–246.
- Dyer, F. C., & Gould, J. L. (1983). Honeybee navigation. *American Scientist*, 71, 587-597.
- Ferreira, R. G., Jerusalinsky, L., Silva, T. C. F., de Souza Fialho, M., de Araújo Roque, A., Fernandes, A., & Arruda, F. (2009). On the occurrence of *Cebus flavius* (Schreber 1774) in the Caatinga, and the use of semi-arid environments by *Cebus* species in the Brazilian state of Rio Grande do Norte. *Primates*, 50(4), 357-362.
- Ferreira, R.G. (2003) Coalitions and social dynamics of a semi-free ranging *Cebus apella* group. PhD. thesis, University of Cambridge, Cambridge.
- Fleagle, J. G. (1999). *Primate adaptation and evolution*. New York, NY: Academic Press.
- Fogaça, M.D. (2009). *Escolha de árvore e sítio de dormir e sua influência na rota diária de um grupo de Cebus nigritus, no Parque Estadual Carlos Botelho, SP*. Dissertação de mestrado, Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.
- Fragaszy, D. A.; Visalberghi, E.; & Fedigan, L. M. (2004). *The Complete Capuchin: The biology of the Genus Cebus*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Freese, C. H.; Oppenheimer, J. R. (1981). The Capuchin Monkeys, Genus *Cebus*. In: *Ecology and Behaviour of Neotropical Primates*, vol. 1. A.F. Coimbra-Filho; R.A. Mittermeier, eds. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

- Galetti, M. (1990). Predation on the squirrel, *Sciurus aestuanus* by capuchin monkeys, and *Cebus apella*. *Mammalia*, 54, 152–154.
- Galetti, M.; Pedroni, F. (1994). Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semi-deciduous forest in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 10(1), 27–39.
- Gallistel, C.R. (1990). *The Organization of Learning*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Garber, P. A. (2004). New Perspectives in Primate Cognitive Ecology. *American Journal of Primatology*, 62, 133–137.
- Garber, P. A., & Brown, E. (2006). Use of landmark cues to locate feeding sites in wild capuchin monkeys (*Cebus capucinus*): an experimental field study. In: *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates* (pp. 311–332). Springer US.
- Garber, P. A., & Paciulli, L. M. (1997). Experimental field study of spatial memory and learning in wild capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Folia Primatologica*, 68(3-5), 236–253.
- Gómez, J. C. (2007). El desarrollo de la mente en los simios, los monos y los niños (*Volumen 29 de El desarrollo en el niño - Serie Bruner*). Madrid: Ediciones Morata.
- González-Zamora, A., Arroyo-Rodríguez, V., Chaves, O. M., Sánchez-López, S., Aureli, F., & Stoner, K. E. (2011). Influence of climatic variables, forest type, and condition on activity patterns of Geoffroy's spider monkeys throughout Mesoamerica. *American Journal of Primatology*, 73(12), 1–10.
- Goodall, J. (1977). Infant killing and cannibalism in free-living chimpanzees. *Folia Primatologica*, 28, 259–282.
- Gould, J. L. (1986). The locale map of honey bees: do insects have cognitive maps? *Science*, 232(4752), 861–863.
- Gouteux, S., Thinus-Blanc, C., & Vauclair, J. (2001). Rhesus monkeys use geometric and nongeometric information during a reorientation task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(3), 505–519.
- Groves, C. P. (2001). *Primate taxonomy*. Washington DC: Smithsonian Institution Press.
- Hall K. R. L. (1962). Numerical data, maintenance activities, and locomotion in the wild chacma baboon, *Papio ursinus*. *Proc Zoolog Soc Lond*, 139, 181–220.
- Hanya, G. (2004). Seasonal variations in the activity budget of Japanese macaques in the coniferous forest of Yakushima: Effects of food and temperature. *American Journal of Primatology*, 63(3), 165–177.

- Haun, D. B. M., Rapold, C. J., Call, J., Janzen, G., & Levinson, S. C. (2006). Cognitive cladistics and cultural override in Hominid spatial cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(46), 17568-73.
- Hill, R. A., Barrett L., Gaynor, D., Weingrill, T., Dixon, P., Payne, H. & Henzi, S. P. (2003). Day length, latitude and behavioral (in) flexibility in baboons (*Papio cynocephalus ursinus*). *Behavioral Ecology & Sociobiology*, 53, 278–286.
- Hugot, J. P. (1998). Phylogeny of neotropical monkeys: The interplay of morphological, molecular, and parasitological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9(3), 408–413.
- Iachini, T., & Ruggiero, G. (2006). Egocentric and allocentric spatial frames of reference: a direct measure. *Cognitive Processing*, 7(S1), 126–127.
- Isbell, L. (1983). Daily ranging behavior of red colobus (*Colobus badius tephrosceles*) in Kibale Forest, Uganda. *Folia Primatologica*, 41(1-2), 34–48.
- Isbell, L. (1991). Contest and scramble competition: patterns of female aggression and ranging behavior among primates. *Behavioral Ecology*, 2(2), 143–155.
- Izar, P. & Ferreira, R.G. (2005). Socioecologia de macacos-prego (*Cebus apella*) selvagens e a provisionados: Uma análise comparativa. In: XI Congresso Brasileiro De Primatologia, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: PUCRS, 2005. p. 38, B-029.
- Izar, P. (1994). *Análise da estrutura social de um grupo de macacos-prego (Cebus apella) em condições de semi-cativeiro*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, SP.
- Izar, P. (2004). Female social relationship of *Cebus apella nigritus* in a Southeastern Atlantic forest: an analysis through ecological models of primate social evolution. *Behaviour*, 141, 71–99.
- Izar, P.; Ferreira, R. G.; Sato, T (2006). Describing the organization of dominance relationships by Dominance Directed Tree method. *American Journal of Primatology*, 68, 189–207.
- Izar, P., & Sato, T. (1997). Influência de abundância alimentar sobre a estrutura de espaçamento interindividual e relações de dominância em um grupo de macacos-prego (*Cebus apella*). *A primatologia no Brasil*, 5(364), 250–267.
- Izar, P., Stone, A., Carnegie S. & Nakai, E. S. (2009). Sexual selection, female choice and mating systems. In: Garber, P.A., Estrada, A., Bicca-Marques, J.C., Heymann, E., Strier, K. (Eds.) *South American Primates: Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation*. (pp. 157–189). New York: Springer Press.

- Izar, P.; Verderane, M. P.; Visalberghi, E.; Ottoni, E. B.; Oliveira, M. G.; Fragaszy, D. & Shirley, J. (2006). Cross-Genus Adoption of a Marmoset (*Callithrix jacchus*) by Wild Capuchin Monkeys (*Cebus libidinosus*): Case Report. *American Journal of Primatology*, 68, 692–700.
- Izawa, K. (1979). Foods and Feeding behavior of wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates*, 20, 57-76.
- Jacobs, L. F. (2003). The Evolution of the Cognitive Map. *Brain, Behavior and Evolution*, 62(2), 128–139.
- Janmaat, K. R. L., Byrne, R. W. & Zuberbuhler, K. (2006a). Evidence for spatial memory of fruiting states of rain forest trees in wild mangabeys. *Animal Behavior*, 72, 797–780.
- Janmaat, K. R. L., Byrne, R. W. & Zuberbuhler, K. (2006b). Primates Take Weather into Account when Searching for Fruits. *Current Biology*, 16, 1232–1237.
- Janson C. H. (1996) Toward an experimental socioecology of primates: examples from Argentine brown capuchin monkeys (*Cebus apella nigratus*). In: Norconk MA, Garber PA, Rosenberger A (Eds.), pp. 309–325. *Adaptive radiations of neotropical primates*. New York: Plenum.
- Janson, C. H. & Byrne, R. (2007). What wild primates know about resources: opening the Black Box. *Animal Cognition*, 10, 357-367.
- Janson, C. H. & Di Bitetti, M. S. (1997). Experimental analysis of food detection in capuchin monkeys: effects of distance, travel speed, and resource size. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 41, 17–24.
- Janson, C. H. (1998). Experimental evidence for spatial memory in foraging wild capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour*, 55(5), 1229-1243.
- Janson, C. H. (2000). Primate socio-ecology: The end of a golden age. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 9(2), 73–86.
- Janson, C. H. (2007). Experimental evidence for route integration and strategic planning in wild capuchin monkeys. *Animal Cognition*, 10, 341–356.
- Kirkpatrick C.R.; Long Y.C.; Zhong, T. & Xiao, L. (1998). Social organization and range use in the Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*). *International Journal of Primatology*, 19, 13–51.
- Klatzky, R. L. (1998). Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnections. In C. Freksa, C. Habel, & K. F. Wender (Eds.), *Spatial cognition - An interdisciplinary approach to representation and processing of spatial knowledge* (Lecture Notes in Artificial Intelligence 1404) (pp. 1-17). Berlin: Springer-Verlag.

- Li, Y. M. (2001). The diet of the Sichuan snub-nosed monkey (*Pygatrix roxellana*) in Shennongjia Nature Reserve, China. *Folia Primatologica*, 72, 40–43
- Lindauer, M. (1961). *Communication among social bees*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Lynch Alfaro, J. W., Boubli, J. P., Olson, L. E., Di Fiore, A., Wilson, B., Gutiérrez-Espeleta, G. A., Alfaro, M. E. (2012). Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography*, 39(2), 272–288.
- Lynch Alfaro, J. W., Silva, J. D. S. E., & Rylands, A. B. (2012). How Different Are Robust and Gracile Capuchin Monkeys? An Argument for the Use of *Sapajus* and *Cebus*. *American Journal of Primatology*, 74(4), 273–286.
- MacKinnon, J. (1974). The behaviour and ecology of wild orang-utans (*Pongo pygmaeus*). *Animal Behaviour*, 22(1), 3–74.
- Mendiratta, U., Kumar, A., Mishra, C. & Sinha, A. (2009). Winter Ecology of the *Macaca muzala* in Pangchen Valley, Western Arunachal Pradesh, Northeastern India. *American Journal of Primatology*, 71, 939–941.
- Mendonça-Furtado, O. De. (2012). *Medidas de metabólitos de cortisol em macacos-prego (Gênero Sapajus): análise comparativa entre populações para investigação de fatores estressores*. Tese de doutorado. Instituto de Psicologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Menzel, C. H. (1991) Cognitive aspects of foraging in Japanese monkeys. *Animal Behavior*, 41 (3), 397–402.
- Menzel, E. W. (1973). Chimpanzee spatial memory organization. *Science (New York, N.Y.)*, 182(4115), 943–945.
- Menzel, E. W. Jr & Juno, C. (1985) Social foraging in marmoset monkeys and the question of intelligence. *Philos Trans R Soc Lond B*, 308, 145–158.
- Milton, K. (1981). Food choice and digestive strategies of two sympatric primate species. *The American Naturalist*, 117(4), 496–505.
- Milton, K. (2000). Quo vadis? Tactics of food search and group movement in primates and other animals. In S. Boinski & P. a Garber (Eds.), *On the move: how and why animals travel in groups* (pp. 375–417). Chicago: University of Chicago Press.
- Miranda, C. L. (2008). Desenvolvimento do dimorfismo sexual em espécies de macacos-prego, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (Primates, *Cebidae*). Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará.

- Moraes, P. L. R. (1993). Caracterização Morfológica de Frutos. Sementes e Plântulas de Espécies da Família Lauraceae no Parque Estadual de Carlos Botelho, São Paulo, Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.
- Mou, W., & McNamara, T. P. (2002). Intrinsic frames of reference in spatial memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(1), 162–170.
- Nadel, L. (1990). Varieties of spatial cognition. Psychobiological considerations. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 608, 613–26.
- Nakai, E. (2007). *Fissão-fusão em Cebus nigritus: Flexibilidade social como estratégia de ocupação de ambientes limitantes*. Dissertação de mestrado. Instituto de Psicologia. Universidade de São Paulo (USP).
- Negreiros, O. C.; Custódio Filho, A.; Dias, A. C.; Franco, G. A. D. C.; Couto, H. T. Z.; Vieira, M.G. & Moura Netto, B. V. (1995) Análise estrutural de um trecho de floresta pluvial tropical, Parque Estadual Carlos Botelho, Núcleo Sete Barras (SP - Brasil). *Revista do Instituto Florestal*, 7, 1–33.
- Normand, E., & Boesch, C. (2009). Sophisticated Euclidean maps in forest chimpanzees. *Animal Behaviour*, 77(5), 1195–1201.
- Noser, R. & Byrne, R. W. (2007a). Metal maps in chacma baboons (*Papio ursinus*): using inter-group encounters as a natural experiment. *Animal Cognition*, 10, 331–340.
- Noser, R., & Byrne, R. W. (2007b). Travel routes and planning of visits to out-of-sight resources in wild chacma baboons, *Papio ursinus*. *Animal Behaviour*, 73(2), 257–266.
- Noser, R., & Byrne, R. W. (2010). How do wild baboons (*Papio ursinus*) plan their routes? Travel among multiple high-quality food sources with inter-group competition. *Animal Cognition*, 13(1), 145–55.
- O’Keefe, J., & Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map. Why People Get Lost*. Oxford: Clarendon Press.
- Oliveira, M. D., & Langguth, A. (2006). Rediscovery of Marcgrave’s capuchin monkey and designation of a neotype for *Simia flavia* Schreber, 1774 (Primates, Cebidae). *Boletim do Museu Nacional*, 523, 1-16.
- Perelman, P., Johnson, W. E., Roos, C., Seuánez, H. N., Horvath, J. E., Moreira, M. A., & Pecon-Slattery, J. (2011). A molecular phylogeny of living primates. *PLoS genetics*, 7(3), e1001342.
- Peres, C. A. (1993). Structure and spatial organization of an Amazonian terra firme forest primate community. *Journal of Tropical Ecology*, 9, 259–276.

- Peres, C. A. (1994). Primate responses to phenological changes in an Amazonian terra firme forest. *Biotropica*, 26 (1), 98–112.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge.
- Platt, M. (2006). Animal Cognition: Monkey Meteorology. *Current Biology*, 16(12), 464–466.
- Potì, P. (2000). Aspects of spatial cognition in capuchins (*Cebus apella*): frames of reference and scale of space. *Animal Cognition*, 3, 69–77.
- Poucet, B. (1993). Spatial cognitive maps in animals: new hypotheses on their structure and neural mechanisms. *Psychological Review*, 100(2), 163–82.
- Presotto, A. & Izar, P. (2010). Spatial reference of black capuchin monkeys in Brazilian Atlantic Forest: egocentric or allocentric? *Animal Behaviour*, 80, 125–132
- Presotto, A. (2009) *Mapas cognitivos de primatas: análise de movimentos e rotas de Cebus nigritus, apoiada por sistemas de informação geográfica*- 150f - Tese de doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, SP
- Pyke, G. (1984). Optimal foraging theory: a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15, 523–575.
- Ren, B.; Li, M.; Long, Y. & Wei, F. (2009). Influence of Day Length, Ambient Temperature, and Seasonality on Daily Travel Distance in the Yunnan Snub-Nosed Monkey at Jinsichang, Yunnan, China. *American Journal of Primatology*, 71, 233–241.
- Reppert, S. M., Gegear, R. J., & Merlin, C. (2010). Navigational mechanisms of migrating monarch butterflies. *Trends in Neurosciences*, 33(9), 399–406.
- Rímoli, J. (2001). Ecologia de macacos-prego (*Cebus apella nigritus*, Goldfuss, 1809) na Estação Biológica de Caratinga (MG): implicações para a conservação de fragmentos de Mata Atlântica. *Unpubl. Doct. thesis. Biological Sciences, University of Pará*.
- Rímoli, J., Strier, K. B., & Ferrari, S. F. (2008). Seasonal and longitudinal variation in the behavior of free-ranging black tufted capuchins, *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) in a fragment of Atlantic Forest in Southeastern Brazil. *A Primatologia no Brasil-9, Aracaju, Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental-UFS*, 130–146.
- Rylands, A. B. & Mittermeier, R. A. (2009). The diversity of the New World primates (Platyrrhini): an annotated taxonomy. In: Garber, P.A., Estrada, A., Bicca-Marques, J.C., Heymann, E., Strier, K. (Eds.) *South American Primates: Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation*. (pp. 23–54). New York: Springer Press.

- Wikipedia, *La enciclopedia libre*. "Sapajus" (2013, 15 de octubre). Fecha de consulta: 05-19-2014 desde [Available online at <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sapajus&oldid=70211927>]
- Santos, L. P. C. (2009). Diferenças sexo/etárias do Forrageamento de *Cebus nigrinus* em área de Mata Atlântica. Dissertação de mestrado. Instituto de Psicologia. Universidade de São Paulo (USP).
- Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. *Ann. Review of Ecology Evolution and Systematics*, 2, 369–404
- Shettleworth, S. J. (1998). *Cognition, evolution and behavior*. New York: Oxford University Press.
- Silva Jr., J. S. (2005). Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (*Primates, Cebidae*). *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*, 42, 11–12.
- Silverman, I. & Choi, J (2005). Locating Places. In: D. M. Buss, *The Handbook of Evolutionary Psychology* (pp. 177–199) New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
- Smelser, N. J. & Baltes, P. B. (eds.) (2001). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 26 v. Oxford: Elsevier.
- Solartopo, calculador online de duração do dia, cited 2014 [Available online at <http://www.solartopo.com/duracao-do-dia.htm>]
- Spironello, W. R. (2001). The Brown Capuchin Monkey (*Cebus apella*): Ecology and Home Range Requirements in Central Amazônia. In: Bierregaard, R. O. (Ed.), *Lessons from Amazonia: The ecology and conservation forest*. (pp. 271–283) London: Yale University Press.
- Stelzner, J. (1988). Thermal effects on movement patterns of yellow baboons. *Primates*, 29, 91–105.
- Sterck, E. A., Watts, D. P., and van Schaik, C. P. (1997). The evolution of female social relationships in primates. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 41, 291–310.
- Taira, J. T. (2007). Consumo do palmito juçara (*Euterpe edulis*) por macacos-prego (*Cebus nigrinus*): estratégia de forrageamento ótimo ou requinte de um gourmet? Dissertação de Mestrado. Instituto de Psicologia. Universidade de São Paulo.
- Terborgh, J. (1983). *Five New World monkeys*. Princeton: Princeton University Press.
- Terbough, J. & Stern, M. (1987). The Surreptitious Life of the Saddle-backed Tamarin. *American Scientist*, 75(3), 260–269.
- Tinbergen, N. (1951) *The Study of Instinct*. Clarendon Press, Oxford.

- Tinbergen, N. (1963) On aims and methods of ethology. *Z. Tierpsychol.*, 20, 410–433
- Tokuda, M. (2012). *Dispersão e estrutura social de macacos-prego (Sapajus nigritus) do Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo*. Tese de doutorado apresentado ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.USP.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189–208.
- Tomasello, M. & Call J. (1997). *Primate Cognition*. New York: Oxford University Press
- Valero, A. & Byrne, R. W. (2007). Spider monkey patterns in Mexican subtropical Forest: do travel routes reflect planning? *Animal Cognition*, 10, 305–315.
- Van Doorn, A. C., O’Riain, M. J. & Swedell, L. (2010). The Effects of Extreme Seasonality of Climate and Day Length on the Activity Budget and Diet of Semi-Commensal Chacma Baboons (*Papio ursinus*) in the Cape Peninsula of South África. *American Journal of Primatology*, 72, 104–112.
- Van Schaik, C. P. (1989). The ecology of social relationships amongst female primates. In: V. Standen & R. A. Foley (Eds.), *Comparative socioecology. The behavioural ecology of humans and other mammals* (pp. 195–218). Blackwell Scientific Publications.
- Wang, R. F. & Spelke E. S. (2002). Human spatial representation: Insights from animals. *Trends in Cognitive Science*, 6(9), 376–382.
- Widlök, T. (1997). Orientation in the wild: The shared cognition of Hai||om bushpeople. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 3(3), 317–332.
- Williams, G. C. (1966). *Adaptation and natural selection*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (eds) (2005). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3rd Edition. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Wrangham, R.W. (1980). An ecological model of female-bonded primate groups. *Behaviour*, 75, 262–300.
- Zhang, S. (1995). Activity and ranging patterns in relation to fruit utilization by brown capuchin monkeys (*Cebus apella*) in French Guiana. *International Journal of Primatology*, 16 (3), 489–507.