



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**Susanne Lúcia Silva de Maria**

**EFEITO DA CONVERSÃO DE FLORESTA AMAZÔNICA DE TERRA FIRME  
EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.)  
SOBRE A FAUNA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE**

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Mendes de Oliveira

Belém – Pará  
2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**EFEITO DA CONVERSÃO DE FLORESTA AMAZÔNICA DE TERRA FIRME  
EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.)  
SOBRE A FAUNA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE**

**Susanne Lúcia Silva de Maria**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia, do Convênio Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

Orientador: Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Mendes de Oliveira. Instituto de Ciências Biológicas/ICB – UFPA.

Belém – Pará  
2013

**SUSANNE LÚCIA SILVA DE MARIA**

**EFEITO DA CONVERSÃO DE FLORESTA AMAZÔNICA DE TERRA FIRME  
EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.)  
SOBRE A FAUNA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE**

Orientadora: **Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Mendes de Oliveira**

Belém – Pará  
2013

**SUSANNE LÚCIA SILVA DE MARIA**

**EFEITO DA CONVERSÃO DE FLORESTA AMAZÔNICA DE TERRA FIRME  
EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.)  
SOBRE A FAUNA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emílio Goeldi, pela comissão avaliadora formada pelos doutores:

Orientadora: **Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Mendes de Oliveira**  
Universidade Federal do Pará

Avaliadores: **Dr. Carlos Augusto Peres**  
University of East Anglia  
**Dr. Marcos Pérsio Dantas Santos**  
Universidade Federal do Pará  
**Dr. Helder Lima de Queiroz**  
Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá  
**Dr. Stephen Francis Ferrari**  
Universidade Federal de Sergipe  
**Dr. Toby Alan Gardner**  
University of Cambridge

Belém – Pará  
2013

## **DEDICÁTORIA**

**Aos meus pais,  
Lourdes e Luiz de Maria,  
amores da minha vida**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me abençoar e mostrar a cada dia o quanto está ao meu lado (“Não temas, porque eu estou contigo” Isaías 41, 19);

À minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Mendes de Oliveira, pela dedicação, amizade, auxílio, palavras de força e principalmente pela paciência;

Aos meus pais (Luiz e Lourdes de Maria) pela confiança, apoio incondicional sempre e por todo o amor;

À minha irmã Susana, Zé Maria e Samuel que eu amo tanto;

Ao meu namorado Jaconias Neto por todo amor, apoio, dedicação e paciência;

A minha querida amiga-irmã Renata Lima por todas as palavras de força;

A minha amiga e companheira Paula por tudo vivido em campo;

Ao Grupo Agropalma e a Conservação Internacional pelo apoio e logística;

Aos ajudantes de campo (amigos) Paulo, Mikias, Josafá, Mickey, Cleyton e Rafael pelo apoio no campo, porque sem vocês o trabalho não teria sido realizado. Obrigada!

Aos amigos da masto e cito: Regeane, José, Paulo, Lucas, Simone, Alessandra, Pâmela, Celina e Vergiana pela amizade e ajuda;

Ao meu amigo Gabriel (Boto) e Youzsef Bitar pela ajuda fundamental nas análises estatísticas;

À Rodrigo Santos pela elaboração dos mapas;

Aos doutores Leandro Juen e Helder Queiroz pelas contribuições feitas durante a qualificação deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida;

À Universidade Federal do Pará, ao Museu Paraense Emílio Goeldi e ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia;

Aos demais amigos que contribuíram como palavras de força;

E aos meus amados mamíferos.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	2
<b>CAPÍTULO.....</b>	<b>5</b>
RESUMO.....	6
INTRODUÇÃO.....	6
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
Grupo taxonômico alvo.....	8
Área de estudo.....	8
Desenho amostral.....	11
Coleta de dados.....	11
Coleta de dados ambientais.....	13
Análise de dados.....	15
RESULTADOS.....	16
DISCUSSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	27

**EFEITO DA CONVERSÃO DE FLORESTA AMAZÔNICA DE TERRA FIRME  
EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.)  
SOBRE A FAUNA DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE**

**INTRODUÇÃO GERAL**

A palmeira de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) é originária das florestas nativas da África Central e foi introduzida pela primeira vez no sudeste asiático no século XIX (Wakker 2004). Na Ásia, a expansão dessa monocultura ocorreu especialmente na Malásia e na Indonésia, onde foram desmatadas grandes áreas de florestas nativas para a expansão desta atividade econômica (Wakker 2004, Koh and Wilcove 2008; Turner et al. 2008; Fitzherbert et al. 2008; Butler and Laurence 2009; Yaap et al. 2010). Atualmente é uma das palmeiras amplamente cultivada no mundo (Clay 2004; Curran et al. 2004; Aratrakorn et al. 2006; Basiron 2007; Koh and Wilcove 2007; Fitzherbert et al. 2008; Butler and Laurence 2009; Wilcove and Koh 2010).

O clima quente e úmido e o solo apropriado das áreas tropicais aumentam a produção desta atividade agrícola (Casson 2000, Basiron 2007). Além disso, o baixo custo de mão-de-obra favorece ainda mais o cultivo de palma de dendê nos países de clima tropical, onde se localizam boa parte das grandes Florestas Tropicais como na África Equatorial e na América do Sul, especialmente no Brasil (Butler and Laurance 2009; Wilcove and Koh 2010).

O maior dano provocado pela conversão da cobertura florestal em plantação de dendê é a perda da complexidade ambiental (Danielsen and Heegaard 1995; Chung et al. 2000; Peh et al. 2006; Butler and Laurance 2009; Yaap et al. 2010). Esta mudança

estrutural do ambiente exerce efeitos sobre a riqueza e abundância de espécies da fauna (Donald 2004; Fitzherbert et al. 2008).

Neste contexto, este trabalho de pesquisa investigou como o efeito das diferenças estruturais entre áreas de floresta amazônica de terra firme e plantações de palma de dendê podem afetar a comunidade de mamíferos terrestres de médio e grande porte em uma mesma localização geográfica. O trabalho discutiu ainda as diferenças estruturais e ambientais dos dois tipos de habitats estudados (plantação de palma de dendê e floresta) e investigou quais as variáveis ambientais contribuem para o efeito da conversão sobre a fauna de mamíferos de médio e grande porte na área de estudo. O artigo foi formatado nos moldes da revista científica “Biodiversity and Conservation”, para onde será submetido.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aratrakorn S, Thunhikorn S, Donald PF (2006) Changes in bird communities following conversion of lowland forest to oil palm and rubber plantations in southern Thailand. *Bird Conserv Int* 16:71–82
- Basiron Y (2007) Palm oil production through sustainable plantations. *European J of Lip Science Technol* 109: 289
- Butler RA, Laurance WF (2009) Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? *Trop Conserv Sci* 2:1–10
- Casson A (2000) The Hesitant Boom: Indonesia’s Oil Palm Sub-sector in an Era of Economic Crisis and Political Change. CIFOR Program on the Underlying Causes of Deforestation. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia

- Clay J (2004) *World Agriculture and the Environment: A Commodity-by- Commodity Guide to Impacts and Practices*. Island Press, Washington, D.C
- Chung AYC, Eggleton P, Speight MR, Hammond PM, Chey VK (2000) The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. *Bull Entomol Res* 90:475–496
- Curran LM, Trigg SN, McDonald AK, Astiani D, Hardiono YM, Siregar P (2004) Lowland forest loss in protected areas of Indonesian Borneo. *Science* 303:1000–1003
- Danielsen F, Heegaard M (1995) Impact of logging and plantation development on species diversity: a case study from Sumatra. In: Sandbukt O (ed) *Management of tropical forests: towards an integrated perspective*. University of Oslo—Centre for Development and the Environment, Oslo
- Donald PF (2004) Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conserv Biol* 18:17-37
- Fitzherbert EB, Struebig MJ, Morel A, Danielsen F, Bruhl CA, Donald PF, Phalan B (2008) How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends Ecol Evol* 23:538–545
- Koh LP, Wilcove DS (2007) Cashing in palm oil for conservation. *Nature* 448:993
- Koh LP, Wilcove DS (2008) Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conserv Lett* 1:60–4
- Peh KS-H, Sodhi NS, De Jong J, Sekercioglu CH, Yap CA-M, Lim SL-H (2006) Conservation value of degraded habitats for forest birds in southern Peninsular Malaysia. *Divers Distrib* 12:572–581

- Turner EC, Snaddon JL, Fayle TM, Foster WA (2008) Oil Palm Research in Context: Identifying the Need for Biodiversity Assessment. PLoS ONE 3(2):e1572. doi:10.1371/journal.pone.0001572
- Wakker E (2004) Greasy palms: The social and ecological impacts of large-scale oil palm plantation development in Southeast Asia. Friends of the Earth, London, UK
- Wilcove DS, Koh LP (2010) Addressing the threats to biodiversity from oil palm agriculture. Biodivers Conserv 19:999–1007
- Yaap B, Struebig J, Paoli G, Koh LP (2010) Mitigating the biodiversity impacts of oil palm development. Perspect in Agricult, Vet Sci, Nutrit and Nat Resourc

**Efeito da conversão de Floresta Amazônica de terra firme em plantação de palma de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) sobre a fauna de mamíferos de médio e grande porte**

**Susanne L. S. De Maria · Ana C. Mendes-Oliveira**

S. L. S. De Maria (autor correspondente)

Programa de Pós Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil

e-mail: [susanne\\_demaria@yahoo.com.br](mailto:susanne_demaria@yahoo.com.br)

A. C. Mendes-Oliveira

Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Lab. Ecologia e Zoologia de vertebrados, Belém, Pará, Brasil

## Resumo

Neste estudo verificamos o efeito da conversão de áreas de floresta amazônica de terra firme em plantação de palma de dendê sobre a riqueza, composição e abundância de mamíferos de médio e grande porte. Também avaliamos algumas modificações ambientais sofridas pela conversão de floresta em palma que pudessem influenciar na estrutura da comunidade de mamíferos, considerando variáveis como a abertura de dossel, a densidade de sub-bosque e a altura da serrapilheira. Os habitats de floresta e palma diferiram na abertura de dossel e na altura de serrapilheira, mas não houve influência com relação à densidade de sub-bosque. Não houve efeito da diferença de habitats sobre a riqueza de espécies, entretanto, este efeito foi evidenciado na composição e abundância de espécies de mamíferos de médio e grande porte. As espécies mais afetadas foram as arborícolas, como os primatas e os sciurídeos e as menos afetadas parecem ser as espécies onívoras e generalistas terrestres, como algumas espécies de canídeos. A plantação de palma de dendê pode ser uma matriz permeável para grande parte da fauna de mamíferos de médio e grande porte, entretanto, a disposição dos fragmentos florestais em relação à matriz, pode influenciar nesta permeabilidade e isto deve ser levado em consideração na estratégia de plantio.

**Palavras-chave:** Riqueza · Composição · Abundância de espécies · Abertura de dossel · Densidade de Sub-bosque · Dendê

## Introdução

A plantação da palma de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) tem sido uma das culturas de mais rápida expansão do mundo na atualidade (Clay 2004; Koh and Wilcove 2007; Fitzherbert et al. 2008; Butler and Laurence 2009). O maior dano provocado pela conversão da cobertura florestal em plantação de palma de dendê é a perda da complexidade ambiental (Danielsen and Heegaard 1995; Chung et al. 2000; Peh et al. 2006; Butler and Laurance 2009; Yaap et al. 2010). As extensas plantações de palma de dendê são estruturalmente menos complexas do que as florestas naturais (Donald 2004; Brockhoff et al. 2008; Fitzherbert et al. 2008; Yaap et al. 2010), apresentando cobertura vegetal menos densa, árvores de mesma estrutura etária, vegetação esparsada, dossel mais baixo e mais aberto que o da floresta (Turner and Foster 2009); solo mais

exposto, com menor quantidade de serrapilheira (Yeboua and Ballo 2000; Turner and Foster 2009, Brühl and Eltz 2010, Azhar et al. 2011); microclima menos estável (Chung et al. 2000, Turner & Foster 2009); e alta mobilidade de seres humanos (Danielsen and Heegaard 1995; Peh et al. 2006).

Estas mudanças estruturais drásticas do ambiente certamente exercem efeitos sobre a diversidade da fauna (Donald 2004; Fitzherbert et al. 2008) como tem mostrado alguns estudos realizados na região da Malásia e Indonésia (Donald 2004; Koh and Wilcove 2008; Turner et al. 2008; Fitzherbert et al. 2008; Bernard et al. 2009; Danielsen et al. 2009; Sodhi et al. 2010; Senior et al. 2013). A redução da riqueza de espécies de aves (Peh et al. 2006; Aratrakorn et al. 2006; Azhar et al. 2011), de morcegos insetívoros (Phomonexay et al. 2011), e de pequenos mamíferos não voadores (Bernard et al. 2009), foram algumas das observações apontadas por estes estudos. Nantha and Tisdell (2009) mencionam que a perda de complexidade ambiental em função da conversão de florestas em plantios de palmeiras tem acelerado o processo de extinção dos orangotangos (*Pongo* spp.) na região da Malásia.

Koh (2008) realizou estudo com aves e borboletas em plantação de palma de dendê na Malásia e demonstrou o aumento da riqueza de espécies de ambos os grupos em áreas de plantações que mantinham conectividade com áreas de remanescentes de florestas nativas. Peh et al. (2006) mencionaram que a ocorrência de aves florestais dentro de plantios de palma pode ser influenciada pela composição da paisagem e pelas distâncias em relação aos remanescentes florestais (Laidlaw 2000).

Alguns estudos sugerem que espécies com dispersão restrita, habitat e dieta especializada, podem ser mais ameaçadas pela conversão da floresta tropical em plantações de palma (Danielsen and Heegaard 1995; Aratrakorn et al. 2006; Chey 2006; Peh et al. 2006; Fitzherbert et al. 2008). Entre os invertebrados a grande maioria dos

estudos tem relatado a redução da riqueza e abundância de espécies em áreas de plantio de palma, incluindo formigas (Pfeiffer et al. 2008; Brühl and Eltz 2010), besouros de serrapilheira e de sub-bosque (Chung et al. 2000; Senior et al. 2013).

Algumas espécies da fauna podem se beneficiar da plantação de palma de dendê se alimentando dos frutos bastantes nutritivos produzidos por esta palmeira (Luskin and Potts 2011). Como exemplo, citamos os porcos selvagens *Sus scrofa* na região da Malásia que atingiram densidades muito altas em áreas de várzea, cercadas por plantações de dendê (Ickes 2001); e a espécie de macaco *Cebus capucinus* que habitam paisagens agrícolas no norte da Costa Rica (Williams and Vaughan 2001).

Neste trabalho de pesquisa, verificamos o efeito da plantação de palma de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) sobre a riqueza, composição e abundância de mamíferos de médio e grande porte na floresta amazônica de terra firme. Verificamos ainda a diferença de variáveis ambientais entre os habitats de palma e floresta e o efeito dessas diferenças sobre a estrutura da comunidade de mamíferos de médio e grande porte.

## **Material e Métodos**

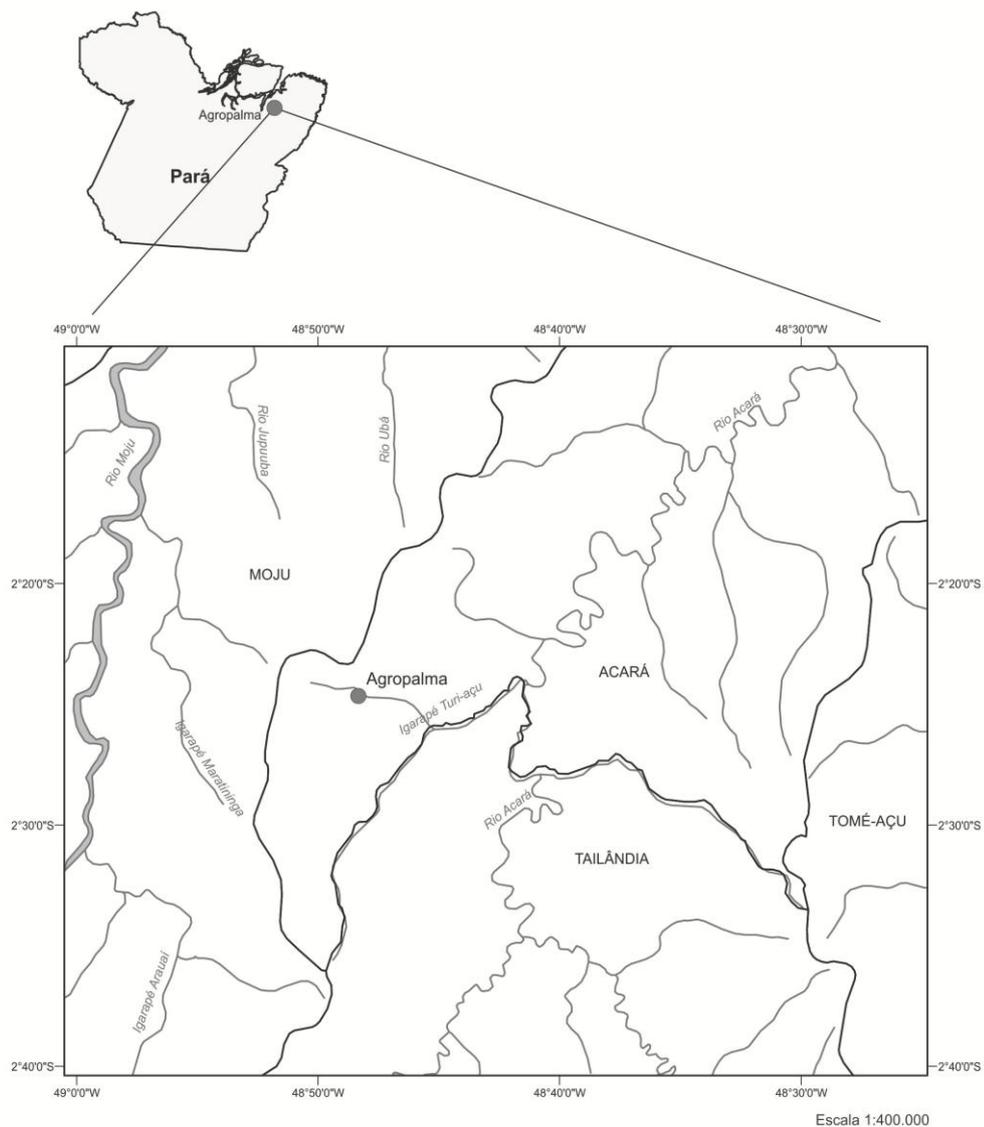
### Grupo taxonômico alvo

Neste estudo foram considerados mamíferos de médio e grande porte os animais terrestres com peso acima de 1 kg, além de algumas espécies arborícolas com peso inferior a 1 kg, devido estas espécies serem dificilmente amostradas através dos métodos utilizados para pequenos mamíferos terrestres não voadores, como roedores sciurídeos e primatas de pequeno porte (Reis et al. 2006).

### Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área localizada entre os rios Mojú e Acará no município de Mojú, nordeste do estado do Pará, Brasil sob as coordenadas 2°24'4"S e

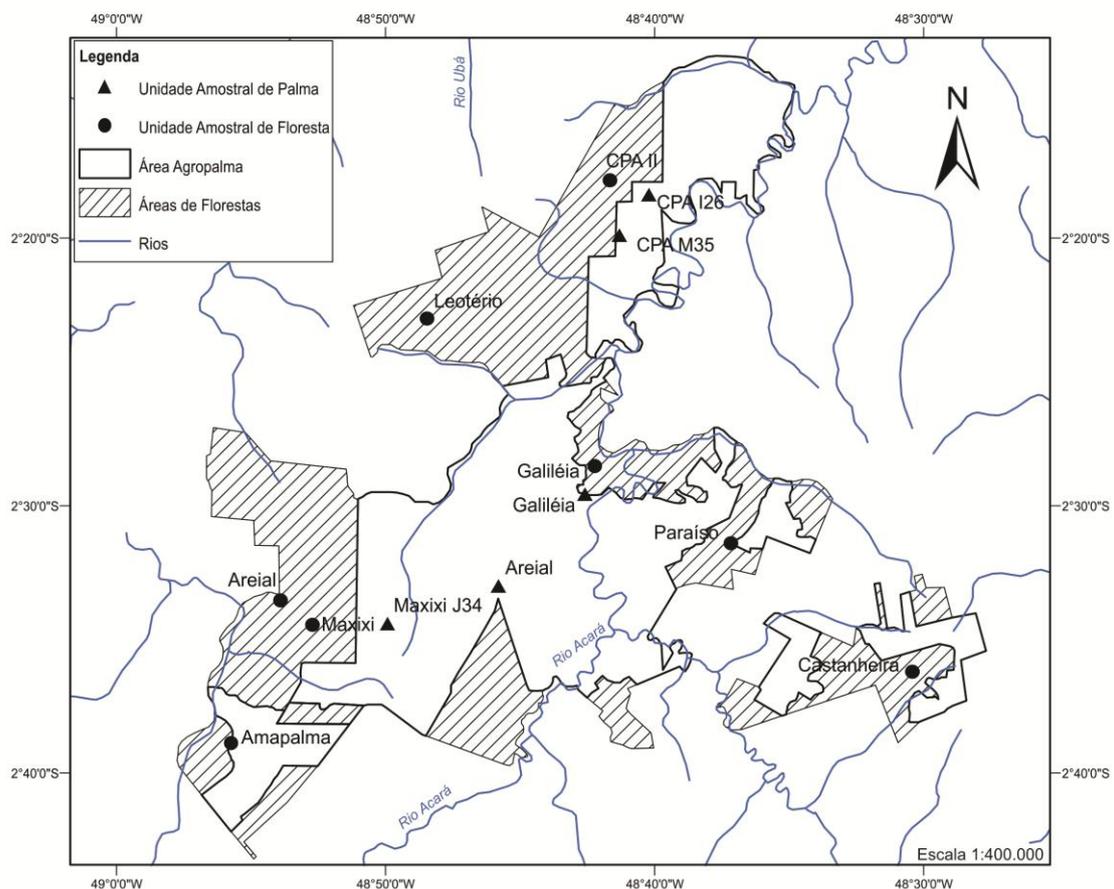
48°48'2''W (Figura 1). A área possui um total de 107.000 hectares, sendo 39.000 hectares de plantação de palma de dendê da espécie *Elaeis guineensis* e 68.000 hectares de áreas de floresta ombrófila de terra firme, relativamente conservada, além de áreas abertas. A área de plantação de palma de dendê forma um maciço contínuo e as áreas de floresta estão distribuídas em nove fragmentos florestais adjacentes a plantação de palma de dendê (Figura 2). Os fragmentos florestais variam de tamanho entre 200 e 3000 hectares cada.



**Figura 1:** Localização do Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

A plantação de palma de dendê é um cultivo perene, que começa a produzir frutos após três anos a partir do plantio e possui uma vida econômica entre 20 a 30 anos. A palmeira de dendê, *Elaeis guineensis*, atinge cerca de 20 m de altura e produz grandes cachos de frutos bastante ricos em betacaroteno que lhes confere uma cor alaranjada (Luskin and Potts 2011). A semente ocupa quase que totalmente o fruto e é do tipo drupa fibrosa, com epicarpo brilhante vermelho-alaranjado; o mesocarpo é carnoso e oleoso com fibras e o endocarpo é lenhoso, negro e muito duro (Lorenzi et al. 2010).

Apesar da atividade de caça ser proibida e controlada pela empresa proprietária da área, é possível observar alguns indícios dessa atividade ao longo das áreas amostradas.



**Figura 2:** A área de estudo, no município de Mojú, estado do Pará, Brasil. Áreas de fragmentos florestais (área tracejada) e áreas de plantações de dendê (área em branco).

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima na região é do tipo Afi, correspondente ao tropical úmido, apresentando uma estação mais chuvosa, que vai de dezembro a maio, e uma estação menos chuvosa, que vai de junho a novembro. A precipitação pluviométrica anual média na região é de 2.038 mm. A temperatura anual média é em torno dos 26,5°C, com umidade relativa do ar média para a região por volta de 87,4% (Fonte: Estação Meteorológica do Grupo Agropalma, 2012).

#### Desenho amostral

A coleta de dados foi realizada em duas expedições de campo nos períodos de abril/2012 com 15 dias de amostragem e novembro-dezembro/2012 com 26 dias de amostragem, totalizando 41 dias de amostragem, contemplando as duas estações pluviométricas do ano. Foram amostrados dois tipos de habitats: floresta ombrófila de terra firme e plantação de palma de dendê. Foram estabelecidos 13 pontos de amostragem, sendo oito pontos em áreas de floresta, distribuídos em oito fragmentos florestais diferentes, e cinco pontos em áreas de plantação de palma de dendê (Figura 2). Cada ponto de amostragem foi considerado uma unidade amostral, distante por no mínimo 1 km um do outro.

#### Coleta de dados

Para estimar a diversidade de mamíferos de médio e grande porte foram utilizados os métodos de amostragem de censo por Transecção Linear (Buckland et al. 2001; Cullen and Rudran 2006), busca por vestígios por Transecção Linear (Voss and Emmons 1996; Cullen and Rudran 2006) e armadilhamento fotográfico (Srbek-Araujo and Chiarello 2007).

Para o censo visual e busca por vestígios foi implantada uma trilha de 4 km em cada um dos pontos de amostragem. As trilhas foram marcadas a cada 50 metros e

foram percorridas, no período matutino (6 h às 10 h) e vespertino (14:30 h às 18:30 h). O censo somente foi realizado no percurso de ida em todas as trilhas, sendo respeitado um período mínimo de 48 horas de repouso entre os censos, em todas as trilhas. Para cada animal avistado durante o percurso no censo visual anotou-se o habitat, o nome da trilha, a data, a hora do avistamento, a localização na trilha, a espécie observada, o número de indivíduos do grupo (se for o caso), a distância perpendicular entre o animal e a trilha, a altura estimada do solo (animais arborícolas), a atividade desempenhada pelo animal no momento do avistamento (deslocamento, forrageamento, parado, vocalização, alimentação) e, quando possível, a composição sexo-etária. Já para a busca de vestígios anotou-se para cada registro encontrado: o habitat, o nome da trilha, a data, a hora do avistamento, a localização na trilha e a espécie observada. No caso de pegadas, quando não identificadas no local, foram fotografadas com escala e medidas de coxins e dígitos (largura e comprimento) e posteriormente identificadas com auxílio de guias de pegadas (Becker and Dalponte 1999; Borges and Tomás 2004; Carvalho-Jr and Luz 2008). As pegadas foram seguidas nas trilhas até a verificação da saída do animal da mesma e após seu registro as pegadas foram apagadas para evitar registro duplicado.

O censo visual e busca por vestígios foram realizados concomitantemente ao longo da trilha. A presença de dois observadores favoreceu a utilização dos dois métodos ao mesmo tempo. Na primeira campanha foram percorridos 108 km, sendo 75,65 km na floresta e 32,35 km na plantação de palma de dendê. Na segunda campanha foram percorridos 320 km, sendo 192 km na floresta e 128 km na palma. Totalizando um esforço amostral de 428 km.

Para o método de armadilhas fotográficas foram utilizadas em cada trilha uma a duas armadilhas. Na primeira campanha foram utilizadas 15 armadilhas, sendo nove na floresta e seis na plantação de palma de dendê. Na segunda campanha foram utilizadas

17 armadilhas, sendo 10 na floresta e sete na palma. Estes equipamentos foram fixados em árvores a uma altura de aproximadamente 40 cm do solo e programados para funcionar ininterruptamente durante todo período de amostragem, marcando a data e o horário de cada registro fotográfico.

As câmeras foram ajustadas para disparar em intervalos de 20 segundos a partir do momento em que o sensor fosse acionado a fim de minimizar registros sequenciais de um mesmo indivíduo. No caso de várias fotos de um mesmo indivíduo, ou indivíduos de um mesmo grupo, estas foram consideradas como um único evento. As armadilhas fotográficas foram checadas eventualmente para trocas de filmes e baterias, bem como limpeza e manutenção do material quando necessário. O esforço amostral deste método na primeira campanha foi de 225 armadilhas/noite, sendo 135 armadilhas/noite para floresta e 90 armadilhas/noite para plantação de palma de dendê. Na segunda campanha o esforço amostral foi de 442 armadilhas/noite, sendo 260 armadilhas/noite para floresta e 182 armadilhas/noite para palma. Totalizando um esforço amostral de 667 armadilhas/noite.

Todos os métodos foram conjuntamente utilizados na análise de dados de riqueza, abundância e composição de espécies. Registros ocasionais, como animais atropelados e atravessando as estradas de acesso às trilhas ou pegadas de mamíferos (fora do método de busca por vestígios) também foram registrados, entretanto só foram considerados no cálculo de riqueza total da área.

#### Coleta de dados ambientais

Para a caracterização de parâmetros da estrutura da vegetação das áreas de floresta e das áreas de plantação de palma de dendê, foram realizadas medidas dos seguintes fatores ambientais: abertura de dossel, densidade de sub-bosque e altura da serrapilheira.

As medidas de abertura de dossel (Frazer et al. 1999, Jonckheere et al. 2004) foram obtidas por meio de fotografias com auxílio de uma câmera digital compacta modelo Sony Cyber-shot DSC W610 (14.1MP). A câmera foi posicionada com a lente voltada para o dossel nas áreas de floresta e nas áreas de plantação de palma de dendê, as fotografias foram tiradas a cada 500 metros ao longo da transecção de 4 km a uma altura de 1,5 m do solo, totalizando oito fotografias por transecção. Para calcular a abertura do dossel foi utilizado o programa *Envi 4.5*. Este programa quantificou o índice de abertura de dossel para cada fotografia registrada, gerando valores quantitativos para cada ponto de amostragem através do número de pixels brancos em cada fotografia.

As medidas de densidade de sub-bosque (Marsden et al. 2002) foram obtidas com a utilização de um lençol branco com comprimento e largura de 2 m, totalizando 4 m<sup>2</sup>. O lençol foi totalmente esticado nas áreas de floresta e nas áreas de plantação de palma de dendê, e com o auxílio de uma câmera fotográfica compacta modelo Sony Cyber-shot DSC W610 (14.1MP) foram retiradas fotografias da totalidade do lençol a uma distância perpendicular de 5 m e altura de 1,5 m. Ao todo foram retiradas seis fotografias do sub-bosque ao longo da trilha de 4 km. As fotografias foram analisadas através do programa *Envi 4.5*. Este programa quantificou o índice de cobertura vegetal para cada fotografia registrada, gerando valores quantitativos para cada ponto de amostragem, contabilizados através do número de pixels “não-brancos” em cada fotografia.

A medida da altura da serrapilheira foi obtida com a utilização de uma régua milimetrada de 50 cm. O início da régua foi posicionado no solo e a altura da serrapilheira foi medida. Foram medidos oito pontos de serrapilheira ao longo da trilha de 4 km. A partir desta medida, foi calculada a média de altura da serrapilheira para cada ponto de amostragem.

## Análise de dados

O efeito da plantação de palma de dendê sobre a riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte foi analisado a partir de curvas de rarefação baseadas na estimativa de riqueza pelo estimador não paramétrico Jackknife 1 (Gotelli and Cowell 2001). Foram utilizados os dados de abundância por amostras de palma e floresta. Neste caso, as amostras foram consideradas os dias de amostragem, visto que para todos os dias foram aplicados os mesmos métodos de amostragem com o mesmo esforço amostral em cada ponto. Para a elaboração das curvas de rarefação foi utilizado o Programa EstimateS 7.5.2 (Colwell 2005). O cálculo do intervalo de confiança permitiu a comparação das riquezas estimadas entre os habitats amostrados (palma e floresta). Este cálculo foi feito através do Programa Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

A análise de similaridade entre as amostras de habitats diferentes (palma e floresta) foi realizada através da distância de Bray-Curtis, utilizando uma matriz de abundância de espécies (com a utilização dos dados de todos os métodos). A partir da matriz de similaridade foi aplicada a análise de ordenação por Escalonamento Multi-Dimensional Não Paramétrico (NMDS) para visualizar as similaridades ou dissimilaridades (distância) entre os pontos de amostragem. Para tanto foi necessário a transformação dos dados utilizando raiz quadrada, em função da quantidade de zeros na matriz. Para testar estatisticamente as diferenças entre as amostras de plantação de palma de dendê e áreas florestadas, foi realizada a Análise de Similaridade (ANOSIM). Para definir quais as espécies responsáveis pelas diferenças entre as comunidades de palma e floresta, foi utilizada a análise de Simpler. Estas análises foram realizadas no Programa PRIMER (Clarke and Gorley 2011).

Para testar o efeito da conversão de floresta em plantação de palma de dendê sobre a abundância de mamíferos de médio e grande porte foi utilizado o teste T de Student, utilizando o Programa Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

Para testar a diferença de abundância das espécies mais comuns em áreas de floresta e áreas de palma, foi utilizado o teste de Mann-Whitney, já que o pressuposto de homocedasticidade das amostras não foi obedecido ( $F_{P. crancrivorus} = 28,73$ ;  $gl = 11$ ;  $p < 0,001$ ) ( $F_{C. thous} = 23,79$ ;  $gl = 11$ ;  $p < 0,001$ ). A abundância relativa ( $P_i$ ) foi calculada utilizando todos os registros por espécie de todos os métodos de coleta, dividido pelo total de registros de todas as espécies em todos os pontos de amostragem.

Foi feita uma matriz de correlação entre as três variáveis ambientais medidas: média de densidade de sub-bosque, média da abertura de dossel e média da altura da serrapilheira. Como não houve correlação entre as três variáveis, as três foram usadas na Análise de Componentes Principais (PCA).

Para testar a influência das variáveis ambientais sobre os padrões de composição das espécies de mamíferos de médio e grande porte foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) no programa R (R Development Core Team 2011). Para tanto, foi necessário a transformação dos dados utilizando o logaritmo, em função das escalas diferentes.

## **Resultados**

Foram registrados 1094 indivíduos, representados em sete ordens e 35 espécies de mamíferos de médio e grande porte (Tabela 1). A maioria das espécies registradas foi comum entre os dois habitats amostrados ( $n=19$ ). Entretanto, quatro espécies foram observadas exclusivamente nas áreas de palma e 12 espécies foram exclusivamente observadas nas áreas de floresta (Tabela 1). As espécies que foram exclusivas de áreas

de palma tiveram baixa abundância, como no caso *Hydrochoerus hydrochaeris* e *Puma concolor* registradas através do método de busca de vestígios e *Speothos venaticus* e *Galictis vittata* registradas por avistamento.

A grande maioria das espécies arborícolas não foi registrada nas áreas de palma (Tabela 1). Entre o grupo dos primatas, somente *Saguinus niger* e *Sapajus apella* foram registrados neste habitat, com uma abundância bem menor do que na floresta. As espécies *Cerdocyon thous* e *Procyon cancrivorus* foram bem mais abundantes nas áreas de palma do que nas áreas de floresta ( $U=-2.93$ ;  $p=0.003$  para ambos).

Não foi observado efeito da diferença de habitats (palma e floresta) sobre a riqueza estimada de mamíferos de médio e grande porte, avaliado pelas curvas de rarefação (Figura 3). A sobreposição dos intervalos de confiança indica que a estimativa de cerca de 12 espécies a mais para o habitat de floresta, não pode ser explicada pelo efeito da variação do tipo de floresta. É importante salientar que a grande maioria das espécies foi comum a ambos os habitats. Ambas as curvas de rarefação não atingiram uma assíntota, indicando a necessidade de maior amostragem para alcançar o total de espécies das áreas, entretanto para o habitat de palma a curva apresentou maior tendência à estabilização do que para o habitat de floresta (Figura 3).

**Tabela 1:** Composição e abundância relativa (Pi) de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrados em áreas de floresta e plantação de palma de dendê no município de Mojú, Pará, Brasil.

Táxon	Nome comum	Pi	
		Palma	Floresta
<b>Cingulata</b>			
<i>Dasyus nomemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Tatu galinha	1,737	0,457
	Tatu do rabo		
<i>Cabassous unicinctus</i> (Linnaeus, 1758)	mole	0,274	0,183
<i>Priodontes maximus</i> (Kerr, 1792)	Tatu canastra	0	0,183

**Pilosa**

<i>Bradypus variegatus</i> Schinz, 1825	Preguiça bentinho	0,091	0,274
<i>Choloepus didactylus</i> (Linnaeus, 1758)	Preguiça real	0	0,274
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá mirim	0,274	1,554
	Tamanduá		
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	bandeira	0	0,091

**Primates**

<i>Saguinus niger</i> (É. Geoffroy, 1803)	Soin	1,097	21,48
	Macaco-de- cheiro	0	2,011
<i>Saimiri sciureus</i> (Linnaeus, 1758)	Macaco-prego	0,366	16,362
<i>Sapajus apella</i> (Linnaeus, 1758)	Caiarara	0	0,091
<i>Cebus kaapori</i> Queiroz, 1992	Guariba	0	10,878
<i>Alouatta belzebul</i> (Linnaeus, 1766)	Cuxiú	0	0,457
<i>Chiropotes satanas</i> (Hoffmannsegg, 1807)			

**Carnivora**

<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	Onça-pintada	0,183	0,274
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Suçarana	0,183	0
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	Jaguatirica	0,914	0,091
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	Maracajá	0,366	0,091
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilare, 1803)	Gato mourisco	0,091	0,091
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Raposinha	6,033	0,274
<i>Speothos venaticus</i> (Lund, 1842)	Cachorro-vinagre	0,091	0
<i>Galictis vittata</i> (Schreber, 1776)	Furão	0,183	0
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Iara	0,457	0,274
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	Quati	0,457	6,947
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798)	Mão-pelada	5,85	0,091
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	Jupará	0	0,091

**Perissodactyla**

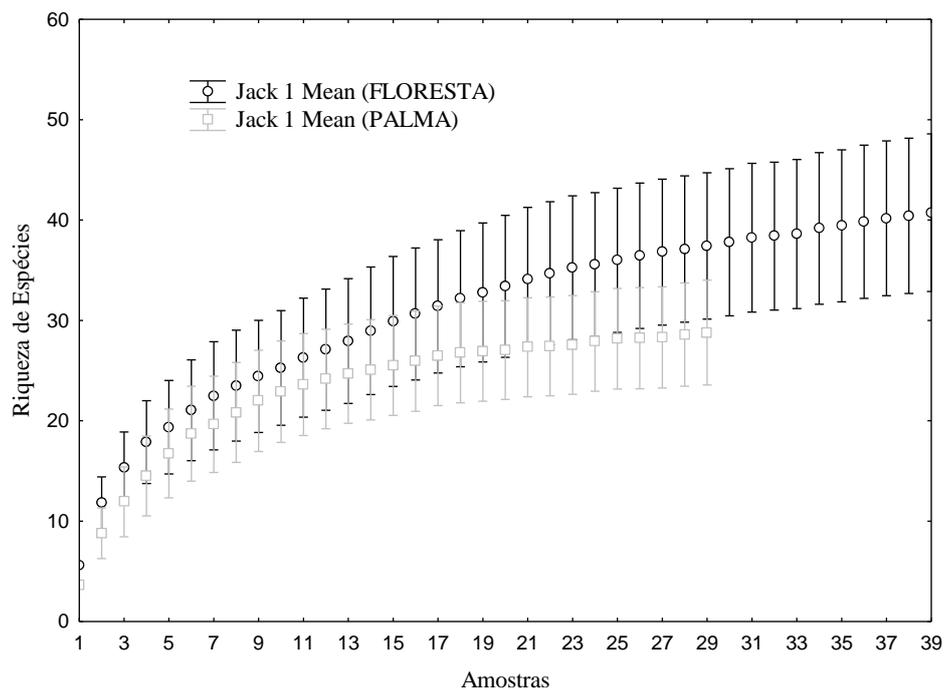
<i>Tapirus terrestris</i> Linnaeus, 1758	Anta	0	0,914
--	------	---	-------

**Artiodactyla**

<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	Cateto	0	0,914
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	Queixada	0,091	1,462
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	Veado vermelho	0,64	1,371
<i>Mazama nemorivaga</i> (Cuvier, 1817)	Veado fubocá	0,366	1,188

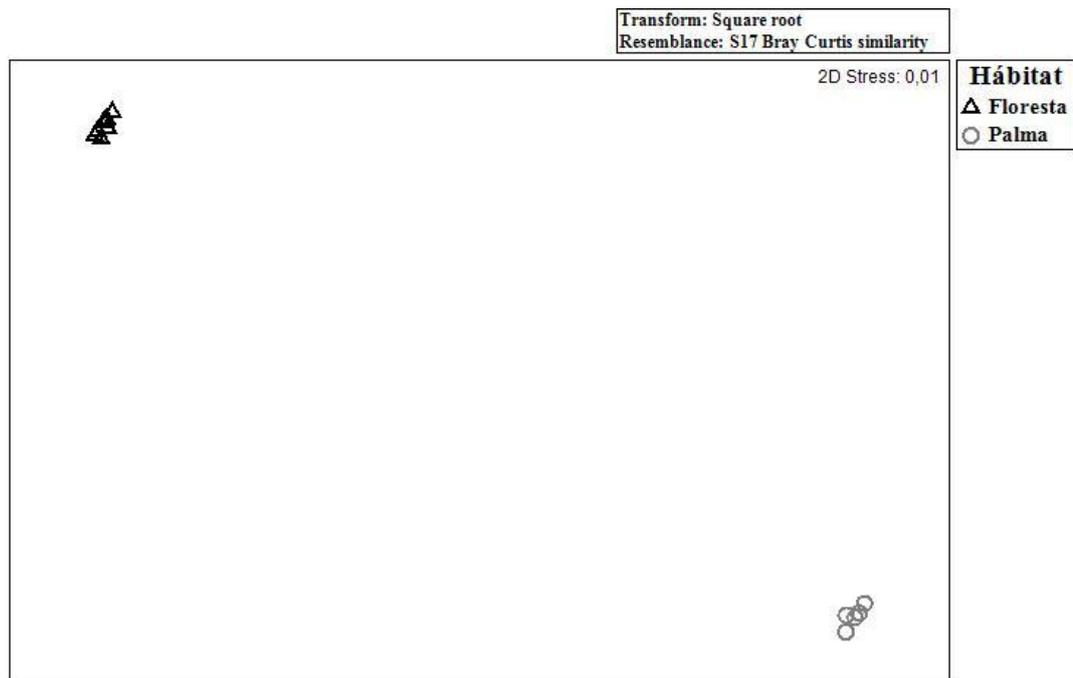
**Rodentia**

<i>Guerlinguetus gilvicularis</i> (Wagner, 1842)	Caxinguelê	0	0,823
<i>Microsciurus flaviventer</i> (Gray, 1867)	Coatipuruzinho	0	0,183
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	Capivara	0,274	0
<i>Dasyprocta leporina</i> (Linnaeus, 1758)	Cutia	0,914	9,323
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1758)	Paca	0,274	0,091



**Figura 3** – Estimativa de espécies de mamíferos de médio e grande porte através das curvas de rarefação para os habitats de floresta e plantação de palma de dendê, com base no estimador não-paramétrico Jackknife 1.

Através da Análise de NMDS, baseada na abundância de espécies, foi possível identificar dois agrupamentos bastante distintos entre amostras de palma e de floresta (Figura 4). Esta análise mostra a similaridade de riqueza e abundância de espécies entre as amostras de palma e floresta separadamente e a dissimilaridade entre estes dois grupos (reforçado pelo valor de Stress apresentado no gráfico). Este resultado indica a existência do efeito da diferença de habitats sobre a estrutura da comunidade de mamíferos de médio e grande porte, considerando a composição e abundância de espécies. A análise de Similaridade (ANOSIM) one-way com distância de Bray-Curtis, corroborou a diferença entre os agrupamentos formados por amostras de palma e de floresta ( $p = 0,04$ ;  $R = 1$ ).

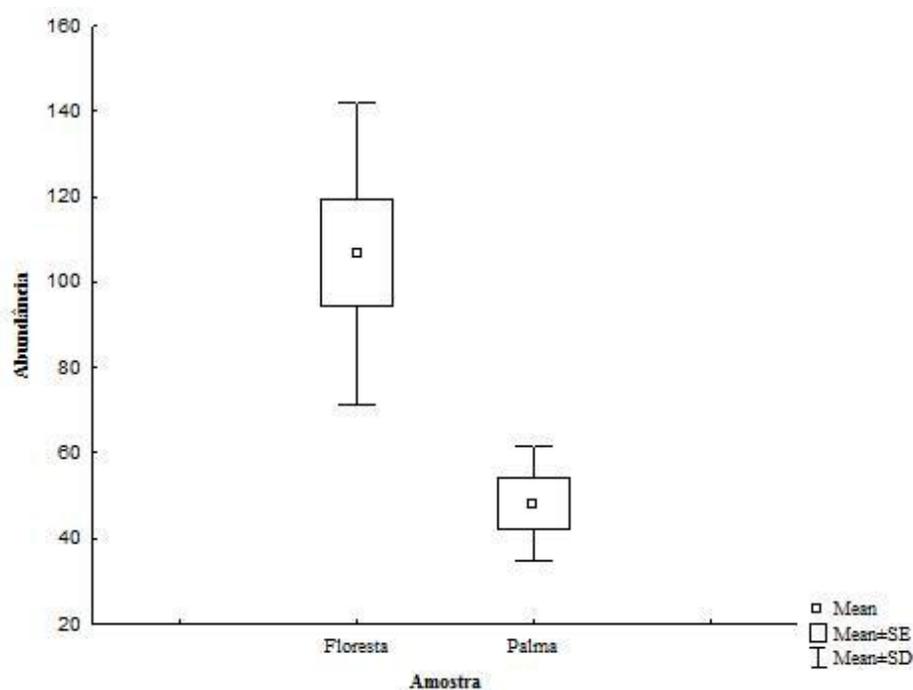


**Figura 4:** Análise de NMDS usando distância de Bray-Curtis com dados de abundância de espécies de médios e grandes mamíferos, entre amostras de floresta (▲) e plantação de palma de dendê (○).

Com a análise de Simpler foi possível verificar a porcentagem de contribuição para a formação dos agrupamentos distintos dentro do NMDS (Figura 4). As espécies que mais contribuíram para o agrupamento do habitat de floresta foram: *Saguinus niger* (26,41%), *Dasyprocta leporina* (16,56%), *Alouatta belzebul* (15,62%) e *Sapajus apella* (13,89%); e para o agrupamento de plantação de palma de dendê as espécies que mais contribuíram foram: *Cerdocyon thous* (25,58%), *Procyon cancrivorus* (19,33%) e *Dasybus novemcinctus* (13,72%).

A diferença entre os habitats amostrados teve efeito sobre a abundância total de mamíferos ( $t_{\text{var\_sep}} = 4,21$ ;  $gl = 9,72$ ;  $p = 0,002$ ), sendo que os ambientes de palma

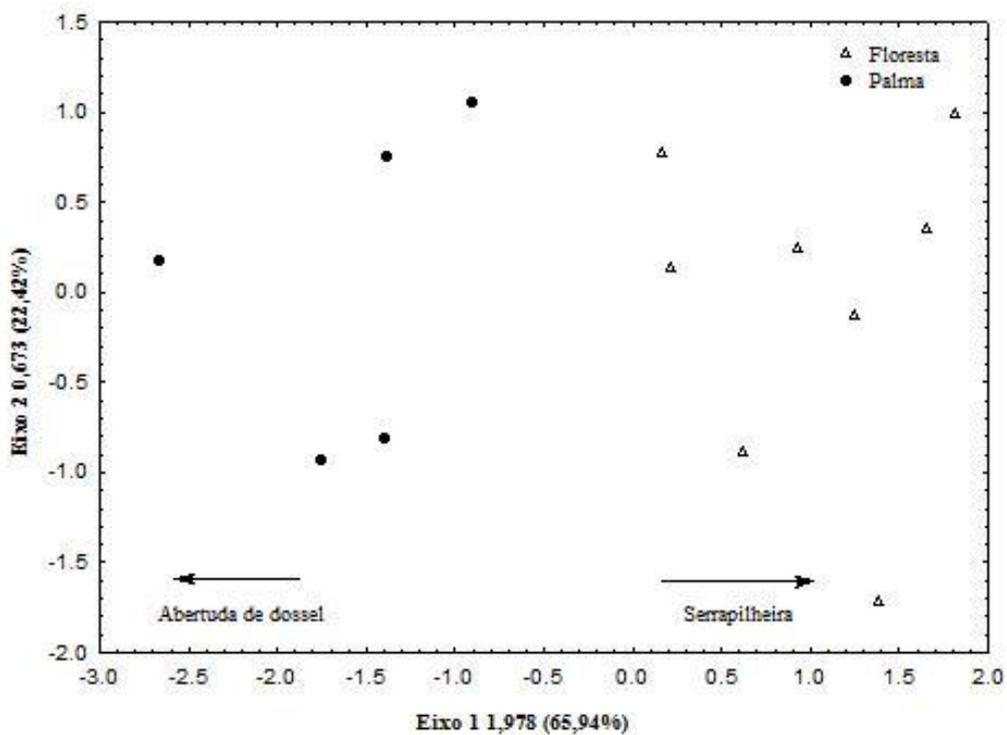
apresentaram em média, cerca de 58 indivíduos a menos que os ambientes de floresta (Figura 5).



**Figura 5:** Abundância total de mamíferos de médio e grande porte nos habitats de floresta e plantação de palma de dendê.

Não foi observada correlação entre as variáveis ambientais testadas, desta forma foram utilizadas as três variáveis na Análise de Componentes Principais (PCA). Foi encontrado apenas um componente principal, sendo que dentre as três variáveis medidas, a média de densidade de sub-bosque não apresentou efeito significativo sobre as variâncias dos dados ( $r = -0,705$ ). A média da abertura de dossel ( $r = -0,867$ ) e a média da altura da serrapilheira ( $r = 0,854$ ) explicam cerca de 66% da variância entre os habitats (Figura 6). Houve diferença significativa entre os agrupamentos no componente principal ( $t = 7,22$ ;  $gl = 11$ ;  $p < 0,001$ ) indicando o efeito destas duas variáveis sobre a diferença de estrutura dos habitats amostrados (palma e floresta).

A análise de correspondência explicou 79,46% das variáveis para o eixo 1 e 12,97% para o eixo 2 (Figura 7). As espécies *Cerdocyon thous*, *Procyon cancrivorus*, *Dasyurus novemcinctus* apresentaram-se agregadas as áreas de maior abertura de dossel e menor quantidade serrapilheira e as espécies *Dasyproca leporina*, *Alouatta belzebul*, *Chiropotes satanas*, *Saimiri sciureus* e *Saguinus niger* apresentaram-se agregadas às áreas de menor abertura de dossel e maior quantidade de serrapilheira (ANOSIM,  $p = 0,005$ ) (Figura 7).



**Figura 6:** Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais (serrapilheira e dossel)



também na floresta, pois são típicas de habitats florestados como é o caso de *Puma concolor*, *Speothos venaticus* e *Galictis vittata* (Eisenberg and Redford 1999; Nowak 1999; Reis et al. 2006). A baixa abundância de registros destas espécies reforça a probabilidade de falta de amostragem na floresta e não ausência destes animais neste habitat.

A descontinuidade do dossel nas áreas de palma em função da distância padrão de plantação das palmeiras, aliada a característica do sub-bosque e presença de espinho nas palmeiras (Danielsen and Heegaard 1995; Peh et al. 2006; Maddox et al. 2007; Fitzherbert et al. 2008; Yaap et al. 2010) desfavorecem a ocorrência de animais arborícolas, como primatas e os sciurídeos neste habitat (Eisenberg and Redford 1999; Nowak 1999; Reis et al. 2006). As únicas espécies do grupo dos primatas que foram registradas na área de palma neste estudo (*Saguinus niger* e *Sapajus apella*), são animais com certa tolerância à habitats perturbados. A espécie *Saguinus niger* é preferencialmente frugívora, mas também pode se alimentar de insetos, podendo forragear no chão; e ocupam o estrato mais baixo da floresta (Mendes-Oliveira and Ferrari 2000; Mendes-Oliveira and Ferrari 2008). Enquanto que os animais da espécie *Sapajus apella* são onívoros, ocupam o extrato médio da floresta e também podem forragear no chão (Terborgh 1983; Sussman and Kinzey 1984). Desta forma, dentre as espécies de primatas registrados no estudo, provavelmente por estarem mais adaptadas a ambientes alterados.

A espécie *Cerdocyon thous* é tipicamente de áreas abertas e apresentou uma alta abundância nas áreas de palma. Estes são animais generalistas e oportunistas, com dieta altamente onívora (Brady 1979; Michalski and Peres 2005); o mesmo ocorre com *Procyon cancrivorus*, que também foi bastante abundante na palma (Eisenberg and Redford 1999; Nowak 1999; Reis et al. 2006).

A semelhança na riqueza de espécies entre os habitats estudados pode ser explicada em função da proximidade da matriz de palma com os remanescentes florestais e pela distribuição destes remanescentes ao redor da matriz. Isto facilita o trânsito das espécies que se deslocam entre os remanescentes florestais, atravessando a matriz de palma. Desta forma, a palma se apresenta como uma matriz permeável para grande parte das espécies (Forman 1995). Entretanto ela parece ser mais permeável para algumas espécies do que para outras. Todos os carnívoros, incluindo felídeos e canídeos, que possuem grandes áreas de uso e realizam grandes deslocamentos diários (Oliveira and Cassaro 2005; Nakano-Oliveira 2002), foram registrados nas áreas de palma, provavelmente se deslocando entre os remanescentes florestais. A presença destes animais neste habitat também pode ser explicada pela alta abundância de pequenos roedores e marsupiais (Renata Lima, em preparação), que são presas potenciais, principalmente para carnívoros de médio porte como *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii* e *Speothos venaticus* (Cheida et al. 2006; Meachen-Samuels and Van Valkenburgh 2009).

A palma parece desfavorecer as espécies mais exigentes do ponto de vista ecológico, como as que possuem dieta especialista (Danielsen and Heegaard 1995; Aratrakorn et al. 2006; Chey 2006; Peh et al. 2006; Fitzherbert et al. 2008). Entre os da ordem Cingulata, apenas a espécie de maior porte, *Priodontes maximus*, não foi encontrada na palma. Esta espécie, além de ter uma dieta especializada em cupins e formigas (Redford 1985), é típica de floresta conservada (Parera 2002). O mesmo ocorreu na ordem Pilosa, onde somente as espécies de maior porte e mais sensíveis à perturbação não foram registradas na palma. No caso da espécie *Myrmecophaga tridactyla*, assim como *Priodontes maximus*, é especializada na alimentação de cupins e

formigas (Medri et al. 2003), que tem sua riqueza e abundância reduzida em áreas de plantação de palma (Pfeiffer et al. 2008; Brühl and Eltz 2010).

No geral a abundância das espécies foi maior nas áreas de floresta, provavelmente indicando que a maioria das espécies visitam as áreas de palma ou até mesmo usufruem de seus recursos, como frutos e abrigo, mas não são residentes deste habitat. Como exemplo podemos citar as espécies frugívoras e onívoras não arborícolas, como é o caso de *Dasypus novemcinctus*, *Dasyprocta leporina* e *Cuniculus paca*.

A conversão de áreas de florestas em plantação de palma de dendê gera substituição da cobertura florestal e perda da complexidade ambiental (Danielsen and Heegaard 1995; Chung et al. 2000; Peh et al. 2006; Butler and Laurance 2009; Yaap et al. 2010). A redução da serapilheira e o aumento da abertura de dossel observado para as áreas de palma neste e em outros estudos (Danielsen and Heegaard 1995; Yeboua and Ballo 2000; Peh et al. 2006; Turner and Foster 2009; Brühl and Eltz 2010, Azhar et al. 2011) tiveram influencia na redução da abundância e mudança na composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte, neste habitat. Neste contexto, as espécies arborícolas e especialistas parecem ter sido as mais afetadas por estes parâmetros ambientais.

Apesar da matriz de palma ter demonstrado ser permeável para a maioria das espécies de mamíferos neste estudo, é importante salientar que a estrutura da paisagem da área estudada favorece o deslocamento e dispersão das espécies em função da disposição das áreas de remanescentes florestais ao redor da matriz de palma. Esta estrutura deve ser levada em consideração na definição de áreas de plantio, além da implantação de corredores ecológicos conectando as áreas florestais (Forman 1995), facilitando a dispersão das espécies de mamíferos arborícolas e de outras espécies para as quais a matriz de palma não seja tão permeável.

## Referências

- Aratrakorn S, Thunhikorn S, Donald PF (2006) Changes in bird communities following conversion of lowland forest to oil palm and rubber plantations in southern Thailand. *Bird Conserv Int* 16:71–82
- Azhar B, Lindenmayer DB, Wood J, Fischer J, Manning A, McElhinny C, Zakaria M (2011) The conservation value of oil palm plantation estates, smallholdings and logged peat swamp forest for birds. *For Ecol Manage* 262:2306–2315
- Becker M, Dalponte J (1999) Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo. Brasília
- Bernard H, Fjeldsa° J, Mohamed M (2009) A case study on the effects of disturbance and conversion of tropical lowland rain forest on the non-volant small mammals in north Borneo: management implications. *Mamm Study* 34:85–96
- Borges PAL, Tomás WM (2004) Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Corumbá
- Brady CA (1979) Observations on the behaviour and ecology of the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*). In: Eisenberg JF (ed.) *Studies of vertebrate ecology in the northern neotropics*. Washington, pp 161-171
- Brockhoff EG, Jactel H, Parrotta JA, Quine CP, Sayer J (2008) Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodivers Conserv* 17:925–951
- Brühl CA, Eltz T (2010) Fuelling the biodiversity crisis: species loss of ground-dwelling forest ants in oil palm plantations in Sabah, Malaysia (Borneo). *Biodivers Conserv* 19:519–529
- Butler RA, Laurance WF (2009) Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? *Trop Conserv Sci* 2:1–10

- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake J.L, Borchers DL, Thomas L (2001) Introduction to Distance Sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, New York
- Clarke KR, Gorley RN (2001) Software PRIMER v5. Plymouth, PRIMER-E. UK
- Carvalho-Jr O, Luz NC (2008) Pegadas: Série Boas Práticas
- Chey VK (2006) Impacts of forest conversion on biodiversity as indicated by moths. Malay Nat J 57:383–418
- Clay J (2004) World Agriculture and the Environment: A Commodity-by- Commodity Guide to Impacts and Practices. Island Press, Washington
- Cheida CC, Nakano-Oliveira E, Fusco-Costa R, Rocha-Mendes F, Quadros J (2006) Ordem Carnivora. In: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (ed) Mamíferos do Brasil. Londrina, pp 231-275
- Chung AYC, Eggleton P, Speight MR, Hammond PM, Chey VK (2000) The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. Bull Entomol Res 90:475–496
- Colwell RK (2005) Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>
- Cullen-Jr L, Rudran R (2004) Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte. In: Cullen-Jr L, Valladares-Padua C, Rudran R (ed) Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba, pp 169-179
- Danielsen F, Heegaard M (1995) Impact of logging and plantation development on species diversity: a case study from Sumatra. In: Sandbukt O (ed) Management of

tropical forests: towards an integrated perspective. University of Oslo—Centre for Development and the Environment, Oslo

Danielsen F, Beukema H, Burgess ND, Parish F, Bruhl CA, Donald PF, Murdiyarso D, Phalan B, Reijnders L, Struebig M, Fitzherbert EB (2009) Biofuel plantations on forested lands: double jeopardy for biodiversity and climate. *Conserv Biol* 23:348–358

Donald PF (2004) Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conserv Biol* 18:17-37

Eisenberg JF, Redford KH (1999) *Mammals of the Neotropics: the Central Neotropics – Ecuador, Peru, Bolivia, Brasil*. Chicago and Londres

Fitzherbert EB, Struebig MJ, Morel A, Danielsen F, Bruhl CA, Donald PF, Phalan B (2008) How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends Ecol Evol* 23:538–545

Forman RTT. 1995 *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. New York, NY: Cambridge University Press

Frazer GW, Canham CD, Lertzman KP (1999) *Manual do Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation*. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York

Gotelli NJ, Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391

Ickes K, Paciorek CJ, Thomas SC (2005) Impacts of nest construction by native pigs (*Sus scrofa*) on lowland Malaysian rain forest saplings. *Ecology* 86:1540–1547

- Jonckheere I, Fleck S; Nackaerts K, Muys B, Coppin P, Weiss M, Baret F (2004) Review of methods for in situ leaf area index determination part i. theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology* 121:19–35
- Laidlaw R (2000) Effect of habitat disturbance and protected areas on mammals in Peninsular Malaysia. *Conserv Biology* 14: 1639–1648
- Lorenzi H, Kahn F, Noblick LR, Ferreira E (2010) *Flora Brasileira: arecaceae (palmeiras)*. Nova Odessa, São Paulo
- Luskin M S, Potts MD (2011) Microclimate and habitat heterogeneity through the oil palm lifecycle. *Basic and Appl Ecol* 12:540–551
- Koh LP, Wilcove DS (2007) Cashing in palm oil for conservation. *Nature* 448:993
- Koh LP (2008) Can oil palm plantations be made more hospitable for forest butterflies and birds? *J. Appl Ecol* 45:1002–1009
- Maddox T, Priatna D, Salampessy A (2007) *The Conservation of Tigers and Other Wildlife in Oil Palm Plantations*. Zoological Society of London, London
- Marsden SJ, Fielding HF, Mead C, Hussin MZ (2002) A technique for measuring the density and complexity of understorey vegetation in tropical forests. *For Ecol Manage* 165:117–123
- Meachen-Samuels J, Van Valkenburgh B (2009) Forelimb indicators of prey -size preference in the Felidae. *J Morphol* 270:729-744
- Medri IM, Mourão GM, Rodrigues FHG (2006) Ordem Xenarthra. In: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (ed) *Mamíferos do Brasil*. Londrina, pp 71-99
- Mendes-Oliveira AC, Ferrari SF (2000) Seed dispersal by Black-handed tamarins, *saguinus midas niger* (Callitrichinae, Primates):implications for the regeneration of degraded forest habitats in eastern Amazônia. *J Trop Ecol* 16:709-716

- Mendes-Oliveira AC, Ferrari SF (2008) Habitat exploitation of a free-ranging of *Saguinus niger* in eastern Amazonia. *Am J Primatol* 29:1499-1510
- Michalski F, Peres CA (2005) Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia 124:383-396
- Nakano-Oliveira E (2002) *Ecologia Alimentar e Área de vida de Carnívoros da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP (Carnivora: Mammalia)*, Dissertação, Universidade Estadual de Campinas
- Nantha HS, Tisdell C (2009) The orangutan–oil palm conflict: economic constraints and opportunities for conservation. *Biodivers Conserv* 18:487–502
- Nowak RM (1999) *Walker’s mammals of the worl*. Baltimore and London
- Oliveira TG, Cassaro K (2005) *Guia de campo dos felinos do Brasil*. Instituto Pró-Carnívoros, Sociedade de Zoológicos do Brasil, Fundação Parque Zoológico de São Paulo
- Parera A (2002) *Los Mamíferos de La Argentina y La Región Austral de Su da América*. Buenos Aires
- Pfeiffer M, Ho C T, Teh CL (2008) Exploring arboreal ant community composition and co-occurrence patterns in plantations of oil palm *Elaeis guineensis* in Borneo and Peninsula Malaysia. *Ecography* 31:21–32
- Phommexay P, Satasook C, Bates P, Pearch M, Bumrungsri S (2011) The impact of rubber plantations on the diversity and activity of understorey insectivorous bats in southern Thailand. *Biodivers Conserv* 20:1441–1456
- Peh KS-H, Sodhi NS, De Jong J, Sekercioglu CH, Yap CA-M, Lim SL-H (2006) Conservation value of degraded habitats for forest birds in southern Peninsular Malaysia. *Divers Distrib* 12:572–581

- R Development Core Team (2011) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <http://www.R-project.org>
- Redford KH (1985) Food habitats of armadillos (Xenarthra: Dasypodidae) In: Montgomery GC (ed) *The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths and Vermilinguas*. Washington and London
- Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (2006) *Mamíferos do Brasil*. Londrina
- Senior MJM, Hamer KC, Bottrell S, Edwards DP, Fayle TM, Lucey JM, Mayhew PJ, Newton R, Peh KSH, Sheldon FH, Stewart C, Styring AR, Thom MDF, Woodcock P, Hill JK (2013) Trait-dependent declines of species following conversion of rain forest to oil palm plantations. *Biodivers Conserv* 22:253–268
- Sodhi NS, Koh LP, Clements R, Wanger TC, Hill JK, Hamer KC, Clough Y, Tschardt T, Posa MRC, Tien Ming Lee TM (2010) Conserving Southeast Asian forest biodiversity in human-modified landscapes. *Biolog Conserv* 143:2375–2384
- Srbek-Araújo AC, Chiarello AG (2005) Short Communication: Is camera-trapping and efficient method for surveying mammals in Neotropical Forests? A case study in south-eastern Brazil. *Cambridge University Press. J Trop Ecol* 21:121-125
- Sussman R, Kinzey W (1984). The ecological role of the Callitrichidae: a review. *Am. J Phys Anthropol* 64:419-449
- Terborgh J (1983) *Five new world: a study in comparative ecology*
- Turner EC, Snaddon JL, Fayle TM, Foster WA (2008) Oil Palm Research in Context: Identifying the Need for Biodiversity Assessment. *PLoS ONE* 3(2):e1572. doi:10.1371/journal.pone.0001572

- Turner EC, Foster WA (2009) The impact of forest conversion to oil palm on arthropod abundance and biomass in Sabah, Malaysia. *J of Trop Ecol* 25:23-30
- Voss RS, Emmons LH (1996) Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230:115
- Williams HE, Vaughan C (2001) White-faced monkey (*Cebus capucinus*) ecology and management in neotropical agricultural landscapes during the dry season. *Rev Biol Trop* 49:1199-1206
- Yaap B, Struebig J, Paoli G, Koh LP (2010) Mitigating the biodiversity impacts of oil palm development. *Perspect in Agricult, Vet Sci, Nutrit and Nat Resourc*
- Yeboua K, Ballo K (2000) Caractéristiques chimiques du sol sous palmeraie. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures* 9:73-76