



Pós-Graduação  
**ZOOLOGIA**  
MPEG/UFPA



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

**Renata Cecília Soares de Lima**

**EFEITO DA MONOCULTURA DE PALMA DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*  
Jacq.) SOBRE A FAUNA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA  
AMAZÔNIA**

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

Belém - Pará

2013



Pós-Graduação  
**ZOOLOGIA**  
MPEG/UFPA



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

**EFEITO DA MONOCULTURA DE PALMA DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*  
Jacq.) SOBRE A FAUNA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA  
AMAZÔNIA**

**Renata Cecília Soares de Lima**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

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

Belém – Pará  
2013

**RENATA CECÍLIA SOARES DE LIMA**

**EFEITO DA MONOCULTURA DE PALMA DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*  
Jacq.) SOBRE A FAUNA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA  
AMAZÔNIA**

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

Belém – Pará  
2013

RENATA CECÍLIA SOARES DE LIMA

**EFEITO DA MONOCULTURA DE PALMA DE DENDÊ (*Elaeis guineensis*  
Jacq.) SOBRE A FAUNA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA  
AMAZÔNIA**

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. Leandro Juen**  
Universidade Federal do Pará

**Dr. Manoel dos Santos Filho**  
Universidade do Estado do Mato Grosso

**Maria Aparecida Lopes, Ph.D.**  
Universidade Federal do Pará

**Dr<sup>a</sup>. Renata Pardini**  
Universidade de São Paulo

**Dr. Rogério Vieira Rossi**  
Universidade Federal do Mato Grosso

Belém – Pará  
2013

## DEDICATÓRIA

À minha família,  
Socorro, Renato, Leo e Marcus,  
meu porto seguro!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora por me iluminarem, protegerem e guiarem em muitos momentos que o fardo foi pesado!

Agradeço de coração à minha família, minha mãe e amiga (Socorro) pelo amor, pelos conselhos, conversas e incentivos constantes nos momentos difíceis dessa jornada. É maravilhoso saber que sempre posso contar com você! Ao meu pai (Renato) que nunca mediu esforços para apoiar minhas decisões! Ao meu irmão (Leo) que mesmo muitas vezes reclamando, tenho a certeza que sem ele perderia a minha mão direita em muitas situações da vida! Ao meu marido e amigo (Marcus) por entender minha ausência, falta de tempo e noites de desespero. Obrigado por preencher todos esses momentos com muito amor, carinho, paciência e palavras de apoio!

Agradeço a minha orientadora e amiga (Ana Cristina) por acreditar na minha capacidade profissional, pelos ensinamentos, confiança, apoio, amizade, palavras de incentivo e pela paciência de orientar!

Agradeço a minha amiga- irmã (Susanne) que ao acabar seu martírio segurou minhas mãos e continuou no meu martírio! Obrigada amiga pelas preocupações, ajuda, palavras amigas, orações, confiança e acima de tudo por ser minha amiga nesta hora tão necessária!

Agradeço a minha amiga Paula, que mesmo com seus problemas pessoais encontrou palavras amigas de apoio, incentivo e amizade constante! Valeu amiga!

Agradeço a todos meus amigos da Masto que me ajudaram na coleta e foram de extrema importância nesta hora (Lucas, Simone, Paulo, Paula e Susanne), obrigada pela disponibilidade, ajuda e amizade! Agradeço as meninas da Cito (Celina e Vergiana) pela dedicação, carinho e pela amizade conquistada! Obrigada por tudo!

Agradeço ao Cleuton pela amizade e incentivo, pela sua preocupação, dedicação e disponibilidade para identificar os meus bichos!

Agradeço ao Boto e ao Bruno pela ajuda nas análises estatísticas e por se mostrarem disponíveis para ajudar sempre que precisava! Muito obrigada mesmo!

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

Agradeço também todos os amigos do Laboratório (Alessandra, Regiane, Pamela e José) que ajudaram na limpeza e organização dos bichos, pela companhia na hora do almoço e também na volta para casa! Obrigada!

Agradeço a Agropalma pela logística e apoio na coleta!

À Rodrigo Santos pela elaboração dos mapas;

Aos doutores Leandro Juen, Maria Aparecida e Cristina Espósito 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;

E a todos os amigos que contribuíram com orações, palavras de incentivo e apoio!

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO .....</b>	<b>2</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
Área de estudo .....	6
Coleta de dados.....	9
Coleta de dados ambientais .....	10
Análise de dados.....	11
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>

## **Apresentação**

Esta dissertação é constituída de apenas um capítulo, escrito em forma de artigo científico e formatado de acordo com as normas da revista científica “Biodiversity and Conservation”. O manuscrito será submetido após o recebimento e incorporação de sugestões feitas pela banca examinadora.

## Capítulo I

### **Efeito da monocultura de palma de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) sobre a fauna de pequenos mamíferos não-voadores na Amazônia**

**Renata Cecília S. de Lima & Ana Cristina Mendes-Oliveira**

R. C. S. Lima (autor correspondente)

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

e-mail: [rcecilia\\_bio@yahoo.com.br](mailto:rcecilia_bio@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 foi avaliado o efeito da plantação de palma de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) sobre a riqueza, composição e abundância da fauna de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de Floresta Amazônica. Diferenças estruturais entre plantio de palma e floresta foram quantificadas através de parâmetros ambientais como abertura de dossel, densidade de sub-bosque e altura da serapilheira, e relacionadas aos padrões de composição e abundância da comunidade deste grupo da mastofauna. Ao todo foram registradas 23 espécies de pequenos mamíferos não-voadores, sendo 10 marsupiais e 13 roedores. Destas, 10 espécies foram registradas exclusivamente em plantações de dendê e quatro foram registradas somente em floresta. A altura da serapilheira e abertura de dossel tiveram maior influência sobre o agrupamento das amostras entre os habitats. A plantação de palma de dendê teve efeito positivo sobre a riqueza de espécies de pequenos mamíferos, mas não afetou a abundância total das espécies. Entretanto, mudou a composição de espécies e a abundância das populações. Além da formação dos “empilhamentos” nas plantações de palma de dendê, que parecem fornecer abrigo, proteção contra predadores e recursos para os pequenos mamíferos não-voadores a disposição dos fragmentos florestais entremeados com as áreas de plantio provavelmente favoreceu a ocorrência e deslocamento desta fauna através do plantio de palma, por isso, a proteção da vegetação é extremamente importante para a manutenção da fauna de pequenos mamíferos não-voadores.

**Palavras-chave:** Rodentia, Didelphimorphia, riqueza, composição, abundância de espécies, serapilheira, uso do solo;

## **Introdução**

O cultivo em larga escala da palma de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) tem avançado rapidamente sobre as florestas tropicais na Ásia, África e América Latina (Clay 2004; Turner et al. 2008; Laurance et al. 2009; Butler and Laurance 2009; Wilcove and Koh 2010). A conversão de florestas tropicais em áreas de plantio de palma tem ocasionado a perda da complexidade ambiental (Fitzherbert et al. 2008; Danielsen et al. 2008; Sodhi et al. 2010) e influenciado os padrões de riqueza, composição e abundância da fauna em ambientes tropicais (Turner and Foster 2009; Phommexay et al. 2011; Senior et al. 2013; Foster et al. 2013).

A relação entre heterogeneidade ambiental e os padrões de diversidade em comunidades biológicas tem sido comumente avaliada através de medidas que quantificam parâmetros estruturais dos habitats estudados, que incluem: abertura de dossel, que pode influenciar sobre a incidência de luz e calor no ecossistema (Martins 1999; Bongers 2001); quantidade de serapilheira, que reflete a produtividade do ecossistema (Facelli and Pickett 1991; Moorhead et al. 1998; Martins and Rodrigues 1999; Chung et al. 2000; Hillers et al. 2008); fatores edáficos, incluindo a composição do solo e declividade; e densidade do sub-bosque, que reflete a complexidade estrutural da vegetação (Tews et al. 2004; Marsden et al. 2002). Alterações nestes parâmetros estruturais do ambiente pode restringir os recursos disponíveis para as comunidades biológicas e influenciar nos padrões de riqueza, composição e abundância de espécies nos habitats alterados (Naidoo 2003; Santos-Filho et al. 2008; Silva et al. 2010; Styring et al. 2011).

Comparadas às florestas tropicais, as áreas de plantações de palma de dendê possuem dossel mais baixo e aberto; formam um ambiente mais homogêneo, com árvores de idade e espaçamento uniforme; microclimas menos úmidos e mais quentes (Yeboua and Ballo 2000; Turner and Foster 2009; Bruhl and Eltz 2010; Azhar et al. 2011); apresentam camada de serapilheira menos densa, com grande parte do solo exposto, principalmente em plantações novas; e formação de “empilhamentos” de serapilheira concentrados, provenientes de cortes de plantios anteriores, principalmente em plantações mais antigas (Luskin and Potts 2011; Foster et al. 2013). Essas mudanças nos padrões estruturais do ambiente exercem efeitos sobre a diversidade da fauna, principalmente em função da diminuição da disponibilidade de alimento, suporte e abrigo (Danielsen and Heegaard 1995; Chung et al. 2000; Peh et al. 2006; Foster et al. 2013).

A maioria dos estudos apresenta efeitos negativos do plantio de palma sobre a diversidade da fauna. Dentre os invertebrados verificou-se a diminuição da riqueza, abundância e biomassa de artrópodes, como formigas e besouros (Chung et al. 2000; Pfeiffer et al. 2008; Turner and Foster 2009; Bruhl and Eltz 2010; Senior et al. 2013; Foster et al. 2013). Para os vertebrados foi observada a redução da riqueza e abundância de aves e morcegos insetívoros (Aratrakorn et al. 2006; Azhar et al. 2011; Phommexay et al. 2011; Senior et al. 2013; Foster et al. 2013). Bernard et al. 2009, em um estudo realizado em Bornéu, no Sudeste Asiático, observaram que as plantações de dendê apresentam pouca ou nenhuma importância para a conservação dos pequenos mamíferos

não-voadores, sendo que este hábitat pode inclusive atuar como uma barreira efetiva para a dispersão das espécies deste grupo da fauna. Nantha and Tisdell (2009) apontam a conversão de florestas em plantio de palma de dendê como o fator principal para o declínio populacional da espécie de orangotango na Sumatra (*Pongo spp.*).

Entretanto, verifica-se que os efeitos da monocultura de palma de dendê sobre a fauna pode variar de acordo com o grupo taxonômico estudado e as condições geográficas e ambientais a que estão sujeitos, uma vez que o uso de recursos e demandas ecológicas das espécies varia bastante. Alguns estudos têm abordado a importância da preservação de fragmentos de floresta próximos das plantações de dendê, funcionando como hábitat fonte, com a finalidade de maximizar a riqueza de espécies na plantação (Laidlaw 2000; Peh et al. 2006). Koh (2008) observou um aumento da riqueza de espécies de aves e borboletas nas plantações de palmeiras com maior quantidade de epífitas e vegetação rasteira. Ickes (2005) e William and Vaughan (2001) verificaram o aumento da densidade do porco selvagem da espécie *Sus scrofa* e do primata da espécie *Cebus capucinus* respectivamente, sendo que ambas as espécies incorporaram os frutos da palma de dendê em suas dietas.

Neste estudo avaliou-se o efeito do plantio de palma de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) sobre a riqueza, composição e abundância da fauna de pequenos mamíferos não-voadores, em região de floresta Amazônica de terra firme. Buscou-se relacionar algumas mudanças estruturais e ambientais sofridas pelos habitats de plantação de palma em relação à floresta, com os parâmetros da estrutura da comunidade deste grupo da mastofauna.

O grupo de pequenos mamíferos não-voadores inclui os mamíferos com peso inferior a 2 kg pertencentes às ordens Didelphimorfia (família Didelphidae) e Rodentia (famílias Cricetidae, Muridae e Echimydae). Constitui um dos grupos mais diversos da mastofauna neotropical (Fonseca et al. 1996; Costa et al. 2005) e são bastante diversificados quanto às formas de utilização de hábitat, incluindo animais terrícolas, arborícolas, escansoriais, semi-aquáticos, semi-fossoriais e fossoriais (Cunha and Vieira 2004; Dalmagro and Vieira 2005; Freitas et al. 2005; Merritt 2010); bem como preferências alimentares diversificadas como: onívoros, insetívoros e frugívoros (Fonseca et al. 1996; Pinheiroi et al. 2002; Vieira 2003; Pinto et al. 2009). A alta variedade de características ecológicas, aliada à dinâmica populacional com ciclo de vida mais curto, torna este grupo da mastofauna importante em estudos de impactos

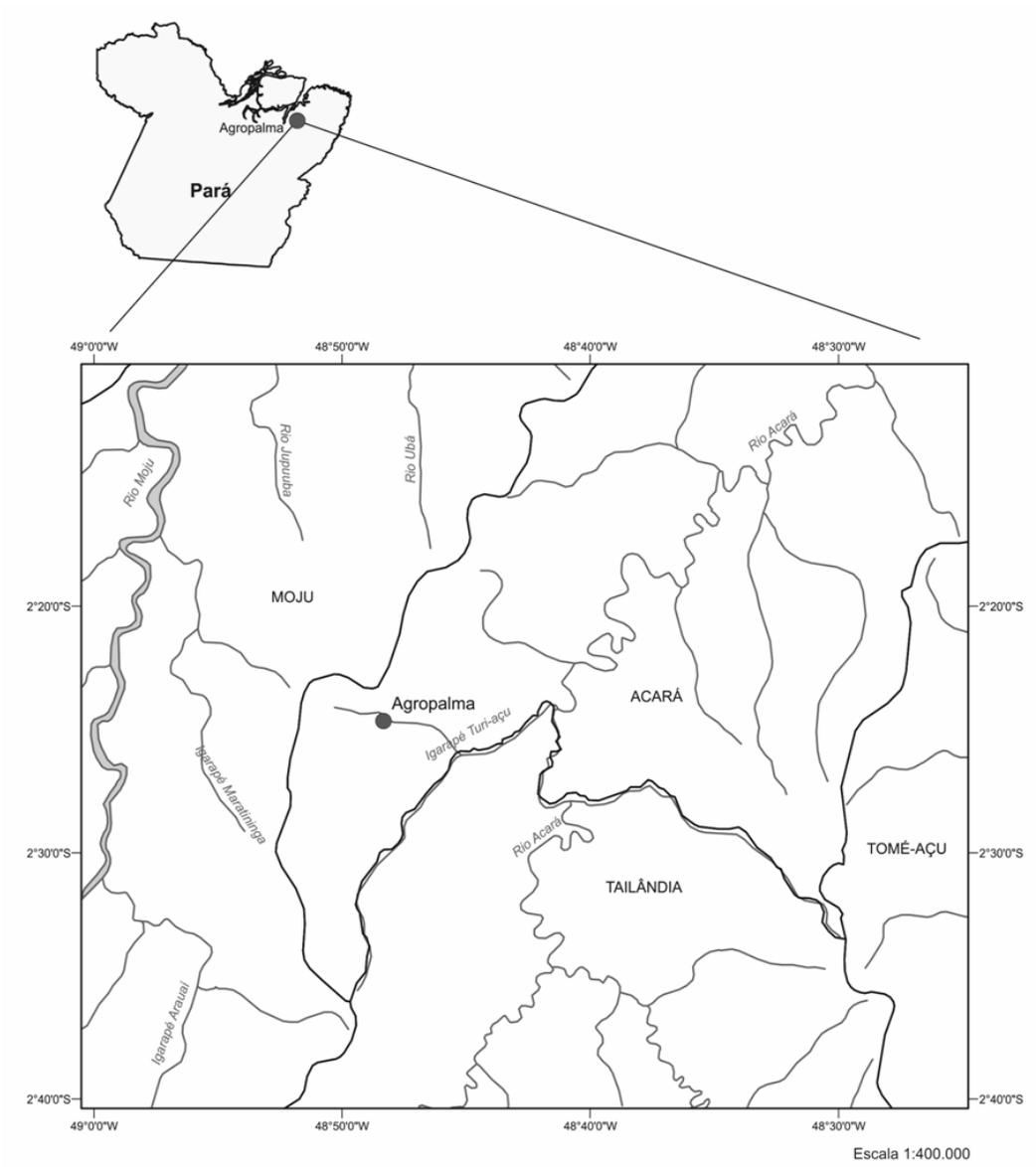
antrópicos em ecossistemas tropicais (Pardini 2004; Cunha and Vieira 2004; Dalmagro and Vieira 2005; Vieira 2006; Lambert et al. 2006; Umetsu and Pardini 2007).

## **Material e Métodos**

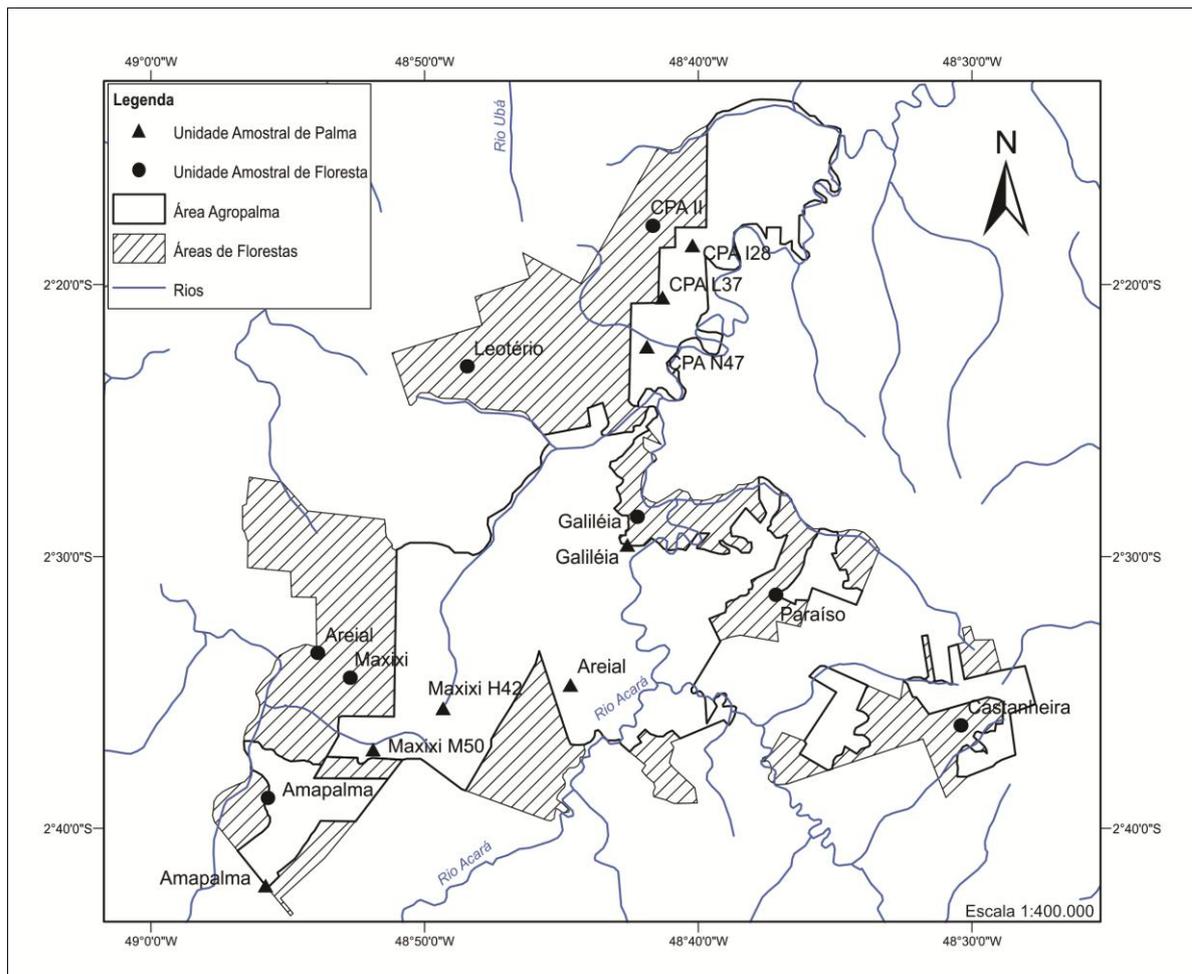
### **Área de estudo**

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 02°24'4"S e 48°48'2"W (Figura 1). A área possui aproximadamente 107.000 hectares, sendo que deste total, 68.000 hectares são majoritariamente de floresta ombrófila de terra firme, além de incluir outros tipos fitofisionômicos naturais bem menos representativos, como pequenos enclaves de vegetação de cerrado (M. A. Lopes, com. pessoal). Toda a extensão destes habitats florestados é definida como Áreas de Reserva Legal (Lei n 4.771/1965, Código Florestal Brasileiro) e são, portanto, conservadas em sua forma original; os 39.000 hectares restantes da área são de plantio de palma de dendê da espécie *Elaeis guineensis*. As áreas florestadas de Reserva Legal estão distribuídas ao redor das áreas de plantação de palma de dendê, em nove fragmentos florestais que variam de 200 a 3000 hectares cada (Figura 2).

A plantação de dendê é um cultivo perene, que começa a produzir frutos a partir de três anos depois de semeada. A palmeira *Elaeis guineensis* possui uma vida econômica entre 20 a 30 anos e atinge cerca de 20m de altura. Seus frutos são produzidos em grandes cachos e são ricos em betacaroteno, o que lhes confere uma cor alaranjada (Luskin and Potts 2011). A semente ocupa quase que totalmente o fruto, que 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). O plantio da palma do dendê é realizado com espaçamento uniforme entre as palmeiras. Após o primeiro ciclo de corte (num período de 20 a 30 anos) a limpeza do solo é realizada de forma que a serapilheira fique amontoada em fileiras intercaladas às do plantio, formando o chamado “empilhamento” (Luskin and Potts 2011). Este acúmulo concentrado de serapilheira apresenta-se como um ambiente propício para alimentação, abrigo e proteção contra predadores, para a fauna de invertebrados e de pequenos vertebrados.



**Figura 1:** Localização da área de estudo (Agropalma) no Estado do Pará, Brasil.



**Figura 2:** Área de estudo, no município de Moju, delimitando os fragmentos florestais e áreas de plantações de palma de dendê e localização dos pontos de amostragem de pequenos mamíferos não-voadores.

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (1928), o clima na região é do tipo Afi, denominado como 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 média verificada na região é de 2.038,1 mm. A temperatura anual média é em torno de 26,5°C, com umidade relativa do ar de 87,4% (Fonte: Estação Meteorológica do Grupo Agropalma, 2012).

## Coleta de dados

O inventário da fauna de pequenos mamíferos não-voadores foi realizado em duas campanhas de campo realizadas em 2012, com duração de cerca de 25 dias cada, sendo uma na estação mais chuvosa e outra na estação menos chuvosa. Foram estabelecidos 16 pontos de amostragem independentes, sendo oito pontos em floresta de terra firme e oito pontos em plantio de dendê (Figura 2).

Em cada ponto de amostragem foi estabelecido uma estação de coleta, respeitando sempre uma distância mínima de 300m da borda de cada hábitat (floresta ou plantio). Em cada estação de coleta foram utilizados dois métodos de coleta de dados: armadilha de interceptação e queda (*pitfalls*) (Bury and Corn 1987; Ribeiro-Júnior et al. 2011) e armadilhas de contenção de animal vivo, do tipo Sherman e do tipo Tomahawk (Voss and Emmons 1996).

Para cada estação de coleta foi instalado um conjunto de armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*), consistindo de quatro baldes de 60 litros enterrados até a borda no solo. Os baldes foram dispostos em forma de linha, distantes por 15m um do outro e unidos por cerca-guia de lona plástica preta, formando um complexo de armadilhas com extensão total de 45m de comprimento. O esforço amostral total deste método foi de 2.240 baldes x noite, dividido entre os dois tipos de habitats.

Em cada estação de coleta também foi instalado um conjunto de armadilhas de contenção de animal vivo. Estas foram instaladas em linhas, a uma distância de cerca de 200m dos *pitfalls*. Em cada estação de coleta foram instaladas no mínimo 20 armadilhas do tipo Sherman (20 armadilhas na primeira campanha e 24 na segunda) e 2 armadilhas Tomahawk distantes por cerca de 20m uma da outra. As armadilhas foram intercaladas entre solo e sub-bosque (entre 1,5 – 2,0m do solo) e foram iscadas diariamente com frutas e uma mistura de fubá, sardinha, emulsão Scott e paçoca de amendoim. Diariamente as armadilhas eram vistoriadas para verificar a captura dos animais. Na primeira campanha foram instaladas 318 armadilhas (288 Sherman e 30 gaiolas), divididas igualmente entre plantio e floresta, totalizando um esforço amostral de 4.770 armadilhas/noite. Na segunda campanha foram instaladas 416 armadilhas (384 Sherman e 32 gaiolas), totalizando um esforço de 8.320 armadilhas x noite.

Para todos os espécimes de roedores e marsupiais coletados foram realizadas as medidas biométricas, que auxiliaram na identificação dos animais, como: comprimento

do corpo, orelha, cauda e pé, e peso do animal. Além disto, foi anotado o hábitat, estrato, tipo de armadilha, data e local de coleta em que cada espécime era coletado.

Em função da dificuldade de identificação de espécies de pequenos mamíferos não-voadores, alguns espécimes foram sacrificados para posterior identificação através de análise craniana. O sacrifício foi feito através da injeção intramuscular de super dosagem de anestésico (Ketamina, Xilazina e/ou Lidocaína). Os espécimes foram preservados em sua maioria em via seca (taxidermizados), sendo o crânio e o esqueleto preservados em álcool (70%) para limpeza no dermestário da UFPA. Alguns espécimes impossíveis de preservar em via seca foram integralmente preservados em meio líquido (fixados em formol 10% e colocados em álcool). Todo o material coletado foi tombado no Museu de Zoologia da Universidade Federal do Pará (MZUFPA).

### **Métodos de medidas de parâmetros ambientais**

Para caracterizar a estrutura dos habitats (plântio e floresta), na tentativa de explicar as possíveis diferenças de riqueza e abundância de pequenos mamíferos não-voadores entre eles, foram feitas medidas de parâmetros ambientais, como: abertura de dossel, densidade de sub-bosque e altura de serapilheira.

A medida de abertura de dossel foi obtida 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 de plantação de palma de dendê. As fotografias foram tiradas a cada 500 m em uma transecção retilínea de 4 km, aberta próxima a cada uma das 16 estações de coleta de dados, totalizando oito fotografias por estação. Esta medida foi feita apenas uma vez. Para o cálculo do índice de abertura de dossel foi utilizado o programa *Envi 4.5.*, que quantificou o número de pixels brancos em cada fotografia analisada, gerando valores quantitativos de abertura de dossel para cada ponto de amostragem. O valor do índice para cada estação de coleta foi obtido pela média das oito fotografias.

A densidade de sub-bosque foi obtida seguindo a metodologia descrita por Marsden et al. (2002). Para tanto foi utilizado um lençol branco com comprimento e largura de 2m, totalizando 4m<sup>2</sup>. O lençol foi esticado perpendicularmente ao solo e fotografado com o auxílio de uma câmera fotográfica compacta, modelo Sony Cyber-shot DSC W610 (14.1MP). A fotografia foi retirada a uma distância de 4m, de forma a capturar toda a extensão do lençol. Em cada estação de coleta foram capturadas seis

fotografias do sub-bosque, ao longo de uma trilha de 4km, com distância mínima de 500m de uma fotografia para outra. As fotografias também foram analisadas através do programa *Envi 4.5.*, que quantificou o índice de densidade de sub-bosque através do número de pixels “não brancos”, gerando valores quantitativos para cada ponto de amostragem. O valor do índice para cada estação de coleta foi obtido pela média de todos os pontos de amostragem de cada estação.

Com o uso de uma régua milimetrada de 50cm foi medida a altura da serapilheira. Foram tomadas oito medidas em cada estação de coleta. As medidas foram realizadas a partir de uma distância de 5m e 10m para a esquerda ou para a direita dos baldes alternadamente. Foi calculada a média de altura da serapilheira para cada estação de coleta de dados.

### **Análise dos dados**

Para verificar o efeito da plantação de dendê sobre a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores, foram analisadas curvas de acumulação de espécies com base no estimador não paramétrico Jackknife 1 para cada um dos habitats amostrados (Gotelli & Colwell 2001). Optou-se por avaliar a riqueza estimada, visto que a curva total de acumulação de espécies não atingiu a assíntota, indicando que provavelmente ainda existam espécies a serem amostradas na área (Santos 2006). Foram utilizados dados de abundância para elaboração das curvas por amostras através do Programa EstimateS 7.5.0 (Colwell, 2005). As amostras foram agrupadas por dia de amostragem, considerando todos os métodos de captura, visto que para todos os dias foram aplicados os mesmos métodos, com o mesmo esforço amostral. O cálculo do intervalo de confiança (IC) permitiu a comparação das riquezas entre floresta e plantio.

Para avaliar a similaridade de composição e abundância do grupo alvo entre as estações de coleta, foi realizada uma análise de ordenação por Escalonamento Multi-Dimensional Não Paramétrico (NMDS) utilizando distância de Bray-Curtis. Os dados de abundância foram previamente transformados através da utilização da raiz quadrada em função da quantidade de zeros na matriz de abundância. As diferenças entre as amostras foram testadas estatisticamente pela Análise de Similaridade (ANOSIM), e a contribuição das espécies para as diferenças foram obtidas através da análise de Simpler realizada no Programa R (R Development Core Team 2011).

A abundância relativa de espécies ( $P_i$ ) foi calculada pela proporção de indivíduos de cada espécie sobre o total por hábitat. O efeito da conversão de floresta em plantação de dendê sobre a abundância do grupo alvo foi testada utilizando o teste T de Student. As médias das variáveis ambientais: densidade de sub-bosque, abertura de dossel e altura de serapilheira foram ordenadas por técnicas de Análise de Componentes Principais (PCA) e correlacionadas com a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores.

Foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) utilizando distância de Bray-Curtis para verificar a relação das espécies com os fatores ambientais medidos em ambos os habitats, utilizando o Programa R (R Development Core Team 2011). Nesta análise foram retiradas as espécies com apenas um registro na área de estudo.

## **Resultados**

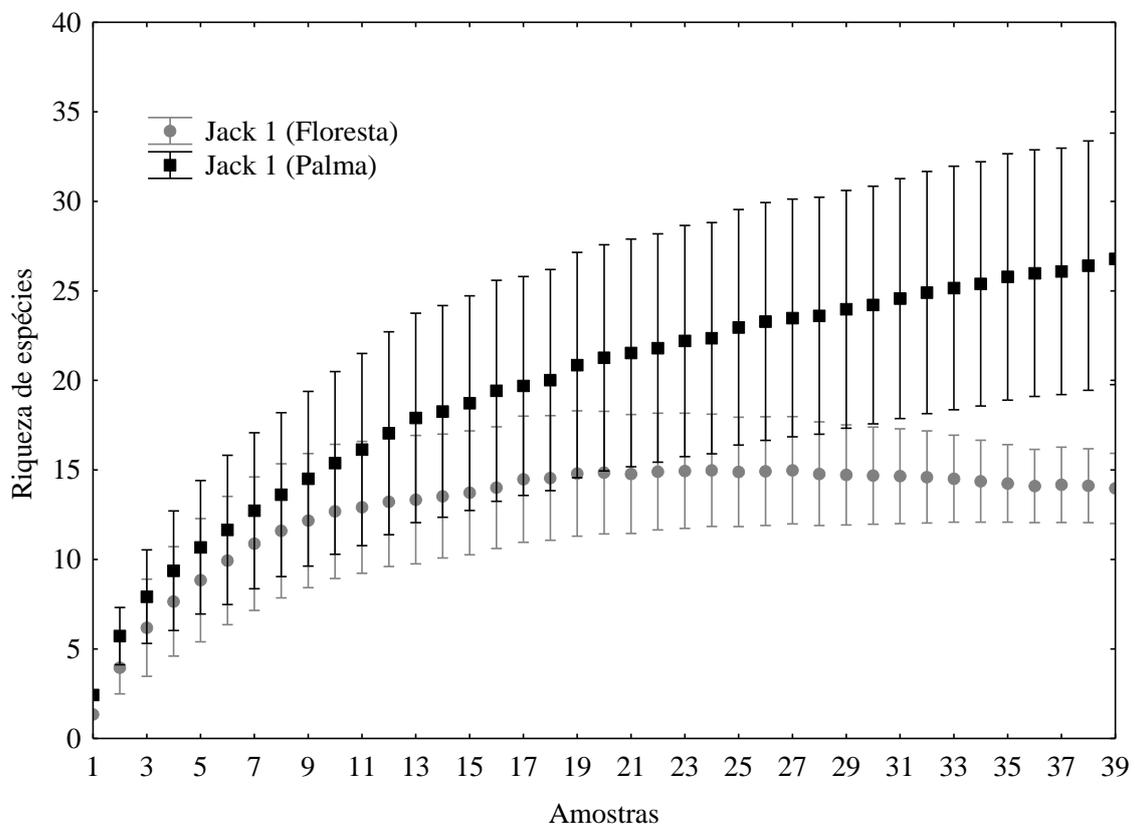
Foram registrados 197 indivíduos representantes de 23 espécies de pequenos mamíferos não-voadores, sendo 10 da ordem Didelphimorphia, família Didelphidae e 13 espécies da ordem Rodentia, 8 da família Cricetidae, 1 da família Muridae e 4 da família Echimyidae (Tabela 1). A maioria das espécies foi exclusivamente registrada no hábitat de palma ( $n=10$ ) e 70% dos espécimes foram coletados no solo das áreas de plantio. Já as espécies *Cerradomys langguthi*, *Mesomys stimulax*, *Metachirus* sp. nov. e *Proechimys roberti* foram registradas somente em hábitat de floresta.

**Tabela 1:** Composição, abundância relativa (Pi) e abundância absoluta (n) de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de floresta e plantação de palma de dendê no município de Mojú, Pará, Brasil.

	Táxon	Nome comum	Pi (n)	
			Palma	Floresta
<b>Didelphimorphia</b>	<b>Didelphidae</b>			
	<i>Cryptonanus</i> sp. Voss, Lunde & Jansa, 2005	Catita	0.52 (1)	0
	<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758	Gambá	1.03 (2)	2.06 (4)
	<i>Marmosa (Marmosa) murina</i> Voss & Jansa (2009)	Cuíca	2.58 (5)	0
	<i>Marmosa (Micoureus) demerarae</i> Voss & Jansa (2009)	Cuíca	1.03 (2)	4.64 (9)
	<i>Marmosa murina</i> (Linnaeus, 1758)	Cuíca	1.55 (3)	0
	<i>Marmosops</i> aff. <i>pinheiroi</i> (Pine, 1981)	Cuíca	0.52 (1)	4.64 (9)
	<i>Monodelphis</i> aff. <i>americana</i> (Müller, 1776)	Cuíca-três-listras	2.58 (5)	2.58 (5)
	<i>Monodelphis brevicaudata</i> (Erxleben, 1777)	Catita	0.52 (1)	0
	<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	Cuíca-de-quatro-olhos	0.52 (1)	0
	<i>Metachirus</i> sp. nov. (C.L. Miranda, com. pessoal)	Cuíca	0	4.64 (9)
<b>Rodentia</b>	<b>Cricetidae</b>			
	<i>Cerradomys langguthi</i> Maia & Hulak, 1901	Rato	0	0.52 (1)
	<i>Hylaeamys megacephalus</i> (Fischer, 1814)	Rato	23.71 (46)	7.73 (15)
	<i>Nectomys rattus</i> (Pelzeln, 1883)	Rato	2.58 (5)	0
	<i>Oecomys paricola</i> (Thomas, 1904)	Rato	2.06 (4)	1.03 (2)
	<i>Oecomys bicolor</i> (Thomas 1860)	Rato	0.52 (1)	0
	<i>Oecomys</i> sp. Thomas, 1906	Rato	9.28 (18)	2.58 (5)
	<i>Oecomys</i> sp. nov. (R.V. Rossi, com. pessoal)	Rato	13.40 (26)	1.03 (2)
	<i>Oligoryzomys</i> aff. <i>delicatus</i> J. A. Allen & Chapman, 1897	Rato	2.06 (4)	1.55 (3)
	<b>Muridae</b>			
	<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	Rato	0.52 (1)	0
	<b>Echimyidae</b>			
	<i>Mesomys stimulax</i> Thomas, 1911	Rato	0	1.03 (2)
	<i>Proechimys</i> aff. <i>goeldi</i> (C. L. Miranda com. pessoal)	Rato	0.52 (1)	0
	<i>Proechimys</i> sp. J. A. Allen, 1899	Rato	0.52 (1)	0
<i>Proechimys roberti</i> Thomas, 1901	Rato	0	1.55 (3)	

Ao todo nove espécies foram comuns entre os dois habitats (Tabela 1). A maioria das espécies exclusivas de plantio de palma tiveram baixa abundância, como os marsupiais *Cryptonanus* sp., *Monodelphis brevicaudata* e *Philander opossum* e os roedores *Mus musculus*, *Oecomys bicolor*, *Proechimys* aff. *goeldi* e *Proechimys* sp., dos quais foi registrado apenas um indivíduo de cada espécie.

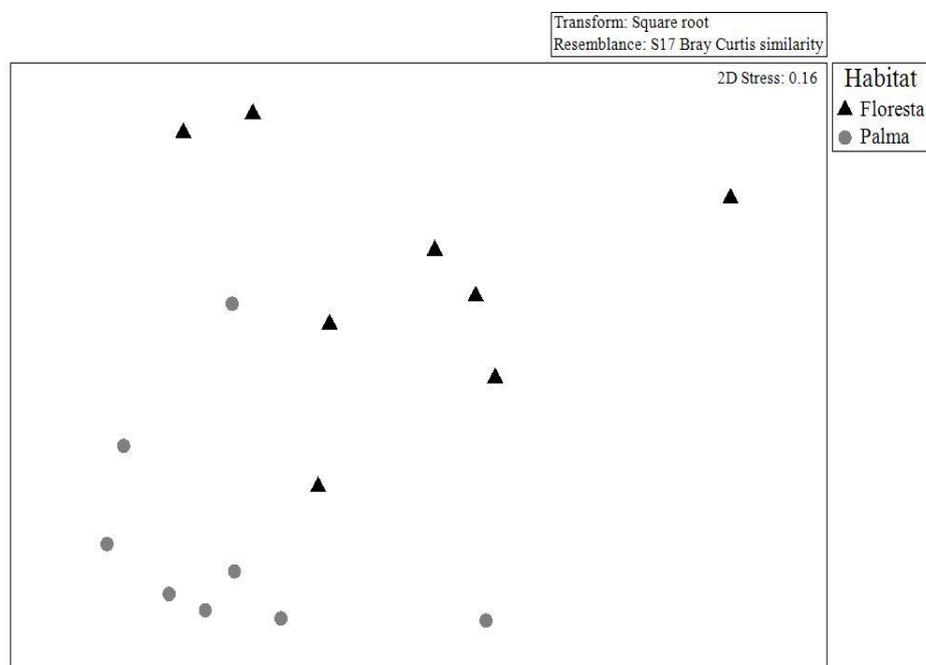
O estimador Jackknife de primeira ordem estimou aproximadamente 12 espécies a mais para o hábitat de plantio de palma em relação ao habitat de floresta. A não sobreposição dos intervalos de confiança entre as curvas reforça a diferença da riqueza de espécies entre os dois habitats amostrados (Figura 3).



**Figura 3:** Curvas de estimativa de riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores, por amostras e com base no estimador não-paramétrico Jackknife 1, com barras representando intervalos de confiança de 95%.

Foi possível identificar dois agrupamentos distintos das amostras provenientes do plantio de palma e floresta através da Análise de NMDS (Figura 4). Apesar da sobreposição de alguns pontos (P7 e F3), esta análise mostra a similaridade de composição e abundância de espécies entre amostras do mesmo hábitat e

dissimilaridade entre estes dois habitats (reforçado pelo valor de estresse=0.16). A análise de similaridade (ANOSIM) one-way com distância de Bray-Curtis, corroborou a diferença entre os habitats amostrados ( $p = 0.002$ ;  $R = 0.457$ ).



**Figura 4:** Análise de NMDS utilizando a distância de Bray-Curtis com dados de abundância de espécies de pequenos mamíferos não-voadores, nas amostras de floresta (▲) e plantação de palma de dendê (●).

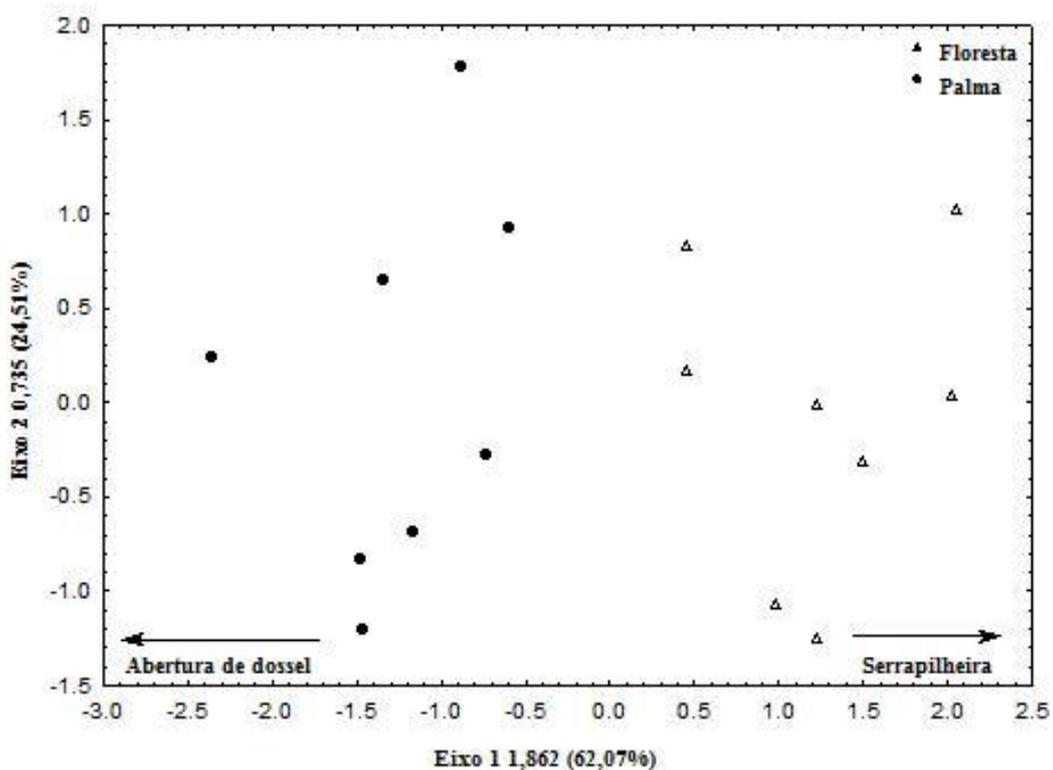
Através da análise de Simpler foi possível verificar quais as espécies que mais contribuíram para o agrupamento de amostras de plantio de palma (Figura 4), sendo elas: *Hylaeamys megacephalus* (34,64%), *Oecomys* sp. nov. (22,45%) e *Oecomys* sp. (19,21%); e para o agrupamento de amostras no hábitat de floresta foram as espécies *Marmosops* aff. *pinheiroi* (24.81%) e *Marmosa (Micoureus) demerarae* (22.25%).

Apesar das diferenças na composição das assembléias, não houve diferença na abundância total de pequenos mamíferos não-voadores quando comparado os dois tratamentos ( $Tvar\_sep = -1.89$ ;  $gl = 14$ ;  $p = 0,08$ ). Entretanto, espécies com *Hylaeamys megacephalus*, *Oecomys* sp. e *Oecomys* sp. nov. foram muito mais abundantes no hábitat de palma, enquanto que *Marmosa (Micoureus) demerarae* e *Marmosops* aff. *pinheiroi* foram mais abundantes na floresta.

Não foi observada correlação entre as três variáveis ambientais testadas, desta forma todas foram utilizadas 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 ( $r = -0,675$ ). A média da abertura de dossel ( $r = -0,814$ ) e a média da altura da serapilheira ( $r = 0,863$ ) explicam aproximadamente 62% da variância entre os habitats (Figura 5). Não houve diferença significativa entre os agrupamentos no componente principal ( $F = 1,93$ ;  $gl = 14$ ;  $p > 0,05$ ) indicando que a variância das amostras de plantio de palma e floresta foi homogênea.

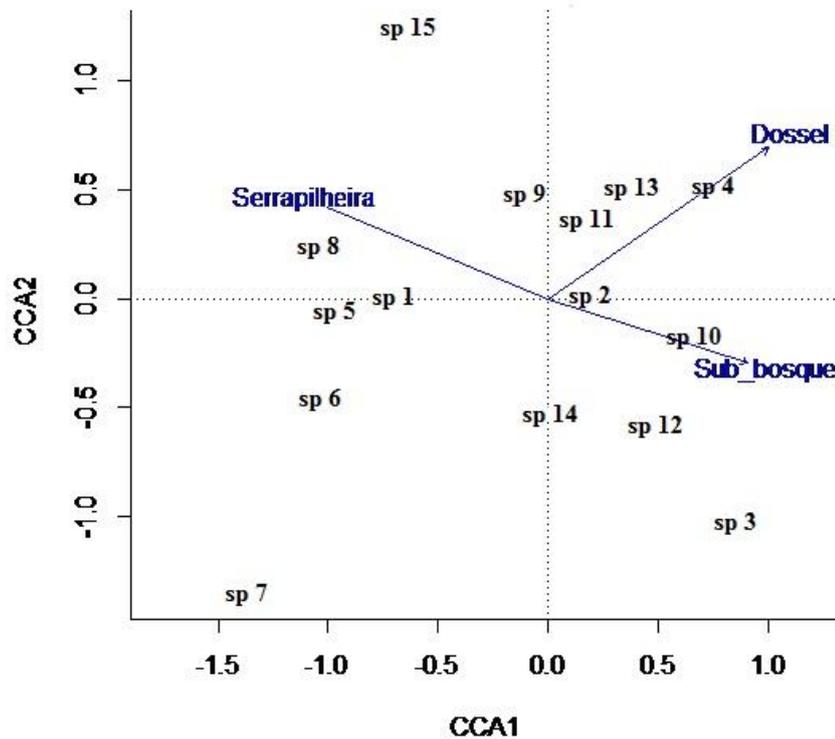
A análise de correspondência explicou 25% das variáveis para o eixo 1 e 2. Houve correlação entre as variáveis e a distribuição das espécies nos eixos ( $F = 1,6$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0,05$ ) (Figura 6). A análise de CCA demonstrou uma tendência das espécies *Didelphis marsupialis*, *Marmosa (Micoureus) demerarae* e *Metachirus* sp. nov. apresentarem maior abundância em áreas com maior quantidade de serapilheira e menor densidade de sub-bosque.



**Figura 5:** Análise de Componentes Principais, ordenando as amostras de acordo com os fatores ambientais analisados.

As espécies *Marmosa (Marmosa) murina*, *Nectomys rattus* e *Oecomys* sp. apresentaram maior abundância em áreas de maior densidade de sub-bosque e menor serapilheira (Figura 6). Já as espécies *Marmosa murina*, *Oecomys paricola* e *Oecomys*

sp. nov. apresentaram maior abundância em áreas com maior abertura de dossel, características das áreas de plantio de palma. A espécie *Mesomys stimulax* apresentou maior abundância em áreas de menor abertura de dossel (Figura 6), característica do hábitat de floresta. A espécie *Hylaeamys megacephalus* apresentou pouca correlação com as variáveis ambientais medidas.



**Figura 6:** Análise de Correspondência Canônica entre as espécies de pequenos mamíferos e as variáveis ambientais: altura de serapilheira, abertura de dossel e densidade de sub-bosque. 1- *Didelphis marsupialis*, 2- *Hylaeamys megacephalus*, 3- *Marmosa (Marmosa) murina*, 4- *Marmosa murina*, 5- *Marmosa (Micoureus) demerarae*, 6- *Marmosops aff. pinheiroi*, 7- *Mesomys stimulax*, 8- *Metachirus* sp. nov., 9- *Monodelphis aff. americana*, 10- *Nectomys rattus*, 11- *Oecomys paricola*, 12- *Oecomys* sp. 13- *Oecomys* sp. nov., 14- *Oligoryzomys aff. delicatus*, 15- *Proechimys roberti*.

## Discussão

O plantio de palma de dendê teve efeito positivo sobre a riqueza de pequenos mamíferos não-voadores na área de estudo. Apesar de o hábitat de palma ter apresentado maior abertura de dossel e menor altura de serapilheira, a disposição deste recurso na palma é bem diferenciada. No plantio de palma, grande parte do solo permanece exposta. Entretanto, a formação artificial de grandes pilhas acumuladas de serapilheira nestas áreas, denominadas de “empilhamento” (Luskin and Potts 2011), favorece a ocorrência dos pequenos mamíferos não-voadores, pelo aumento na oferta de artrópodes e de proteção contra predadores nestes locais (Malcolm 1997; Gentile and Fernandes 1999).

Em concordância, a grande maioria dos animais registrados no hábitat de palma foi coletada no solo. Mas mesmo os animais arborícolas podem ser favorecidos por grandes volumes de serapilheira, principalmente na estação seca, onde os artrópodes buscam áreas mais úmidas, como estes microambientes de “empilhamento” (Gentile and Fernandes 1999; Santos-Filho et al. 2008). Outro fator a ser observado é que espécies como *Hylaeamys megacephalus*, apesar de ter maior quantidade de registro em palma, teve baixa correlação com as variáveis ambientais medidas, e sua alta abundância pode estar relacionada à ocorrência dos “empilhamentos”.

Não houve diferença na abundância entre amostras de palma e de floresta. Entretanto espécies como *Hylaeamys megacephalus*, *Oecomys* sp. e *Oecomys* sp. nov. apresentaram alta abundância na palma e foram as que mais contribuíram para o agrupamento das amostras deste hábitat. Apesar de descrita para áreas de floresta, a espécie *Hylaeamys megacephalus* também pode ser encontrada em áreas de vegetação secundária e formações vegetais abertas (Mares and Ernest 1995; Voss et al. 2001; Oliveira and Bonvicino 2006; Bonvicino et al. 2008), se alimentando de sementes, folhas e artrópodes (Graipel et al. 2003). Já o gênero *Oecomys*, apresenta espécies frugívoras oportunistas, preferencialmente arborícolas, porém que descem ao solo em busca de água e alimento (Hershkovitz 1960; Bonvincino et al. 2008). Espécies de ambos os gêneros apresentam tolerância a áreas abertas ou com certo grau de degradação (Oliveira and Bonvicino 2006).

Mesmo não tendo sido coletada em hábitat de palma, a espécie *Cerradomys langguthi* é típica de áreas de Cerrado (Percequillo et al, 2008) e campos de cultivo (Paiva 1973), sendo que o registro desta espécie neste estudo foi o primeiro para o

bioma Amazônico (Nagamachi et al. 2013). Neste contexto, acredita-se que a espécie *Cerradomys langguthi*, juntamente com *Hylaeamys megacephalus* e provavelmente alguma das espécies do gênero *Oecomys*, estejam sendo favorecidas pela ação antrópica e abertura de áreas florestadas nesta região de fronteira Amazônica. Importante salientar que a área de estudo inclui pequenos enclaves de cerrado. Neste caso, se faz necessário um estudo mais aprofundado para verificar se este hábitat diferenciado pode ser a origem da ocorrência de *Cerradomys langguthi* nesta paisagem.

Na área de floresta, as espécies *Marmosops* aff. *pinheiroi*, *Marmosa* (*Micoureus*) *demerare* e a espécie nova do gênero *Metachirus* foram as mais abundantes e as que mais contribuíram para o agrupamento das amostras deste hábitat. O gênero *Metachirus* está adaptado a vários tipos de habitats, ocorrendo em florestas primárias e secundárias, restingas e florestas de várzea (Voss et al. 2001; Grelle 2003; Rossi et al. 2010). Entretanto, as espécies deste gênero preferem utilizar áreas com maior densidade de sub-bosque, já que utilizam bastante o estrato médio e baixo da floresta (Freitas et al. 1997). Sua dieta é insetívora-onívora (Fonseca et al. 1996) ingerindo com menor frequência pequenos vertebrados, frutos e sementes (Freitas et al. 1997; Cáceres 2004). A espécie *Marmosops* aff. *pinheiroi* ocorre em floresta de terra firme primária ou secundária, floresta ripária e floresta inundável (Voss et al, 2001). Voss et al. (2001) descreve as espécies *Marmosops* aff. *pinheiroi* e *Marmosa* (*Micoureus*) *demerare* como preferencialmente arborícolas, ocorrendo em estratos acima do solo, entre 0,3 e 1,5m. O plantio de palma de dendê desfavorece estas espécies arborícolas, que foram registradas nas áreas de floresta. Provavelmente isto se deve pela falta de suporte, consequência da redução da densidade de sub-bosque neste hábitat. Como a abundância da grande maioria das espécies registradas em apenas um dos habitats de palma ou de floresta foi baixa, é difícil reconhecer que estas espécies sejam exclusivas de tais habitats. Desta forma, em função da alta riqueza de espécies registrada nas áreas de palma, concluímos que esta matriz apresentou-se bastante permeável para a fauna de pequenos mamíferos nesta região da Amazônia.

Um fator importante que provavelmente favoreceu a ocorrência das espécies de pequenos mamíferos não-voadores nos habitats de plantação de palma de dendê foi a disposição dos fragmentos florestais ao redor das áreas de plantio. A estrutura da paisagem da área estudada favoreceu o deslocamento e dispersão das espécies através da matriz de palma. Resultados diferentes foram encontrados na ilha de Sabah, em Bornéu, onde a monocultura da palma de dendê se encontrava disposta ao redor dos

remanescentes de floresta, numa proporção muito superior em área. Neste caso, a matriz de palma promoveu o isolamento das espécies deste grupo da mastofauna, funcionando como barreira efetiva para a dispersão destes animais (Bernard et al. 2009).

Desta forma, a estrutura da paisagem e disposição das áreas de Reserva Legal devem ser levadas em consideração na definição de áreas de plantio. Além disto, deve-se considerar a implantação de corredores ecológicos, conectando as áreas florestais (Forman 1995) e facilitando a dispersão das espécies de pequenos 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 Conservation International* 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. *Forest Ecology and Management* 262:2306-2315.
- 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. *Mammal Study* 34:85-96.
- Bongers F (2001) Methods to assess tropical rain forest canopy structure: an overview. *Plant Ecology* 153:263-277.
- Bonvicino CR, Oliveira JA, D'Andrea OS (2008) Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseados em caracteres externos. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa-OPAS. Séries de Manuais Técnicos 120p.
- Bury RB, Corn PS (1987) Evaluation of pitfall trapping in northwestern forests: trap arrays with drift fences. *J. Wildl. Manage* 51:112-119.
- Butler RA, Laurance WF (2009) Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? *Tropical Conservation Science* 2:1-10.
- Brühl CA, Eltz T (2010) Fuelling the biodiversity crisis: species loss of ground-dwelling forest ants in oil palm plantations in Sabah, Malaysia (Borneo). *Biodiversity and Conservation* 19:519-529.
- Cáceres NC (2004) Diet of three didelphid marsupials (Mammalia, Didelphimorphia) in a Southern Brazil. *Mammalian Biology* 69:430-433.

- 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>.
- Costa LP, Leite YLR, Mendes SL, Ditchfield AD (2005) Mammal Conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19:672-679.
- Cunha AA, Vieira MV (2004) Two bodies cannot occupy the same place at the same time, or the importance of space in the ecological niche. *Bulletin of the Ecological Society of America* 85:25-26.
- Chung AYC, Eggleton P, Speight MR, Hammond PM, Chey VK (2000) The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. *Bulletin of Entomological Research* 90:475-496.
- Clay JW (2004) World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices. Library of Congress Cataloging-in-Publication data 9:203-233.
- Dalmagro A, Vieira EM (2005) Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria Forest in Southern Brazil. *Austral Ecology* 30:353-362.
- Danielsen F, Heegaard M (1995) Impact of logging and plantation development on species diversity: a case study from Sumatra. *Management of Tropical Forest: towards an integrated perspective*. Oslo: Centre for Development and the Environment, University of Oslo.
- Danielsen F, Beukema H, Burgess ND, Parish F, Brühl CA, Donald PF, Murdiyarso D, Phalan B, Reijnders L, Struebig M, Fitzherbert EB (2008) Biofuel Plantations on Forested Lands: Double Jeopardy for Biodiversity and Climate. *Conservation Biology* 23:348-358.

- Facelli JM, Pickett STA (1991) Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *The Botanical Review* 57:1-32.
- Fitzherbert EB, Struebig MJ, Morel A, Danielsen F, Brühl CA, Donald PF, Phalan B (2008) How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution* 23: 538-545.
- Fonseca GAB, Herrmann G, Leite YLR, Mittermeier RA, Rylands AB, Patton JL (1996) Lista anotada dos mamíferos do Brasil. *Occasional Papers in Conservation Biology* 4:1-38.
- Forman RTT (1995) *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Foster WA, Snaddon JL, Turner EC, Fayle TM, Cockerill TD, Ellwood MDF, Broad GR, Chung AYC, Eggleton P, Khen CV, Yusah KM (2013) Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia. *Philosophical transactions of the Royal Society B* 366:3277-3291.
- Freitas SR, Moraes DA, Santori RT, Cerqueira R (1997) Hábitat preference and food use by *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae) in a Restinga Forest at Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biologia* 57:93-98.
- Freitas RR, Da Rocha PLB, Simões-Lopes PC. 2005. Habitat structure and small mammals abundances in one semiarid landscape in the Brazilian Caatinga. *Revista Brasileira de Zoologia* 22:119-129.
- Gentile R, Fernandez FAZ (1999) Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. *Mammalia* 63:29-40.
- Gotelli NJ, Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.

- Graipel ME, Miller PRM, Glock L (2003) Padrão De atividades de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na Reserva de volta velha, Santa Catarina, sul do Brasil. *Mastozoologia Neotropical* 10:255- 160.
- Grelle CEV (2003) Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic Forest Southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38:81-85.
- Hershkovitz P (1960) Mammals of Northern Colombia, preliminary report no. 8: Arboreal rice rats, a systematic revision of the subgenus *Oecomys*, genus *Oryzomys*. *Proceedings of the United States National Museum* 110:513-575.
- Hillers A, Veith M, Rodelt MO (2008) Effects of forest fragmentation and habitat degradation on west African leaf-litter frogs. *Conservation Biology* 22:762-772.
- 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.
- Koh LP (2008) Can oil palm plantations be made more hospitable for forest butterflies and birds? *Journal of Applied Ecology* 45:1002-1009.
- Köppen W, Geiger R (1928) *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.
- Laidlaw R (2000) Effects of habitat disturbance and protected areas on mammals of Peninsular Malaysia. *Conservation Biology* 14: 1639-1648.
- Laurance WF, Koh LP, Butler R, Sodhi NS, Bradshaw CJA, Neidel JD, Consunji H, Vega JM (2009) Improving the Performance of the Roundtable on Sustainable Palm Oil for Nature Conservation. *Conservation Biology* 24: 377–381.

- Lambert TD, Malcolm JR, Zimmerman BL (2006) Amazonian small mammal abundances in relation to habitat structure and resource abundance. *Journal of Mammalogy* 87:766-776.
- Lorenzi H, Kahn F, Noblick LR, Ferreira E (2010) *Flora Brasileira: Arecaceae (palmeiras)*. Nova Odessa, São Paulo. Instituto Platanum. 1: in press.
- Luskin MS, Potts MD (2011) Microclimate and habitat heterogeneity through the oil palm lifecycle. *Basic and Applied Ecology* 12:540-551.
- Malcolm JR (1997) Insect biomass in Amazonian forest fragments. In *Canopy Arthropods* (Stork NE, Adis J, Didham RK, eds). Chapman and Hall, London, pp 510-533.
- Martins SV, Rodrigues RR (1999) Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. *Revista Brasileira Botânica*. São Paulo 22:405-412.
- Martins SV (1999) Aspectos da dinâmica de clareiras em uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 215pp.
- Mares MA, Ernest K (1995) Population and community ecology of small mammals in a gallery forest of Central Brazil. *Journal of Mammalogy* 76:750-768.
- Marsden SJ, Fielding AH, Mead C, Hussin MZ (2002) A technique for measuring the density and complexity of understory vegetation in tropical forests. *Forest Ecology and Management* 165:117-123.
- Merritt JF (2010) *The biology of small mammals*. The Johns Hopkins University Press, 266pp.
- Moorhead DL, Westerfield MM, Zak JC (1998) Plants retard litter decay in a nutrient-limited soil: a case of exploitative competition? *Oecologia* 113:530-536.

- Nagamachi CY, Pieczarka JC, O'Brien PCM, Pinto JA, Malcher SM, Pereira AL, Rissino JD, Mendes-Oliveira AC, Rossi RV, Ferguson-Smith MA (2013) FISH with whole chromosome and telomeric probes demonstrates huge karyotypic reorganization with ITS between two species of Oryzomyini (Sigmodontinae, Rodentia): *Hylaeamys megacephalus* probes on *Cerradomys langguthi* karyotype. Springer Science.
- Naidoo R (2004) Species richness and community composition of songbirds in a tropical forest-agricultural landscape. *Animal Conservation* 7:93-105.
- Nantha HS, Tisdell C (2009) The orangutan–oil palm conflict: economic constraints and opportunities for conservation. *Biodiversity and Conservation* 18:487-502.
- Oliveira JA, Bonvicino CR (2006) Ordem Rodentia. Capítulo 12, 347-400. Em: *Mamíferos do Brasil*, Reis NR, Peracchi WA, Pedro WA, Lima IP (Eds), Londrina, PR. 437pp.
- Paiva MP (1973) Distribuição e abundância de alguns mamíferos selvagens no Estado do Ceara. *Ciência e Cultura* 25:442-450.
- Pardini R (2004) Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. *Biodiversity and Conservation* 13:2567-2586.
- 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. *Diversity and Distributions* 12: 572-581.
- Percequillo AR, Hingst-Zaher E, Bonvicino CR (2008) Systematic review of genus *Cerradomys* weksler, Percequillo and Voss, 2006 (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with description of two new species from eastern Brazil. *American Museum of Natural History* 3622: 46.

- Pfeiffer M, Tuck HC, Lay TC (2008) Exploring arboreal ant community composition and co-occurrence patterns in plantations of oil palm *Elaeis guineensis* in Borneo and Peninsular Malaysia. *Ecography* 31:21-32.
- Pinheiro PS, Carvalho FMV, Fernandez FAS, Nessimian JL (2002) Diet of the marsupial *Micoureus demerarae* in small fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37:213-218.
- Pinto SRR, Santos AMM, Tabarelli M (2009) Seed predation by rodents and safe sites for large-seeded trees in a fragment of the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Biology* 69:763-771.
- 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. *Biodiversity and Conservation* 20:1441-1456.
- 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>
- Rossi RV, Bianconi GV, Pedro WA (2006) Ordem Didelphimorphia 27-66, *em*: Mamíferos do Brasil (Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP, eds.). Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Rossi RV, Bianconi GV, Carmignotto AN, Miranda CL (2010) Ordem Didelphimorphia 21-74, *em*: Mamíferos do Brasil Guia de Identificação (Reis NR, Peracchi AL, Fregonezi MN, Rossaneis BK eds.). Rio de Janeiro: Technical Books.
- Ribeiro-Júnior MA, Rossi RV, Miranda CL, Ávila-Pires TCS (2011) Influence of pitfall trap size and design on herpetofauna and small mammal studies in a Neotropical Forest. *Zoologia* 28: 80-91.

- Santos AJ (2006) Estimativas de riqueza em espécies 19-36, *em*: Métodos de Estudo em Biologia da Conservação Manelo da Vida Silvestre (Culler Jr L, Rudran R, Valladares-Padua C 2<sup>o</sup>eds.). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Santos-Filho M, Silva DJ, Sanaiotti TM (2008) Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica* 8:115-121.
- 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. *Biodiversity and Conservation* 22:253-268.
- Silva RJ, Diniz S, Vaz-de-Mello FZ (2010) Heterogeneidade do Habitat, Riqueza e Estrutura da Assembléia de Besouros Rola-Bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em Áreas de Cerrado na Chapada dos Parecis, MT. *Neotropical Entomology* 39:934-940.
- Sodhi NS, Koh LP, Clements R, Wanger TC, Hill JK, Hamer KC, Clough Y, Tscharntke T, Posa MRC, Lee TM (2010) Conserving Southeast Asian forest biodiversity in human-modified landscapes. *Biological Conservation* 143:2375-2384.
- Styring AR, Ragai R, Unggang J, Stuebing R, Peter A, Hosner PA, Sheldon FH (2011) Bird community assembly in Bornean industrial tree plantations: Effects of forest age and structure. *Forest Ecology and Management* 261:531-544.
- Williams HE, Vaughan C (2001) White-faced monkey (*Cebus capucinus*) ecology and management in neotropical agricultural landscapes during the dry season. *Revista de Biologia tropical* 49:1199-1206.
- Wilcove DS, Koh LP (2010) Addressing the threats to biodiversity from oil palm agriculture. *Biodiversity and Conservation* 19:999-1007.

- Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31:79-92.
- Turner EC, Snaddon JL, Fayle TM (2008) Oil palm research in context: indentifying the need for biodiversity assessment. *Plos ONE* 3:1572.
- Turner EC, Foster WA (2009) The impact of forest conversion to oil palm on arthropod abundance and biomass in Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 25:23-30.
- Umetsu F, Pardini R (2007) Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats evaluating matrix quality in an Atlantic Forest landscape. *Landscape Ecology* 22:517-530.
- Vieira EM (2003) Fruit and seed exploitation by small rodents of the Brazilian Atlantic Forest. *Mammalia* t. 67, n° 4.
- Vieira EM (2006) Padrões de uso vertical do hábitat por marsupiais brasileiros. 217-228. In: Cáceres NC, Monteiro-Filho ELA (eds) *Os Marsupiais do Brasil. Biologia, Ecologia e Evolução*. Editora da UFMS, Campo Grande, 364pp.
- Voss RS, and Emmons LH (1996) Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230:1-115.
- Voss RS, Lunde DP, Simmons NB (2001) The mammals of paracou, french Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna part 2. Nonvolant species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York, 263:236.
- Yeboua K, Ballo K (2000) Caracteristiques chimiques du sol sous palmeraie. *John Libbey Eurotext* 9; n°1.