

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA  
Programa de Pós-Graduação em Entomologia - PPGENT

**DISTRIBUIÇÃO DE STRATIOMYIDAE (INSECTA: DIPTERA) AO LONGO DE UM  
GRADIENTE AMBIENTAL E REDUÇÃO DE ESFORÇO AMOSTRAL EM UMA  
FLORESTA DE TERRA-FIRME NA AMAZÔNIA**

SAMUEL SANTOS DE AZEVEDO

MANAUS – AM

2016

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA  
Programa de Pós-Graduação em Entomologia - PPGENT

**DISTRIBUIÇÃO DE STRATIOMYIDAE (INSECTA: DIPTERA) AO LONGO DE UM  
GRADIENTE AMBIENTAL E REDUÇÃO DE ESFORÇO AMOSTRAL EM UMA  
FLORESTA DE TERRA-FIRME NA AMAZÔNIA**

SAMUEL SANTOS DE AZEVEDO

ORIENTADOR: DR. JORGE LUIZ PEREIRA DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Entomologia)

MANAUS – AM

2016

— Azevedo, Samuel Santos de

Distribuição de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) ao longo de um gradiente ambiental e redução de esforço amostral em uma floresta de terra-firme na Amazônia / Samuel Santos de Azevedo.

--- Manaus: [s.n.], 2016.

xiii: 68 p.: il. color.

Dissertação (mestrado) --- INPA, Manaus, 2016

Orientador: Dr. Jorge Luiz Pereira de Souza

Área de concentração: Entomologia

**CODIGO**

**Sinopse:**

Estudou-se a influência de variáveis ambientais sobre a distribuição espacial de Stratiomyidae e de duas espécies em particular, através da influência dessas variáveis sobre a sua composição e riqueza ou abundância e presença e ausência. Também, verificou-se a possibilidade da redução do esforço de coleta dessas moscas, em abordagens taxonômica e ecológica, com intuito de otimizar a amostragem e fornecer uma metodologia padronizada.

**Palavras-chave:**

Brachycera; Composição de espécies; Malaise; padrão ecológico; resposta ecológica; riqueza de espécies.

Aos meus pais, Antônio Carlos e Rosária, e irmãos, Alice e Daniel:  
a família é a base de tudo.

## Agradecimentos

Primeiramente, agradeço aos meus familiares, Antônio Carlos e Rosária, meus pais, e Alice e Daniel, meus irmãos. Vocês são os responsáveis por grande parte do homem que sou hoje. Sem vocês não seria possível caminhar até aqui e mais além.

Ao Jorge, meu orientador, eu agradeço por toda a confiança em me orientar com um grupo ao qual não é tão familiarizado, pela liberdade de me deixar trabalhar como eu achava melhor, por ter me ensinado muito do que sei sobre estatística e ecologia, por sempre ter sugestões que melhoravam o trabalho cada vez mais e por toda a orientação propriamente dita.

Agradeço ao Fabio, por vir me auxiliando e incentivando desde a orientação na iniciação científica, por ter me apresentado e ensinado sobre os Stratiomyidae, o grupo pelo qual tenho grande interesse e apreço, hoje.

Ao pessoal do TEAM. Adriano, Alexsa, Cris, Itanna e Jeff, eu agradeço pela companhia nos dias de trabalho. À Marília, agradeço, além da companhia, por me ouvir quando precisei, por me tirar dúvidas em relação à dissertação, por me incentivar a seguir em frente e pela amizade que surgiu assim, de repente.

Aos colegas do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados de solo e agregados. Ao Diego, Breno, Inaura e Nete, por terem ajudado indireta ou diretamente. Ao Marlon, Patrik e Rafael, por terem me ajudado a estudar para a seleção de mestrado, aplicando provas. Ao Nikolas por ceder material de estudo e dar algumas dicas sobre o que estudar. À Camila pela companhia durante os dias de estudo até a realização da seleção de mestrado.

Aos mateiros, seu Paulo e seu Zé, por todo o apoio durante as coletas na Reserva Ducke. Não teria sido possível sem eles.

Aos meus amigos. Leo, Loren, Rafa e Tássia, eu agradeço por ajudarem a me divertir em meio a toda a tensão que é ser um mestrando. À Kayane por ser uma amiga pra todos os momentos, por me dizer o que preciso ouvir e não o que quero ouvir, ou por simplesmente me ouvir quando eu preciso. À Erica pelas horas de almoço que compartilhou comigo, pelas risadas e por reclamar da vida comigo, além de toda a amizade que nunca muda.

Aos amigos da Turma Entomologia 2014, Alberto, David, Diego, Douglas, Gleyson, Guilherme, Janaina, João, Ladimir, Luís, Lúciene, Mario e Raphael. Cada um de vocês significa muito pra mim. Agradeço pela companhia durante todo esse percurso que foi o mestrado. E eu sempre digo que nossa turma é a melhor de todas, e reitero: Nossa turma é a melhor, mas porque vocês são os melhores, simplesmente por todo o companheirismo. Avante, Fúrcula do Poder!

À Kelve agradeço por toda a colaboração nas disciplinas, durante a produção da dissertação e inúmeras prévias que assistiu. Agradeço ainda, por sempre me fazer rir e dividir momentos importantes de sua vida comigo, além de ser essa amiga especial que encontrei no meio dessa correria que foi o Mestrado.

À Thais agradeço por toda a companhia durante estes dois anos de mestrado, não só pela imensa colaboração durante as disciplinas, na produção da dissertação, durante o nosso campo na Reserva Ducke e todas as incontáveis prévias que ela presenciou, mas por toda a confiança em dividir um lar comigo, dividir momentos, por ter me oferecido sua amizade e ter aceitado a minha.

Agradeço ainda, a todos que de alguma forma colaboraram indireta ou diretamente neste período incrível e trabalhoso que foi o Mestrado!

## **Agradecimentos financeiros**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que concedeu a bolsa de Mestrado durante 24 meses.

Ao suporte logístico do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Estudos Integrados da Biodiversidade Amazônica INCT-CENBAM e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

Ao suporte logístico e financeiro dos projetos: *Pesquisas Ecológicas de Longa Duração – PELD/IAFA* - CNPq; *Inventários Biológicos na Amazônia Ocidental Sub-Rede Manaus* – CNPq e *Uso de abordagem taxonômica, ecológica e funcional para validar o uso de substitutos de espécies de formigas em monitoramentos da biodiversidade na Amazônia* – FAPEAM.

## Resumo

O entendimento das respostas dos organismos ao ambiente é útil para pôr em prática mecanismos de conservação. Nesse contexto, pesquisadores precisam otimizar suas abordagens para que o estudo forneça, em tempo hábil, mais que uma lista de espécies e os custos não excedam os benefícios econômicos do inventário. Assim, foi investigado o efeito de variáveis ambientais sobre a composição e riqueza de Stratiomyidae (Diptera) e sobre a abundância e presença e ausência das espécies de Stratiomyidae mais abundantes, a fim de entender como sua distribuição é afetada por algumas variáveis em 25 km<sup>2</sup> de floresta ombrófila na Amazônia Central. Além disso, foi testada a possibilidade de redução do esforço amostral de Stratiomyidae a fim de otimizar e padronizar amostragens para o grupo. Para isso, foi realizada amostragem com armadilhas Malaise em 30 parcelas terrestres de 250 m de comprimento do sistema de trilhas do PPBio na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. As informações ambientais incluem a média da profundidade da serapilheira, riqueza de plantas herbáceas, distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo, riqueza de árvores mortas, riqueza de palmeiras e troncos caídos. A redução do esforço amostral foi baseada na manutenção de padrões taxonômicos (similaridade na composição e riqueza) e ecológicos (resposta às variáveis ambientais) frente à redução do tempo de permanência de armadilha Malaise em campo, e através da redução o número de armadilhas por parcelas. Foram coletadas 12 espécies de Stratiomyidae, sendo *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes* as mais abundantes. A distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo explica a composição de Stratiomyidae, e a forma como as espécies estão distribuídas nos platôs e baixios da reserva, já que os igarapés ocorrem somente em baixios. Provavelmente este gradiente é uma medida indireta da umidade, onde parcelas mais distantes do igarapé são menos úmidas que as mais próximas. As espécies menos abundantes são restritas às maiores ou menores distâncias entre o igarapé e a parcela, sendo, provavelmente mais sensíveis a impactos nesta faixa do gradiente. Efeito parcial da riqueza de plantas herbáceas e de palmeiras sobre a presença e ausência de *M. pictipes* deve estar relacionado à utilização destes recursos como sítio de oviposição pelas fêmeas da espécie. Este padrão ecológico observado com o esforço máximo não foi mantido com a redução do esforço amostral tanto pelo tempo de permanência Malaise em campo, quanto pelo número de armadilhas por parcela, sendo mais indicada a utilização do esforço máximo (72 horas, duas armadilhas), em abordagens ecológicas de Stratiomyidae. No entanto, em abordagens taxonômicas, é possível reduzir o tempo de permanência da armadilha Malaise em campo para 48 horas, visto que são mantidas composição e riqueza similares ao esforço máximo. Além disso, há a possibilidade de utilização de somente uma armadilha Malaise por parcela, desde que por 72 horas e seja levada em consideração a posição da armadilha na parcela, para evitar possíveis efeitos de borda.

## Palavras-chave

Composição de espécies; Armadilha Malaise; Padrão ecológico; Padrão taxonômico; Riqueza de espécies.

## Abstract

The understanding of the organisms responses to environment is useful to implement conservation mechanisms. In this context, researchers need to optimize their approaches to the study provide, in time, more than a list of species and the costs don't exceed the economic benefits of the inventory. Thus, it was investigated the effect of some environmental variables on the composition and on the richness of Stratiomyidae (Diptera) and on the abundance and on the presence and absence of more abundant Stratiomyidae species in order to understand how their distribution is affected by these variables in 25 km<sup>2</sup> in Central Amazonian ombrophilous rainforest. In addition, it was tested the possibility of reducing the Stratiomyidae sampling effort to optimize and standardize the group sampling strategies. For this, it was conducted sampling with Malaise traps in 30 PPBio (Program of Planned Biodiversity Research) trail system land plots of 250 m length in the Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brazil. Environmental information includes the litter depth mean, herbaceous plants richness, distance between the land plots and the nearest stream, dead trees richness, palm trees richness and fallen logs. The reduction of the sampling effort was based on maintaining taxonomic patterns (similarity in composition and richness) and ecological (responses to environmental variables) with the reduction of Malaise trap remaining time in field, and by reducing the number of traps per plot. Twelve Stratiomyidae species were collected, and *Merosargus pictipes* and *Hermetia flavipes* were the most abundant. The distance between the land plots and the nearest stream explains the composition of Stratiomyidae, and how species are distributed in the plateaus and sandbanks, as the streams occur only in the sandbanks, in the reserve. Probably this gradient is an indirect measure of humidity, where more distant plots from the stream are less humid than the nearest. The less abundant species are restricted to larger or smaller distances between the stream and the plot, and probably more sensitive to impact in this gradient range. Partial effect of the herbaceous plants richness and palm trees richness on the presence and absence of *M. pictipes* should be related to the use of these resources as oviposition site by the females of this species. This ecological pattern observed with maximum effort was not maintained with reduced sampling effort both by Malaise traps time remaining in field and the number of traps per plot, then, the use of maximum effort (72 hours, two traps) is most appropriate in Stratiomyidae ecological approaches. However, in taxonomical approaches, it is possible to reduce the Malaise trap remaining time in field to 48 hours, as it was kept the composition and the richness mean similar to the maximum effort. Moreover, there is the possibility of using only one Malaise trap per plot for 72 hours, since it is considered the position of the Malaise trap on the plot, to avoid possible edge effects.

## Key-words

Ecological pattern; Malaise traps; Species composition; Species richness; Taxonomic pattern.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	4
Área de estudo .....	4
Coleta dos Stratiomyidae e delineamento amostral .....	6
<i>CAPÍTULO I</i> .....	8
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
Variáveis ambientais.....	12
Análise dos dados .....	13
RESULTADOS .....	14
1. Estrutura e composição da comunidade de Stratiomyidae.....	14
2. Efeito das variáveis ambientais sobre a composição e riqueza dos Stratiomyidae .....	16
3. Efeito das variáveis ambientais sobre a abundância ou presença e ausência das espécies de Stratiomyidae .....	18
DISCUSSÃO.....	19
CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS .....	22
<i>CAPÍTULO II</i> .....	27
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	31
Análise dos dados .....	31
RESULTADOS .....	33
1. Redução do esforço amostral através do tempo de permanência das armadilhas em campo. ....	33
1.1 Similaridades entre as comunidades amostradas com o esforço reduzido e máximo	33
1.2 Manutenções dos padrões ecológicos com a redução do esforço amostral para 48 e 24 horas .....	36
2. Redução do esforço amostral através do número de armadilhas em campo. ....	39
2.1 Estrutura e composição da comunidade de Stratiomyidae na amostragem com uma armadilha. ....	39
2.2 Similaridades entre as comunidades amostradas com uma armadilha nos diferentes períodos amostrais (72, 48 e 24 horas). ....	41

2.3 Similaridades entre as comunidades amostradas com uma armadilha e o esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas) .....	44
2.4 Manutenções dos padrões ecológicos com a redução do esforço amostral através do tempo, na amostragem com uma armadilha .....	46
DISCUSSÃO .....	49
1. Possibilidade de redução do esforço amostral através do tempo de permanência das armadilhas em campo. ....	49
2. Possibilidade de redução do esforço amostral através do número de armadilhas em campo. ....	51
CONCLUSÃO .....	54
REFERÊNCIAS .....	54
REFERÊNCIAS .....	60
APÊNDICE A .....	66
APÊNDICE B.....	67
APÊNDICE C.....	68

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo I: Características e distribuição da comunidade de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) ao longo de um gradiente ambiental em uma floresta de terra-firme na Amazônia..... 9**

Tabela 1. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição e a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais. Asterisco indica valor de  $p$  menor que 0,05..... 18

Tabela 2. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a abundância ou a presença e ausência de *Hermetia flavipes* ou *Merosargus pictipes* e as variáveis ambientais. Asterisco indica valor de  $p$  menor que 0,05..... 20

### **Capítulo II: Redução do esforço amostral na coleta de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) em uma floresta de terra-firme na Amazônia..... 28**

Tabela 3. Abundância das espécies de Stratiomyidae coletados em 30 parcelas com armadilha Malaise em três esforços amostrais na Reserva Ducke..... 34

Tabela 4. Similaridade entre as comunidades amostradas com esforço reduzido e o esforço máximo (72 horas). Todas as relações tiveram valores significativos de  $p < 0,001$ ..... 36

Tabela 5. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição ou a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais. Valores em negrito indicam mudanças no padrão ecológico, enquanto os asteriscos indicam valores de  $p$  menores que 0,05..... 37

Tabela 6. Abundância das espécies de Stratiomyidae coletados com armadilha Malaise em P1 e P2, nos três períodos amostrais (72, 48 e 24 horas)..... 41

Tabela 7. Similaridade entre as comunidades amostradas com uma armadilha nos diferentes esforços amostrais. As relações tiveram valores significativos de  $p < 0,001$ ..... 44

Tabela 8. Similaridade entre o esforço máximo (duas armadilhas e 72 horas) e as comunidades amostradas com uma armadilha (P1 ou P2) nos três períodos amostrais em 30 parcelas na Reserva Ducke. As relações tiveram valores significativos de  $p < 0,01$ ..... 46

Tabela 9. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição ou a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais, em P1. Valores em negrito indicam mudanças no padrão ecológico, enquanto que os asteriscos indicam valores de  $p$  menores que 0,05..... 47

Tabela 10. Valores de significância parciais ( $p$ -parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição ou a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais, em P2. Valores em negrito indicam mudanças no padrão ecológico, enquanto que os asteriscos indicam valores de  $p$  menores que 0,05..... 50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Reserva Ducke (Fraga <i>et al.</i> , 2013).....	4
Figura 2 A-B. A, Grade de 25 km <sup>2</sup> , com parcelas de 250 metros demarcadas em curva de nível, instaladas na Reserva Ducke. B, Demonstração de uma das parcelas instaladas em curva de nível. ( <a href="http://ppbio.inpa.gov.br">http://ppbio.inpa.gov.br</a> ).....	6
Figura 3. Armadilha Malaise, (modelo de Townes-1972) montada perpendicularmente a uma trilha na Reserva Ducke. (Imagem: Samuel S. Azevedo).....	7
<b>Capítulo I: Características e distribuição da comunidade de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) ao longo de um gradiente ambiental em uma floresta de terra-firme na Amazônia.....</b>	<b>9</b>
Figura 4. Esquema baseado na grade do PPBio onde os símbolos representam a ocorrência das 12 espécies de Stratiomyidae distribuídas em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	16
Figura 5. A - Abundância das 12 espécies de Stratiomyidae coletadas com armadilha Malaise instalada nas 30 parcelas da Reserva Ducke; B – Frequência de ocorrência das espécies nas 30 parcelas da Reserva Ducke.....	17
Figura 6. Efeito da distância do igarapé à parcela sobre a composição de Stratiomyidae (A), e sua distribuição de espécies ao longo deste gradiente (B).....	19
<b>Capítulo II: Redução do esforço amostral na coleta de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) em uma floresta de terra-firme na Amazônia.....</b>	<b>28</b>
Figura 7. Análise de variância (ANOVA) das riquezas de Stratiomyidae amostrados em três esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) na Reserva Ducke. Letras iguais significam que não há diferenças significativas entre as médias.....	35
Figura 8. Ordenação em duas dimensões através da Análise de Coordenadas Principais - PCoA da composição de Stratiomyidae amostrados nos diferentes esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	36
Figura 9. Efeito da distância do igarapé mais próximo à parcela terrestre sobre a composição de Stratiomyidae com esforço amostral de 72 horas nas 30 parcelas da Reserva Ducke.....	38
Figura 10. Efeito das variáveis ambientais distância do igarapé à parcela terrestre mais próxima (A), riqueza de palmeiras (B) e troncos caídos (C) sobre a composição de	

Stratiomyidae com esforço amostral de 24 horas, nas 30 parcelas da Reserva Ducke.....	38
Figura 11. Efeito das variáveis ambientais profundidade da serapilheira (A) e riqueza de palmeiras (B) sobre a riqueza de Stratiomyidae com esforço amostral de 24 horas, nas 30 parcelas da Reserva Ducke.....	39
Figura 12. Abundância das espécies de Stratiomyidae coletadas em P1 e em P2 com armadilha Malaise na Reserva Ducke.....	41
Figura 13. Análise de variância (ANOVA) das riquezas de Stratiomyidae amostrados em P1, nos três esforços temporais (72, 48 e 24 horas), em relação ao esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas), na Reserva Ducke. Letras iguais significam que não há diferenças significativas entre as médias.....	42
Figura 14. Análise de variância (ANOVA) das riquezas de Stratiomyidae amostrados em P2, nos três esforços temporais (72, 48 e 24 horas), em relação ao esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas), na Reserva Ducke. Letras iguais significam que não há diferenças significativas entre as médias.....	43
Figura 15. Ordenação em duas dimensões através da PCoA da composição de Stratiomyidae em P1 e P2, nos esforços amostrais de 72 horas (A), 48 horas (B) e 24 horas (C), em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	44
Figura 16. Ordenação em duas dimensões através da Análise de Coordenadas Principais - PCoA da composição de Stratiomyidae amostrados no P1, nos diferentes esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) e o esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas) em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	46
Figura 17. Ordenação em duas dimensões através da Análise de Coordenadas Principais - PCoA da composição de Stratiomyidae no P2, nos diferentes esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) e o esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas) em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	47
Figura 18. Efeito da riqueza de plantas herbáceas (A) e troncos caídos (B) sobre a composição de Stratiomyidae amostrada com somente uma armadilha no P1, amostrados no período de 72 horas em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	48
Figura 19. Efeito de troncos caídos sobre a composição de Stratiomyidae amostrados no P1, amostrados no período de 48 horas em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	49
Figura 20. Efeito da distância do igarapé às parcelas (A) e de troncos caídos (B) sobre a composição de Stratiomyidae em P1, amostrados no período de 24 horas em 30 parcelas na Reserva Ducke.....	49

## INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia abriga a maior biodiversidade do mundo (Vieira *et al.*, 2005; Hoorn & Wesselingh, 2010; Magalhães *et al.*, 2011; Rafael, 2014) e é composta por uma série contínua de formações vegetais que são floristicamente distintas entre si, sendo a Florestas de Terra-firme o ecossistema mais conspícuo e de maior interesse científico (Pires, 1972; Leitão-Filho, 1987). Dentro das florestas tropicais, como a Amazônia, os artrópodes são organismos dominantes e representam grande proporção da biomassa animal (Fittkau & Klinge, 1973; Ellwood & Foster, 2004) e mais de 18.000 espécies por hectare (Basset *et al.*, 2012). Muitos fatores podem modelar simultaneamente a distribuição desses artrópodes nas florestas tropicais, sejam fatores abióticos, como teor de argila e umidade relativa do solo, ou fatores bióticos, como ação de predadores (Richards & Coley, 2007; Bennett, 2010). A busca por padrões que expliquem a diversidade biológica é uma das mais antigas preocupações da ecologia (Begon *et al.*, 2006) e o entendimento das respostas dos organismos ao ambiente/estrutura de habitats ao qual estão inseridos são bastante úteis para pôr em prática mecanismos de conservação e planos de restauro (Collinge, 2001).

Diptera (moscas e mosquitos) é uma das quatro ordens ‘megadiversas’ de insetos holometábolos (Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera), e contam com mais de 150 mil espécies descritas em todo o mundo (Garcia, 2009; Carvalho *et al.*, 2012; Gullan & Cranston, 2012). Eles desempenham uma variedade de funções ecológicas, atuando como predadores, parasitóides, herbívoros, detritívoros e polinizadores (Scherber *et al.*, 2014). Além de manter relações diretas com a diversidade de árvores, ervas e a estrutura da vegetação dos locais que habitam, de modo que a formação vegetal e sua complexidade interferem na localização de recursos, o que pode influenciar na composição da comunidade de Diptera e sua distribuição (Moreira *et al.*, 2014; Scherber *et al.*, 2014). Apesar de sua importância ecológica, os dípteros ainda são frequentemente negligenciados em estudos ecológicos, visto que a maioria dos trabalhos são focados nos grupos de importância médica, veterinária e agrícola (Woodcock *et al.*, 2003; Fontenelle, 2007).

Dentre as maiores famílias de Diptera, em número de espécies, encontra-se Stratiomyidae, com cerca de 2.700 espécies distribuídas em 375 gêneros, exibindo ampla variação morfológica e de uso de habitats (Brown, 2009; Woodley, 1989, 2001, 2009). Apesar da enorme variação morfológica, os Stratiomyidae são facilmente reconhecidos pela distinta venação alar, que tem fortes veias radiais agrupadas proximalmente e uma pequena célula discal posicionada na porção anterior da asa (Kovac & Rozkošný, 2004; Woodley, 2009). Essas moscas são encontradas em todo o mundo, sendo a região Neotropical a mais diversificada para a família, com aproximadamente 1.100 espécies pertencentes às 12 subfamílias (Garcia, 2009; Woodley, 2009) e são de grande importância ecológica por serem decompositores de matéria orgânica e polinizadores (Fontenelle, 2007).

Os adultos de Stratiomyidae são herbívoros, alimentando-se de néctar ou pólen, dependendo da morfologia da labella (Kovac & Rozkošný, 2004; Davis *et al.*, 2009). A distribuição e abundância de muitos insetos herbívoros são determinadas majoritariamente pela qualidade em relação à quantidade dos recursos (Hódar *et al.*, 2002), porém dependem da variação na disponibilidade desses recursos, densidade e ocorrência das plantas às quais estão relacionados (Ribeiro & Fernandes, 2000; Pinheiro *et al.*, 2002; Cuevas-Reyes *et al.*, 2004; Araújo, 2013), sendo assim, a distribuição de Stratiomyidae está sujeita às mesmas pressões. Fontenelle (2007) verificou, em florestas com diferentes estádios de regeneração, diferenças na abundância e composição dos Stratiomyidae. Segundo o autor, essas diferenças seriam provavelmente reflexo da qualidade e quantidade de recursos disponíveis nas áreas estudadas, visto que as espécies vegetais entre essas áreas eram semelhantes, tendo diferenças na abundância de algumas espécies herbáceas e arbustivas.

Indivíduos adultos de Stratiomyidae são encontrados em ambientes florestais pousados em folhas, flores, ou próximos aos sítios de alimentação das larvas (James, 1981; Woodley, 2009; Borrór & DeLong, 2011) o que faz da ocorrência de recursos para as larvas uma característica importante na distribuição dos adultos. As larvas de Stratiomyidae são achatadas dorsoventralmente, com cutícula fortemente esclerotizada (Rozkošný, 1982; Narchuk, 1988; Woodley, 1989) e em sua maioria são decompositoras (Davis *et al.*, 2009). Usualmente são encontradas em ambientes úmidos, associadas a material vegetal e animal em decomposição, como troncos caídos, árvores mortas, frutos apodrecidos, fezes e carcaças, onde se alimentam e completam seu desenvolvimento (James, 1981; Carvalho *et al.*, 2012; Woodley, 2001, 2009). Como exceção, as larvas de algumas subfamílias habitam lagos, rios, poças de água, buracos, cascas ou raízes de árvores (Woodley, 2009; Borrór & DeLong, 2001; Carvalho *et al.*, 2012).

Os Stratiomyidae são mais eficientemente coletados com a armadilha Malaise (James, 1981), mesmo com a existência de grande quantidade de métodos para amostragem de dípteros, como a busca ativa com rede entomológica (puçá) ou os métodos de espera, como o prato/bandeja colorido e as armadilhas adesiva, Shannon e suspensa (Rafael, 2002). Apesar disso, não há um protocolo que estabeleça um tempo de operação em campo da armadilha Malaise. Brown (2009) afirma que a maior permanência da armadilha Malaise em campo resulta numa amostragem mais eficiente de táxons extremamente raros que têm curtos períodos de voo, o que faz deles dificilmente coletados por outros métodos. Mas há uma variação do tempo utilizado em trabalhos com Malaise, desde 12 horas (Castellón *et al.*, 2000) até oito semanas (Autio *et al.*, 2013). Ainda, é encontrada na literatura a falta de concordância sobre quantas armadilhas usar por ponto amostral ou área de coleta, mas existe uma tendência a se utilizar apenas uma armadilha por ponto amostral (Tallamy *et al.*, 1976; Dutra & Marinoni, 1994; Castellón *et al.*, 2000; Marinoni & Bonatto, 2002; Marinoni *et al.*, 2004; Marinoni *et al.*, 2006; Fontenelle, 2007; Oliveira *et al.*, 2008a; Souza, 2008).

A produção científica sobre o conhecimento dos aspectos da diversidade biológica amazônica, apesar de vir aumentando nas últimas décadas, continua sendo um processo mais lento que o processo de mudança no uso da terra, como padrão de desmatamento e destruição de paisagens naturais (Vieira *et al.*, 2005). Recentemente alguns trabalhos tem avaliado a possibilidade de aumentar a eficiência dos monitoramentos biológicos através da redução do tamanho ou número de amostras com pouca perda de informação ecológica ou taxonômica em protocolos padronizados (Magnusson *et al.*, 2013). Levando em conta além da problemática ambiental, a situação em que os pesquisadores lidam frequentemente, como a tomada de decisões entre o tamanho da área de estudo e a intensidade da amostragem, para que o estudo forneça mais que uma lista de espécies e os custos não excedam os benefícios econômicos do inventário (Evans & Viengkham, 2001).

Com este enfoque, já existem trabalhos, para região amazônica, realizados com comunidades de invertebrados. Nestes trabalhos foi evidenciada a possibilidade de redução do esforço amostral através da redução do número de sub-amostras na amostragem de ácaros oribatídeos (Santos *et al.*, 2008) e de formigas (Souza *et al.*, 2009), podendo manter mais de 70 % da informação ecológica, diminuindo, o esforço de triagem, identificação, o tempo de processamento do material em laboratório e, conseqüentemente os custos. Entretanto a decisão sobre quantas sub-amostras são necessárias é dependente da pergunta realizada e do táxon estudado. Além destes estudos, foi testada a possibilidade da redução do esforço amostral através da diminuição do número de técnicas de amostragem. Nestes trabalhos, realizados para as comunidades de formigas (Souza *et al.*, 2012) e de opiliões (Tourinho *et al.*, 2014), foi testado se as técnicas utilizadas em um estudo ecológico são complementares, visto que cada técnica amostra usualmente comunidades diferentes. Entretanto a utilização de mais de uma técnica pode ser redundante, do ponto de vista ecológico, visto que a utilização de uma única técnica pode ser o suficiente para capturar as relações gerais entre a comunidade do grupo estudado e o ambiente. Para insetos com capacidade de voo, Graça (2013) testou a redução de amostras para a comunidade de Lepidoptera em uma floresta ombrófila densa de terra-firme na Amazônia Central. A redução de amostras foi baseada no número de visitas às parcelas, visto que as armadilhas permaneciam em campo por oito dias, e eram visitadas a cada 48 horas, caracterizando quatro visitas. Neste trabalho verificou-se que o esforço de coleta poderia ser reduzido mantendo a qualidade dos dados taxonômicos (similaridade entre a composição de espécies) e ecológicos (manutenção de padrões ecológicos), gerando uma economia total de 16 a 32% de acordo com o número de dias de exposição das armadilhas em campo.

Estes estudos tem como um de seus principais objetivos a redução de tempo, o que reflete conseqüentemente na redução dos custos. Esta economia pode ser utilizada para a inclusão de novos locais de coleta ou repetições temporais, aumentando o número de espécies encontradas, a força estatística das análises e ampliando o poder de generalização dos resultados (Costa & Magnusson, 2010; Magnusson *et al.*, 2013).

Ademais, evidenciam a importância do estabelecimento de protocolos para uma amostragem eficiente, com captura de informações ecológicas suficientes e em tempo hábil para outros grupos pouco conhecidos ecologicamente, como é o caso dos Stratiomyidae.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

As coletas foram realizadas de setembro a novembro de 2014, na Reserva Ducke. Uma reserva biológica pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA com 10.000 ha. (10 X 10 km) de floresta amazônica primária, localizada próxima à da cidade de Manaus, Amazonas, Brasil (Figura 1). Esta área não sofre impacto ambiental dentro de suas fronteiras, mas é cercado por expansão urbana da cidade de Manaus (Hopkins, 2005; Costa *et al.*, 2015).

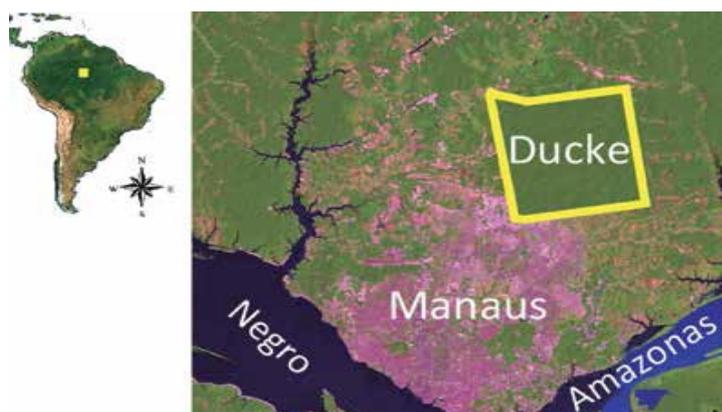


Figura 1. Localização da Reserva Ducke (Fraga *et al.*, 2013).

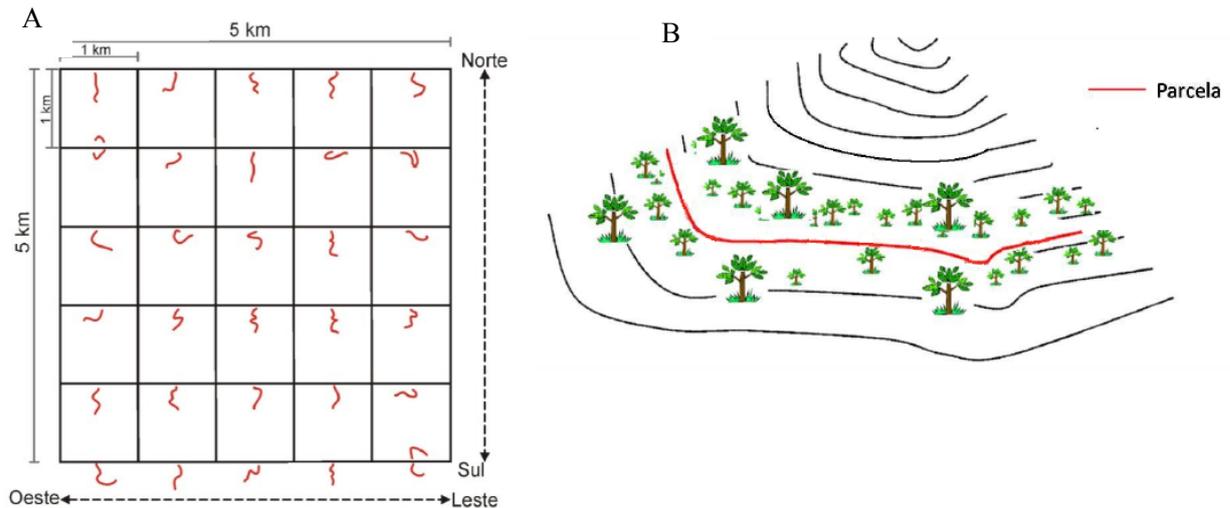
O clima da reserva é classificado como tropical úmido, com umidade relativa entre 75-86% e precipitação anual de 1.750 à 2.500 mm, com uma estação mais chuvosa de novembro a maio, e outra menos chuvosa durante o restante do ano (Marques-Filho *et al.*, 1981). A temperatura média anual é de 26°C, existindo pouca variação térmica durante o ano, com as temperaturas médias mensais diferindo entre si em menos que 3°C. A maior variação de temperatura ocorre ao longo do dia, podendo chegar a 8°C (Oliveira *et al.*, 2008b).

Na Reserva Ducke, o terreno é formado por platôs com altitudes de 80 a 140 m. Além disso, possui baixios (muitos com igarapés permanentes) que comumente, são inundados na época chuvosa. No sentido Norte-Sul, a reserva é cortada por um platô central que divide águas entre duas bacias hidrográficas, sendo o lado oeste onde estão igarapés que deságuam no rio Negro e leste os que são afluentes

do rio Amazonas (Oliveira *et al.*, 2008b). A reserva é coberta por uma floresta tropical úmida de terra-firme, onde são encontradas, aproximadamente, 1.000 espécies de árvores e o sub-bosque é caracterizado pela abundância de palmeiras acaules (Ribeiro *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2008b). São reconhecidos quatro tipos de vegetação, além da vegetação secundária das bordas, estabelecidos combinando as características da composição do solo e tipo de relevo (Ribeiro *et al.*, 1999; Hopkins, 2005). Eles são:

- As florestas de platô, situadas nas áreas mais altas e planas da Reserva, tem solo argiloso, bem drenado e pobre em nutrientes. Neste tipo de floresta são encontradas as maiores árvores e, provavelmente, as mais antigas. O dossel atinge entre 30-40 metros de altura, com algumas árvores emergentes chegando a 50-60 metros de altura.
- As florestas de vertente ocorrem nas inclinações dos platôs. Os solos dessas florestas são mais argilosos, nas porções mais altas, e arenosos nas áreas mais baixas. A altura do dossel é similar ao platô, há um número bem menor de árvores emergentes.
- As florestas de baixio ocorrem ao longo dos igarapés, nas áreas mais baixas. O solo é arenoso, muito úmido e encharcado nas épocas de maior pluviosidade. Muitas árvores possuem raízes superficiais ou escoras e, algumas, com pneumatóforos. O dossel é mais baixo do que nas regiões de platôs, com 25-30 metros de altura, e com muitas palmeiras.
- As florestas de campinarana são encontradas nas planícies próximas dos igarapés e nessas áreas o solo é arenoso e com grande quantidade de serapilheira. As árvores que ocorrem nessas florestas possuem menor DAP (diâmetro à altura do peito) que aquelas dos platôs. O dossel também é mais baixo, geralmente entre 15-25 metros de altura.

Em 2000, o sistema de trilhas do RAPELD (sigla que une as duas escalas temporais que o método contempla: inventários rápidos - RAP e Projetos Ecológicos de Longa-Duração - PELD) foi instalado na Reserva Ducke, formando uma malha de 64 km<sup>2</sup> que cobre toda a Reserva. Esse sistema de trilhas dá acesso a 72 parcelas permanentes, para amostragem de fauna e flora terrestres, e 38 pontos permanentes de amostragens em igarapés e poças associadas, para amostragem de organismos aquáticos e ripários (Magnusson *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2008b). Parte desse sistema de trilhas foi definido como grade completa para comparações entre os sítios do Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio, que utiliza grades de 25 km<sup>2</sup>. Dentro desse sistema, 30 parcelas permanentes terrestres são espaçadas 1 km entre si (Figura 2A), sendo cada parcela de 250 m de comprimento e instalada em curva de nível (Figura 2B) (Costa & Magnusson, 2010; Magnusson *et al.*, 2005).



instaladas na Reserva Ducke. B, Demonstração de uma das parcelas instaladas em curva de nível. (<http://ppbio.inpa.gov.br>)

### Coleta dos Stratiomyidae e delineamento amostral

A Malaise é uma armadilha em forma de tenda, com um septo central de cor escura e uma cobertura inclinada, de cor clara (Rafael, 2002). Esta armadilha é eficiente na captura de insetos que, quando encontram um obstáculo, voam para cima para sobrepujar a barreira, como os dípteros (Almeida *et al.*, 1998; Brown, 2009). O teto da armadilha é inclinado e o frasco coletor é total ou parcialmente transparente situado na parte mais alta da armadilha, contendo no seu interior uma substância fixadora, para que o contraste entre a parte inferior e a parte superior aliado à inclinação da cobertura induzam os insetos a subirem a procura de luz e caiam no frasco (Rafael, 2002). Com isso, para a amostragem dos Stratiomyidae, foi utilizado a Armadilha do tipo Malaise, modelo de Townes (1972) que é em um modelo menor e mais leve de Malaise (“the light-weight Malaise trap”), que consiste em uma tenda curta e baixa com um único frasco coletor, que é bastante eficiente para insetos que voam mais próximos ao solo (Figura 3).



Figura 3. Armadilha Malaise, (modelo de Townes-1972) montada perpendicularmente a uma trilha na Reserva Ducke (Imagem: Samuel S. Azevedo).

Foram montadas duas armadilhas em cada parcela, uma entre os primeiros 20 m da parcela e outra a partir dos 200 m, visando uma amostragem abrangente e minimizando a interferência entre as duas armadilhas. Além disso, cada armadilha foi montada, perpendicular à trilha, e sempre que possível com o frasco coletor voltado para leste (direção de maior iluminação durante o dia), visto que, para um bom desempenho, a armadilha deve ser montada transversalmente a linha de voo dos insetos, neste caso, a parcela (Rafael, 2002; Brown, 2009; Garcia, 2009). As armadilhas foram operadas de forma úmida, isto é, o conteúdo do frasco coletor foi álcool a 70%, como substância mortífera e fixadora. Foram montadas duas armadilhas em cada uma das 30 parcelas terrestres do sistema de trilhas do PPBio. Cada armadilha teve seu material recolhido a cada 24 horas durante o período de 72 horas que permaneceram em campo. Sendo assim, foram obtidas 30 amostras e 180 sub-amostras (30 parcelas X duas armadilhas por parcelas X três esforços temporais).

O material coletado foi levado para o Laboratório de Ecologia e Sistemática de Invertebrados de solo, onde foi triado e identificado em nível específico com o auxílio do especialista no grupo, Me. Fabio S. P. Godoi pesquisador da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Foram utilizadas, também, chaves taxonômicas de Woodley (2009), Curran (1934), James (1940) e James & McFadden (1971). Após identificação o material foi depositado na Coleção de invertebrados do INPA e na Coleção Zoológica Prof. Paulo Bührnheim (CZPB) da UFAM.

## CAPÍTULO I

### **Características e distribuição da comunidade de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) ao longo de um gradiente ambiental em uma floresta de terra-firme na Amazônia**

#### **Resumo**

O entendimento das respostas dos organismos ao ambiente é útil para pôr em prática mecanismos de conservação e planos de restauro. Assim, foi investigado o efeito de variáveis ambientais sobre a composição e riqueza de Stratiomyidae (Diptera) e sobre a abundância e presença e ausência das espécies de Stratiomyidae mais abundantes, a fim de entender como sua distribuição é afetada por essas variáveis em 25 km<sup>2</sup> de floresta ombrófila na Amazônia Central. Para isso, de setembro a novembro de 2015, foi realizada amostragem com duas armadilhas Malaise em cada uma das 30 parcelas terrestres de 250 m de comprimento do sistema de trilhas do PPBio na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. As informações ambientais incluem a média da profundidade da serapilheira, riqueza de plantas herbáceas, distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo, riqueza de árvores mortas, riqueza de palmeiras e troncos caídos. Foram coletados 79 indivíduos de 12 espécies de Stratiomyidae, sendo *Merosargus pictipes* James, 1971 e *Hermetia flavipes* Wiedemann, 1830 as espécies mais abundantes. Com os modelos de regressão múltipla foi detectado efeito parcial da distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo sobre a composição de Stratiomyidae, o que explica a forma como as espécies estão distribuídas nos platôs e baixios da reserva, já que os igarapés ocorrem somente em baixios, na reserva. Somente espécies com desenvolvimento larval terrestre foram amostradas, levando a crer que a distância entre o igarapé e a parcela terrestre seja uma medida indireta da umidade, onde parcelas mais distantes do igarapé são menos úmidas que as mais próximas. Neste gradiente as espécies menos abundantes são restritas às maiores ou menores distâncias entre o igarapé e a parcela, sendo, provavelmente mais sensíveis a impactos nesta faixa do gradiente. Foi detectado, também, efeito parcial da riqueza de plantas herbáceas e de palmeiras sobre a presença e ausência de *M. pictipes*, o que deve estar relacionado à utilização destes recursos como sítio de ovipostura pelas fêmeas da espécie. O entendimento do padrão de distribuição encontrado neste estudo e a forma como foi modelado, pode ajudar na compreensão de como os Stratiomyidae estão relacionados ao ambiente em que estão inseridos e como este ambiente afeta a sua distribuição em ambientes amazônicos.

#### **Palavras-chave:**

Abundância; composição de espécies; conservação; riqueza de espécies.

## Abstract

The understanding of the organism's responses to environment is useful to apply mechanisms for conservation and restoration plans. Thus, it was investigated the effect of environmental variables on the composition and richness of Stratiomyidae (Diptera) and on the abundance and presence and absence of more abundant Stratiomyidae species to understand how their distribution is affected by these variables in 25 km<sup>2</sup> on Central Amazonian ombrophilous rainforest. For this, from September to November 2015, it was carried out sampling with two Malaise traps in each of the 30 PPBio (Program of Planned Biodiversity Research) trail system land plots with 250 m length in the Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brazil. Environmental information includes the litter depth mean, herbaceous plants richness, distance between the land plots and the nearest stream, dead trees richness, palm trees richness and fallen logs. It was collected 79 individuals of 12 Stratiomyidae species, being *Merosargus pictipes* James, 1971 and *Hermetia flavipes* Wiedemann, 1830 the most abundant species. With multiple regression models was detected partial effect of the distance between the land plots and the nearest stream on the Stratiomyidae composition, which explains how the species are distributed on plateaus and sandbanks of the reserve, as the streams occur only in sandbanks in reserve. Only species with terrestrial larval development were sampled, leading us to believe that the distance between the stream and the land plot is an indirect measure of humidity, wherein more distant plots of the stream are less humid than the nearest. In this gradient, less abundant species are restricted to larger or smaller distances between the stream and the plot, and they are probably more sensitive to impact on this gradient range. Also, it was detected partial effect of the herbaceous plants richness and palm trees richness on the presence and absence of *M. pictipes*, which should be related to the use of these resources for oviposition site by the females of this species. The understanding of the distribution pattern found in this study and the way the distribution was molded, can help in understanding how the Stratiomyidae species are related to the environment in which they live and how this environment affects their distribution in Amazonian environments.

## Key words

Abundance; conservation; species composition; species richness.

## INTRODUÇÃO

Muitos fatores podem simultaneamente modelar a distribuição de artrópodes em florestas tropicais, sejam eles abióticos, como por exemplo, o teor de argila e umidade relativa do solo, ou bióticos, como ação de predadores (Richards & Coley, 2007; Bennett, 2010). Com os dípteros (moscas e mosquitos) não é diferente, esses insetos mantêm relações diretas com a diversidade de árvores, ervas e a estrutura da vegetação dos locais que habitam, de modo que a formação vegetal e sua complexidade interferem na localização de recursos, podendo predizer a sua composição e distribuição da comunidade (Moreira *et al.*, 2014; Scherber *et al.*, 2014). Os dípteros desempenham uma variedade de funções ecológicas, atuando como predadores, parasitóides, herbívoros, detritívoros e polinizadores (Scherber *et al.*, 2014). Apesar de sua importância ecológica, os dípteros são frequentemente negligenciados em estudos ecológicos, tendo em vista que a maioria dos trabalhos tem enfoque nos grupos de importância médica, veterinária ou agrícola (Woodcock *et al.*, 2003; Fontenelle, 2007).

Dentre as maiores famílias de Diptera, em número de espécies, encontra-se Stratiomyidae, com cerca de 2.700 espécies distribuídas em 375 gêneros, exibindo ampla variação morfológica e de uso de habitats (Brown, 2009; Woodley, 1989, 2001, 2009). Apesar de sua enorme variação morfológica, os Stratiomyidae são facilmente reconhecidos pela distinta venação alar, que tem fortes veias radiais agrupadas proximalmente e uma pequena célula discal posicionada na porção anterior da asa (Kovac & Rozkošný, 2004; Woodley, 2009). Essas moscas são encontradas em todo o mundo, sendo a região Neotropical a mais diversificada para a família, com aproximadamente 1.100 espécies pertencentes às 12 subfamílias (Garcia, 2009; Woodley, 2009). São de grande importância ecológica por serem decompositores de matéria orgânica e polinizadores (Fontenelle, 2007).

A distribuição e abundância de muitos insetos herbívoros, como os Stratiomyidae, são determinadas majoritariamente pela qualidade em comparação à quantidade dos recursos (Hódar *et al.*, 2002), porém dependem da variação na disponibilidade desses recursos, densidade e ocorrência das plantas às quais estão relacionados (Ribeiro & Fernandes, 2000; Pinheiro *et al.*, 2002; Cuevas-Reyes *et al.*, 2004; Araújo, 2013). Os adultos de Stratiomyidae são herbívoros e se alimentem de néctar ou pólen, dependendo da morfologia da labela (Kovac & Rozkošný, 2004; Davis *et al.*, 2009). Em um estudo realizado em remanescentes de Mata Atlântica com diferentes estádios de regeneração, foi verificada diferenças na abundância e composição dos Stratiomyidae (Fontenelle, 2007). Segundo o autor, essas diferenças seriam provavelmente reflexo da qualidade e quantidade de recursos disponíveis nas áreas estudadas, visto que as espécies vegetais entre essas áreas eram semelhantes, tendo diferenças na abundância de algumas espécies herbáceas e arbustivas.

Indivíduos adultos de Stratiomyidae são encontrados em ambientes florestais pousados em folhas, flores, ou próximos aos sítios de alimentação das larvas (James,

1981; Woodley, 2009; Borrer & Delong, 2011) o que faz da ocorrência de recursos para as larvas uma característica importante na distribuição dos adultos. As larvas de Stratiomyidae são achatadas dorsoventralmente, com cutícula fortemente esclerosada (Rozkošný, 1982; Narchuk, 1988; Woodley, 1989) e em sua maioria são decompositoras (Davis *et al.*, 2009). Usualmente são encontradas em ambientes úmidos, associadas a material vegetal e animal em decomposição, como troncos caídos, árvores mortas, frutos apodrecidos, fezes e carcaças, onde se alimentam e completam seu desenvolvimento (James, 1981; Woodley, 2001, 2009; Carvalho *et al.*, 2012). Como exceção, as larvas de algumas subfamílias habitam lagos, rios, poças de água, buracos, cascas ou raízes de árvores (Borrer & Delong, 2001; Woodley, 2009; Carvalho *et al.*, 2012).

Os Stratiomyidae, assim como outros dípteros, estão associados à serapilheira para abrigo, desenvolvimento larval ou forrageio (Frouz, 1999; Souza *et al.*, 2007; Fontenelle, 2007; Davis *et al.*, 2009). Assim como outros artrópodes que habitam a serapilheira, tem sua composição de espécies, estrutura da comunidade e distribuição espacial influenciadas por fatores como a luminosidade, umidade e profundidade da serapilheira (Correia & Oliveira, 2000; Sayer 2006; Zardo *et al.*, 2010). As larvas de *Merosargus* Loew (Sarginae), um gênero bastante representativo na região Neotropical (Fontenelle, 2007; Dueli, 2012), usam vários substratos para seu desenvolvimento, como plantas herbáceas, videiras, palmeiras e árvores, utilizando como recursos os pecíolos, pseudopecíolos, folhas, frutos, flores e inflorescências, e frequentemente são encontradas associadas às brácteas e inflorescências de *Heliconia* (Seifert & Seifert, 1976, 1979; Fontenelle, 2011; Fontenelle *et al.*, 2012).

Com isso, espera-se que a composição ou a riqueza de Stratiomyidae se altere de acordo com a especificidade de cada subfamília em relação ao gradiente ambiental. Desta forma, foi hipotetizado que: 1) Mudanças na profundidade de serapilheira afetariam as espécies das subfamílias associadas a material orgânico em decomposição (vegetal e animal) na serapilheira, como algumas espécies de Sarginae, Hermetiinae e Clitellariinae (Woodley, 2009). 2) A riqueza de árvores mortas e a quantidade de troncos caídos afetariam, principalmente, a composição e a riqueza das espécies de Raphiocerinae e Pachygastrinae, cujas larvas se desenvolvem sob as cascas de troncos apodrecidos e árvores mortas (James, 1981; Pujol *et al.*, 2004; Woodley, 2009). 3) As espécies de Sarginae seriam as mais afetadas pelas mudanças na riqueza de plantas herbáceas e palmeiras devido a associação com essas plantas para ovipostura (Fontenelle, 2007; Dueli, 2012; Fontenelle *et al.*, 2012). 4) A distância entre a parcela e o igarapé mais próximo poderia influenciar a composição e riqueza de Stratiomyidae afetando espécies com desenvolvimento larval aquático, como espécies de Stratiomyinae (James, 1981).

Sendo assim, os objetivos deste capítulo são: 1) Avaliar a influência das variáveis ambientais (profundidade da serapilheira, riqueza de plantas herbáceas, distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo, riqueza de árvores mortas, riqueza de palmeiras e troncos caídos) sobre a riqueza e composição de

Stratiomyidae na Reserva Ducke, como meio de explicar sua distribuição; 2) Verificar o efeito das mesmas variáveis ambientais sobre as espécies de Stratiomyidae mais abundantes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo, delineamento amostral e coleta do material estão descritos na seção “Material e Métodos” na página 4 deste trabalho.

### **Variáveis ambientais**

Paralelamente à amostragem dos Stratiomyidae, a ‘profundidade da serapilheira’ foi medida a cada 5 m a partir do início da parcela, totalizando 50 medidas em cada uma das 30 parcelas. As medidas foram retiradas a 1 m a partir da linha central, para isso foi utilizada uma régua graduada de 30 cm. Foi considerada a altura entre a superfície do solo e o ponto mais alto das folhas do ponto de amostragem. A coleta dos dados sobre os troncos caídos foi realizada no mês de setembro de 2015, pelo pesquisador João Rafael Alves de Oliveira, do Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia (INPA). A partir do início até o fim de cada parcela, todos os troncos com DAP (diâmetro a altura do peito) acima de 5 cm e que estavam em até 2 m a partir do eixo central da parcela, para ambos os lados, foram contados.

As variáveis ambientais riqueza de ‘plantas herbáceas’ e ‘distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo’ são dados já coletados por outros pesquisadores previamente, no sistema de trilhas do PPBio na Reserva Ducke e estão disponíveis *on line* no Portal do CENBAM e PPBio Amazônia (<https://ppbio.inpa.gov.br/repositorio/dados>). Os dados de riqueza de plantas herbáceas são relacionados à Drucker (2005), e foram amostrados de modo que a largura de parcela para ervas terrestres variou de 1 m a 2 m em função do grupo amostrado. Cada indivíduo enraizado dentro da parcela e com mais de 5 cm de altura foi contado e identificado de acordo com o Guia para a “Flora da Reserva Ducke” (Ribeiro *et al.* 1999), além disso, material de todas as espécies foi coletado para confirmação no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), através de consultas a literatura especializada e consultas a especialistas.

Os dados de distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo foram coletados pela pesquisadora do INPA Juliana Schietti em 2008. As coordenadas das linhas centrais das parcelas foram obtidas utilizando o GPS de navegação (GARMIN60CSx) a partir do georreferenciamento dos piquetes localizados a cada 10 m ao longo da linha central das parcelas. A rede de drenagem foi gerada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG a partir do modelo digital de elevação SRTM

(*Shuttle Radar Topography Mission*). A veracidade de algumas nascentes e cursos d'água foi verificada em campo. A área de drenagem mínima considerada para o delineamento da drenagem foi de 30 pixels (cada pixel tem 90 x 90m). A partir das coordenadas do ponto central (em relação ao comprimento total, sem considerar os descontos) de cada parcela e da rede de drenagem da Reserva Ducke, foi calculada a distância euclidiana (menor distância em linha reta) do igarapé mais próximo com auxílio de ferramentas de SIG.

Os dados de riqueza de árvores mortas e de riqueza de palmeiras são dados, também, já coletados anteriormente e são relacionados ao levantamento de Toledo (2009) para estimativa de mortalidade de árvores. Foi realizado mapeamento, marcação e identificação de árvores e palmeiras durante o período de dezembro de 2000 a fevereiro de 2003. Em seguida, foram realizados dois levantamentos para estimar a mortalidade. O primeiro durante o período de fevereiro de 2003 a fevereiro de 2005, e o segundo durante o período de agosto de 2006 a fevereiro de 2008. Foram utilizados, neste trabalho, os dados de riqueza de árvores mortas e de palmeiras (Arecaceae), somente, do segundo levantamento, pois são dados mais recentes. A coleta dos dados se deu de modo que as dimensões da área amostrada fossem definidas de acordo com tamanho das árvores e palmeiras. Os indivíduos com  $DAP \geq 30$  cm foram amostrados numa faixa de 40 x 250 m, com  $10 \text{ cm} \leq DAP < 30$  cm foram medidas numa faixa de 20 x 250 m e aqueles com  $1 \text{ cm} \leq DAP < 10$  cm em uma faixa estreita de 4 x 250 m. O DAP foi medido a 1,3 m acima do solo em troncos sem deformidades ou 50 cm acima de raízes tabulares ou irregularidades em árvores que os possuem. Foi definida como árvore morta aquela com ausência de folhas, de seiva e desprendimento da casca, árvores desaparecidas e aquelas que quebraram ou secaram, mesmo quando tinham brotos. No Apêndice A, os valores das variáveis ambientais utilizadas.

## **Análise dos dados**

Inicialmente, todas as variáveis ambientais foram submetidas ao teste preliminar de correlação de Pearson (Apêndice B) para evitar a utilização de variáveis correlacionadas nas análises subsequentes. Como a comunidade é uma variável multidimensional, foi realizada uma análise de ordenação com a composição de espécies de Stratiomyidae usando a Análise de Coordenadas Principais (PCoA). O índice de associação utilizado foi o de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957), visto que se tratam de dados qualitativos e por ser efetivo na detecção de gradientes ecológicos. Como o primeiro eixo resultante da ordenação (PCoA 1) capturou a maior variância na composição da comunidade (Apêndice C), este foi determinado como uma das variáveis dependentes para as análises seguintes. A segunda variável dependente, determinada, foi a riqueza de Stratiomyidae. Sendo assim, para responder se há influência das variáveis ambientais sobre a distribuição da comunidade dos Stratiomyidae, foram

realizadas análises de regressão múltiplas, em dois modelos, para relacionar a variável dependente com as variáveis independentes:

*Modelo 1: Composição (PCoA 1) de Stratiomyidae ~ média da profundidade da serapilheira + riqueza de plantas herbáceas + distância do igarapé + riqueza de árvores mortas + riqueza de palmeiras + troncos caídos*

*Modelo 2: Riqueza de Stratiomyidae ~ média da profundidade da serapilheira + riqueza de plantas herbáceas + distância do igarapé + riqueza de árvores mortas + riqueza de palmeiras + troncos caídos*

Além disso, também foram realizadas regressões múltiplas para verificar o efeito das variáveis ambientais sobre a abundância ou a presença e ausência das espécies de Stratiomyidae, separadamente. Desta forma, mais dois modelos foram utilizados:

*Modelo 3: Abundância da espécie ~ média da profundidade da serapilheira + riqueza de plantas herbáceas + distância do igarapé + riqueza de árvores mortas + riqueza de palmeiras + troncos caídos*

*Modelo 4: Presença e ausência da espécie ~ média da profundidade da serapilheira + riqueza de plantas herbáceas + distância do igarapé + riqueza de árvores mortas + riqueza de palmeiras + troncos caídos*

## **RESULTADOS**

### **1. Estrutura e composição da comunidade de Stratiomyidae**

Foram coletados 79 indivíduos pertencentes a 12 espécies, 6 gêneros e 5 subfamílias de Stratiomyidae nas 30 parcelas amostradas. Em cinco parcelas não foram encontrados indivíduos de Stratiomyidae e nenhuma espécie amostrada foi registrada em todas as parcelas (Figura 4). Com o tipo de amostragem foi possível coletar espécies representantes de cinco das nove subfamílias de Stratiomyidae conhecidas para a região amazônica (Woodley, 2001), sendo elas Clitellariinae, Chrysochlorininae, Hermetiinae, Pachygastrinae e Sarginae, registrando a ocorrência dessas subfamílias na Reserva Ducke.

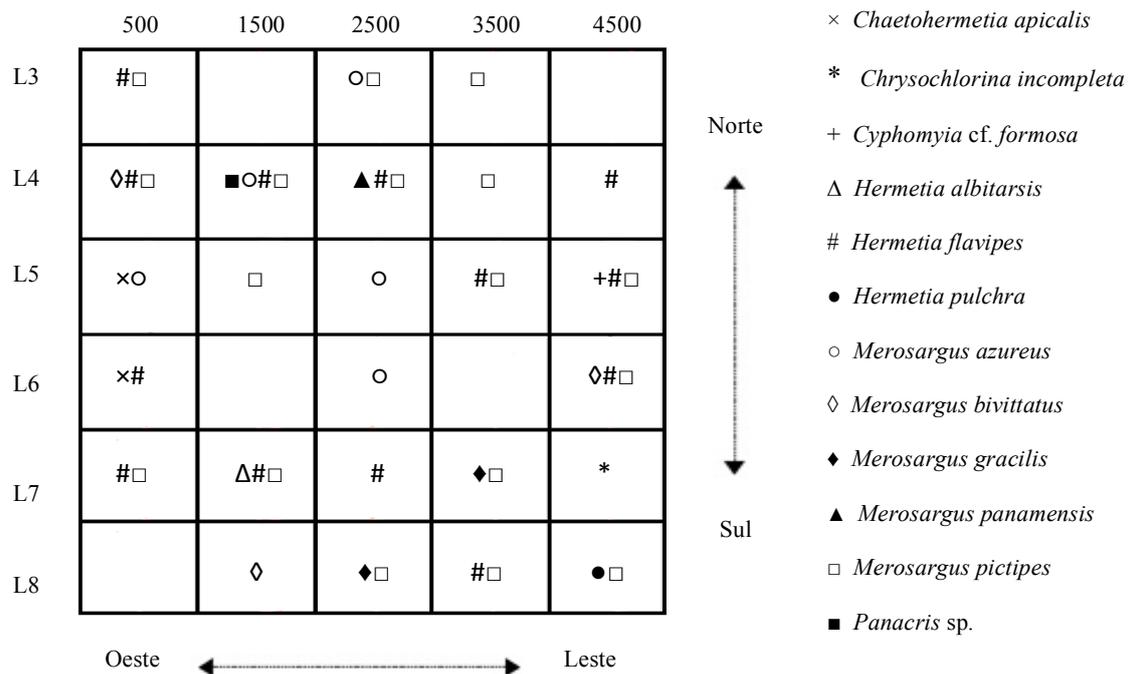


Figura 4. Esquema baseado na grade do PPBio onde os símbolos representam a ocorrência das 12 espécies de Stratiomyidae distribuídas em 30 parcelas na Reserva Ducke

A abundância total de Stratiomyidae variou de 1 à 7 indivíduos por parcela, enquanto a riqueza total de Stratiomyidae por parcela variou de 1 à 4 espécies. Representando 73,4 % dos indivíduos amostrados, as espécies mais abundantes e mais frequentes foram *Merosargus pictipes* James, 1971 e *Hermetia flavipes* Wiedemann, 1830, com 37 e 21 indivíduos, respectivamente. *Merosargus pictipes* ocorreu em 17 parcelas, sendo a espécie mais abundante em 7 parcelas e a única espécie coletada em três. Enquanto que *Hermetia flavipes* ocorreu em 13 parcelas, sendo a única espécie registrada em duas parcelas. A abundância das demais espécies não ultrapassou seis indivíduos, das quais cinco contam com apenas um indivíduo, além destas espécies não terem sido coletadas em mais que cinco parcelas (Figura 5).

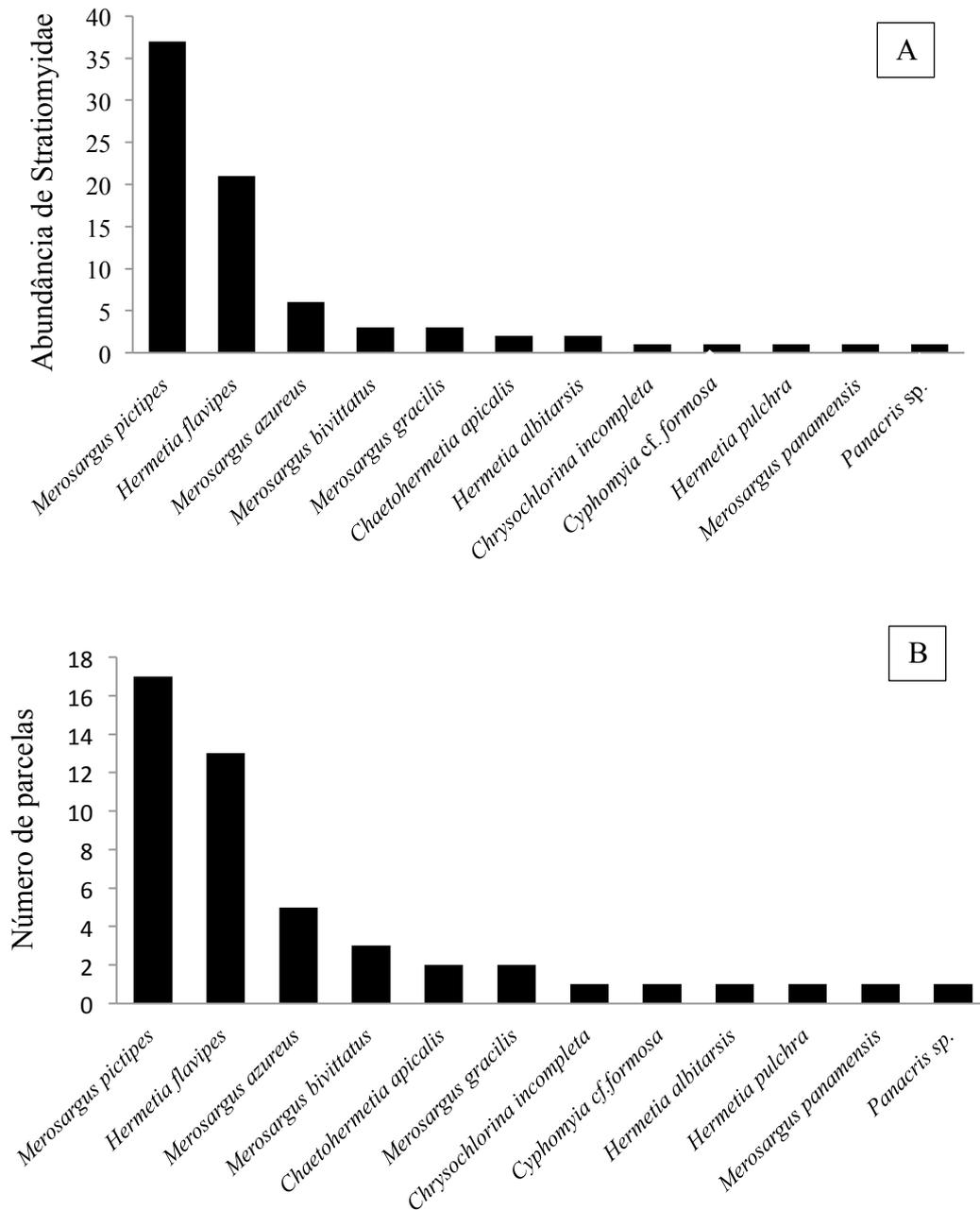


Figura 5. A - Abundância das 12 espécies de Stratiomyidae coletadas com armadilha Malaise instalada nas 30 parcelas da Reserva Ducke; B – Frequência de ocorrência das espécies nas 30 parcelas da Reserva Ducke.

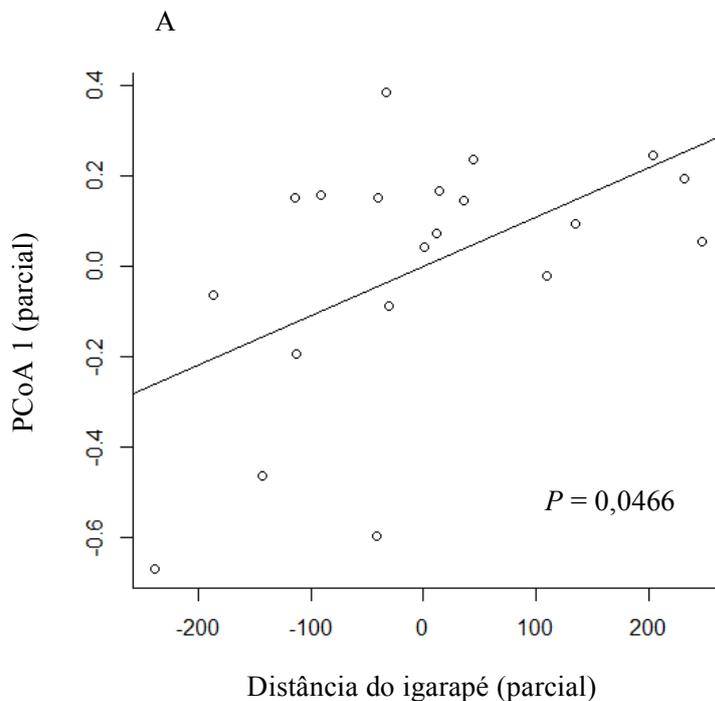
## 2. Efeito das variáveis ambientais sobre a composição e riqueza dos Stratiomyidae

Para verificar o efeito das variáveis ambientais sobre a composição ou a riqueza de Stratiomyidae, foram utilizados os modelos de regressão múltipla (composição ou riqueza de Stratiomyidae ~ média da profundidade da serapilheira + riqueza de plantas

herbáceas + distância do igarapé + riqueza de árvores mortas + riqueza de palmeiras + troncos caídos), que não detectaram relações entre a riqueza ou composição e o conjunto completo das variáveis ambientais (Tabela 1). Entretanto, individualmente (resultado parcial), foi detectado efeito da distância do igarapé às parcelas terrestres sobre a composição dos Stratiomyidae ( $p = 0,0466$ ) (Figura 6).

Tabela 1. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição e a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais. Asterisco indica valor de  $p$  menor que 0,05.

Variáveis ambientais	Composição	Riqueza
Profundidade de serapilheira	0,4213	0,8529
Riqueza de plantas herbáceas	0,9475	0,2216
Distância do igarapé	0,0466*	0,8756
Riqueza de árvores mortas	0,9816	0,7784
Riqueza de palmeiras	0,8780	0,4665
Troncos caídos	0,2307	0,7133
<b>R<sup>2</sup> dos modelos de regressão</b>	0,3536	0,2460
<b>P dos modelos de regressão</b>	0,3722	0,6500



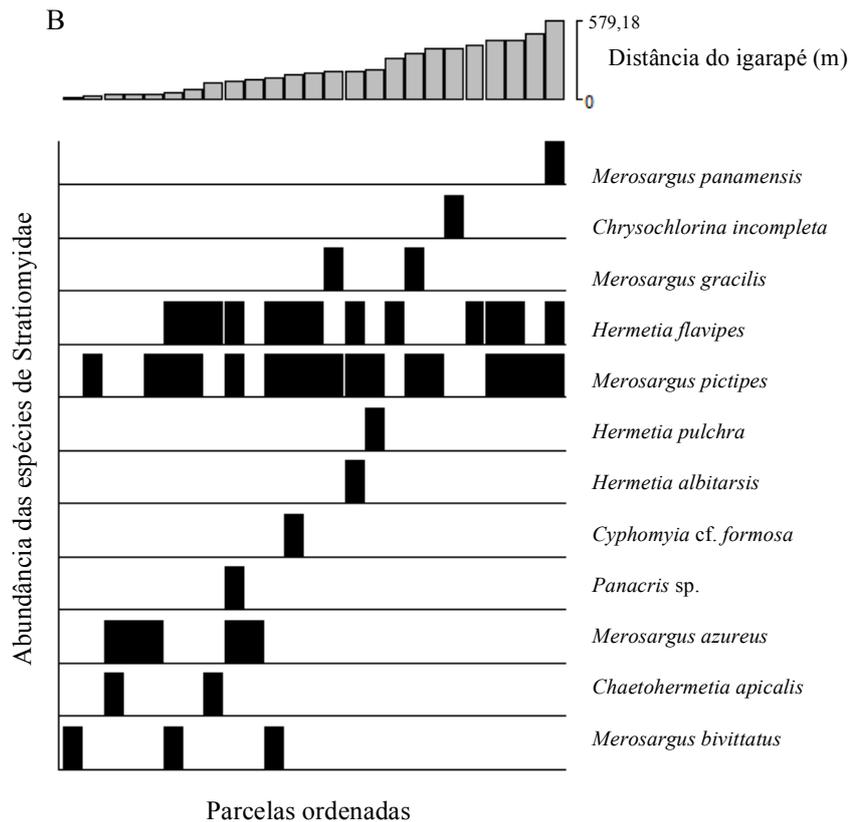


Figura 6. Efeito da distância do igarapé à parcela sobre a composição de Stratiomyidae (A), e sua distribuição de espécies ao longo deste gradiente (B).

### 3. Efeito das variáveis ambientais sobre a abundância ou presença e ausência das espécies de Stratiomyidae

Como as espécies mais abundantes foram *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes* e as demais foram amostradas em pequenas quantidades (abundância menor que seis indivíduos), apenas *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes* foram utilizadas nos modelos de regressão múltipla para verificar o efeito das variáveis ambientais sobre a abundância ou sobre a presença e ausência de cada uma, separadamente. Nenhuma relação foi detectada nos modelos onde foi utilizada a abundância ou a presença e ausência de *Hermetia flavipes*. Porém, para o modelo utilizando a presença e ausência de *Merosargus pictipes*, apesar de não ter sido detectado efeito do conjunto total das variáveis, foi detectado efeito parcial da riqueza de plantas herbáceas e riqueza de palmeiras (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a abundância ou a presença e ausência de *Merosargus pictipes* ou *Hermetia flavipes* e as variáveis ambientais. Asterisco indica valor de  $p$  menor que 0,05.

Variáveis ambientais	<i>Merosargus pictipes</i>		<i>Hermetia flavipes</i>	
	Abundância	Presença e Ausência	Abundância	Presença e Ausência
Profundidade de serapilheira	0,7166	0,5470	0,8930	0,8540
Riqueza de plantas herbáceas	0,0746	0,0320*	0,6110	0,7080
Distância do igarapé	0,6205	0,5230	0,1840	0,2640
Riqueza de árvores mortas	0,2977	0,5190	0,1690	0,9910
Riqueza de palmeiras	0,1270	0,0391*	0,6940	0,9580
Troncos caídos	0,9574	0,5629	0,8640	0,5190
<b>R<sup>2</sup> dos modelos de regressão</b>	0,2949	0,3876	0,2645	0,1239
<b>P dos modelos de regressão</b>	0,3260	0,1362	0,4113	0,8533

## DISCUSSÃO

As espécies de *Merosargus* e *Hermetia* são comumente coletadas, e a maior ocorrência delas é reflexo da abundância e riqueza expressiva das espécies dos gêneros na região Neotropical (Woodley, 2001, 2009; Fontenelle *et al.*, 2012). Além disso, fica constatado que as espécies amostradas em maior abundância, *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes*, são as mais frequentes e as melhores distribuídas no sistema de trilhas da Reserva Ducke, ocorrendo em parcelas localizadas em platôs, vertentes e baixios, juntamente com *Merosargus azureus* (Enderlein, 1914). Mais da metade dos indivíduos (56 indivíduos) foi coletada nas parcelas localizadas nas áreas mais elevadas (platôs e vertentes), enquanto que 23 indivíduos ocorreram nos baixios.

Utilizando dados de composição dos Stratiomyidae detectou-se uma relação com a variável ‘a menor distância entre a parcela terrestre e o igarapé mais próximo’. Sabe-se que na Reserva Ducke os igarapés estão localizados nos baixios (Oliveira *et al.*, 2008b), a maioria das parcelas mais altas está mais longe dos igarapés enquanto as mais baixas estão mais próximas. Assim, a maneira como as espécies de Stratiomyidae estão distribuídos nas parcelas localizadas em platôs e baixios é semelhante a como elas estão distribuídas em relação à distância entre as parcelas e o igarapé mais próximo. *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes*, que foram as espécies melhores distribuídas

ao longo do gradiente ‘distância entre parcela e igarapé mais próximo’, ocorreram tanto nas parcelas de baixio quanto de platô. As espécies restritas ao platô ou ao baixio são as espécies menos representativas (com abundância de um a três indivíduos) que tiveram mais influência da distância do igarapé, ocorrendo próximo aos valores extremos da distância entre o igarapé e a parcela (maiores ou menores distâncias). Isso significa que as espécies restritas às maiores e menores distâncias entre as parcelas terrestres e os igarapés mais próximos são as mais sensíveis a mudanças neste gradiente, e seriam as primeiras a sofrerem mudanças caso esta porção do gradiente sofresse algum impacto.

Tendo em vista que foram amostradas somente espécies de Stratiomyidae com desenvolvimento larval terrestre, acredita-se que a distância entre o igarapé e a parcela terrestre possa ser uma medida indireta da umidade, onde parcelas mais distantes do igarapé possam ter umidade menor que aquelas mais próximas. Sabe-se que a umidade é um dos fatores requeridos para o desenvolvimento de larvas de Stratiomyidae (Sheppard *et al.*, 2002; Woodley, 2009), e de maneira geral, os insetos buscam áreas em que não haja excesso ou falta de umidade, evitando dessecação, proliferação de doenças ou afogamento (Gallo *et al.*, 2002). Além disso, juntamente com temperaturas elevadas, a umidade pode determinar picos populacionais de algumas espécies (Wolda, 1988) e no caso dos Stratiomyidae, aumentar a taxa de ovipostura pelos adultos de algumas espécies e até acelerar a eclosão e desenvolvimento das larvas (Tomberlin & Sheppard, 2002; Holmes *et al.*, 2012; Fontenelle, 2012).

A associação entre espécies de Stratiomyidae e plantas herbáceas é conhecida em outras regiões, como a Mata Atlântica (Fontenelle, 2007; 2011; Fontenelle *et al.*, 2012), entretanto tal relação não foi detectada neste estudo. Sendo assim, a riqueza de plantas herbáceas é insuficiente para explicar a riqueza ou composição de Stratiomyidae, ao longo de sua distribuição na Reserva Ducke. Espécies de Stratiomyidae que utilizam plantas herbáceas como recurso, normalmente o fazem quando há algum tipo de dano recente nas plantas (Fontenelle *et al.*, 2012). Desta maneira pode-se afirmar que, não só a presença das espécies de plantas herbáceas às quais as subfamílias de Stratiomyidae estão associadas é o suficiente para que seja detectado algum tipo de relação entre ambas. Além disto, as condições nas quais se encontram esses recursos, e se são favoráveis ou não à sua utilização pelos Stratiomyidae deve ser observado.

A baixa abundância de Stratiomyidae ou a não captura de espécies especialistas em cascas de árvores mortas e troncos, como espécies de Pachygastrinae e Raphiocerinae (James, 1981), pode ser um fator que justifica a não detecção de relação entre a comunidade de Stratiomyidae e esses fatores. A profundidade da serapilheira e riqueza de palmeira, apesar de representarem recursos alimentícios, abrigo, ambiente de ovipostura e desenvolvimento de larvas de algumas espécies de Stratiomyidae (James, 1981; Woodley, 2009), também não foram fatores determinantes para explicar a distribuição dos Stratiomyidae na Reserva Ducke. A escolha do ambiente para ovipostura é crucial para o desenvolvimento larval e sobrevivência de adultos, e fatores como a qualidade nutricional, competição por recursos e risco de predação, podem agir

direta ou indiretamente na seleção desses sítios (Timms, 1998). Sendo assim, a ocorrência de recursos alimentícios ou abrigo, sozinhos, não são os principais fatores que determinem a ocorrência e modelem a distribuição dos Stratiomyidae.

Mesmo que não tenham sido detectadas relações entre as variáveis ambientais e a riqueza ou composição de Stratiomyidae (exceto a distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo) quando verificado o efeito das variáveis sobre a abundância ou a presença e ausência das espécies de Stratiomyidae, novas relações são detectadas. Com isso, a detecção do efeito da riqueza de plantas herbáceas e da riqueza de palmeiras sobre a presença e ausência de *Merosargus pictipes* corrobora o observado para espécies de *Merosargus* (Fontenelle, 2007; Fontenelle *et al.*, 2012). As fêmeas de espécies de *Merosargus* ovipõe em diversos substratos, sendo as inflorescências de *Heliconia* um dos recursos mais comuns (James & McFadden, 1971; Seifert & Seifert, 1976; Fontenelle, 2011). Além disso, é relatada a utilização de, pelo menos, 15 espécies de plantas, incluindo plantas herbáceas e palmeiras, por fêmeas de *Merosargus* para ovipostura (Fontenelle, 2007; Fontenelle *et al.*, 2012). Com esses resultados é possível afirmar que algumas variáveis ambientais podem influenciar a comunidade de Stratiomyidae como um todo, mas que e outras variáveis influenciam grupos menores de acordo com a especificidade de cada subfamília, gênero ou espécie, devido à plasticidade da utilização de habitats que as subfamílias de Stratiomyidae possuem (Woodley, 1989, 2001, 2009).

Outros fatores que podem exercer influências sobre a comunidade de Stratiomyidae, e que não foram medidos neste estudo, são a pluviosidade e temperatura. Em remanescentes de Mata Atlântica em Minas Gerais, foi observado por Davis *et al.* (2009), entre outubro de 2000 a agosto de 2005, que a pluviosidade e temperatura exercem efeitos sobre a abundância de algumas subfamílias de Stratiomyidae, incluindo Hermetiinae e Sarginae, as duas subfamílias mais abundantemente amostradas neste estudo. Holmes (2010), com indivíduos criados em estufa, na *Texas A&M University em College Station*, no Texas, observou que a temperatura, umidade e duração do dia influenciam no desenvolvimento de *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758), acelerando-o ou prolongando-o. Fontenelle *et al.* (2007) observaram, ainda, que as subfamílias de Stratiomyidae são influenciadas significativamente pela sazonalidade, na Mata Atlântica, sendo a abundância das subfamílias maior no período de maior pluviosidade. Assim, estudos que abordam as relações entre os Stratiomyidae e variáveis ambientais são, não só importantes, mas necessários para compreender e responder questões quanto suas relações com o ambiente e como este afeta a estrutura da comunidade e sua distribuição na reserva.

## CONCLUSÃO

Os resultados aqui obtidos evidenciam que os Stratiomyidae estão bem distribuídos ao longo da Reserva Ducke, havendo espécies que estão distribuídas por

toda a área explorada e algumas espécies mais restritas a algum tipo de ambiente. Essa distribuição pode ser explicada pela influência da distância do igarapé sobre a composição dos Stratiomyidae ao longo da reserva, sendo esta possivelmente, uma medida indireta do efeito da umidade nos ambientes nos quais estes insetos são encontrados. Além disso, *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes*, são as espécies mais comuns, sendo as melhores distribuídas ao longo do gradiente ‘distância entre o igarapé e a parcela’ e estando presentes em baixios, vertentes e platôs nos 25 km<sup>2</sup> de floresta de terra-firme. Enquanto as demais espécies, que são menos abundantes, provavelmente, sejam mais sensíveis a alterações neste gradiente por serem mais restritas à medidas extremas de distância entre a parcela terrestre e o igarapé mais próximo. Possivelmente, o estado dos recursos testados neste estudo é mais importante que apenas a ocorrência dos mesmos para que seja verificada influência sobre a riqueza ou composição de Stratiomyidae, logo, na distribuição. Além disso, constata-se que algumas variáveis que não exercem influência sobre a comunidade total de Stratiomyidae, influenciam a ocorrência de algumas espécies separadamente, como é o caso da riqueza de plantas herbáceas e a riqueza de palmeiras, que exercem influência sobre a presença e ausência de *Merosargus pictipes*. É possível que outros fatores possam estar influenciando a distribuição dos Stratiomyidae, como a temperatura e pluviosidade, que não foram medidos no presente estudo. O entendimento do padrão de distribuição aqui encontrado e a forma como foi modelado, pode ajudar na compreensão de como os Stratiomyidae estão relacionados com o ambiente que os circundam e como esses ambientes afetam a sua distribuição em ambientes amazônicos.

## REFERÊNCIAS

- Araújo, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. *Revista da Biologia*, v. 10 (1), p. 1 – 7. 2013.
- Bennett, A. The role of soil community biodiversity in insect biodiversity. *Insect Conservation and Diversity*, v. 3, p. 157–171. 2010.
- Borror, D. J. & DeLong, D. M. Estudo dos insetos. 7ed. São Paulo: Edgard Blu Ltda. 2011. p. 809.
- Bray, J. R. & Curtis, J. T. An ordination of the upland forrest communities of southern of Wisconsin. *Ecological Monographs*, v. 27 (4), p. 325 – 349. 1957.
- Brown, B. V. 1. Introduction. In: Brown, B. V.; Borkent, A.; Cumming, J. M.; Wood, D. M.; Woodley, N. E.; Zumbado, M. A. Manual of Central American Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: NRC Research Press, 2009. v 1, p. 1-7.
- Carvalho, C. J. B.; Rafael, J. A.; Couri, M. S. & Silva, V. C. 40. Diptera. In: Rafael, J. A.; Melo, G. A. R.; Carvalho, C. J. B.; Casari, S. A. & Constantino, R. Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 701 – 744.

- Correia, M. E. F. & Oliveira, L. C. M. Fauna de Solo: Aspectos Gerais e Metodológicos. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2000. p. 46.
- Cuevas-Reyes, P.; Quesada, M.; Hanson, P.; Dirzo, R. & Oyama, K. Diversity of gall-inducing insects in a Mexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology*, v. 92, p. 707-716. 2004.
- Davis, J. L.; Fontenelle, J. C. R. & Gomes, S. M. N. Variação sazonal na composição e abundância de Stratiomyidae (Diptera, Brachycera) em estágios sucessionais florestais no Parque Rio Doce (PERD) MG. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG. 2009.
- Drucker, D. P. Variação na Composição da Comunidade Herbácea em Áreas Ripárias da Amazônia Central. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Ecologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2005.
- Dueli, F. G. Ovipostura de *Merosargus* Loew (Diptera: Stratiomyidae) em *Heliconia* L. (Heliconiaceae) no Parque Estadual do Rio Doce – MG: Influência da espécie e tamanho do pseudocaule. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) – Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, Minas Gerais. 2012.
- Fontenelle, J. C. R. Discriminação entre tipos florestais por meio da composição e abundância de Diptera. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.
- Fontenelle, J. C. R. *Heliconia episcopalis* (chapeu-de-frade): uma planta hospedeira chave para a elevada diversidade de insetos em sub-bosque florestal. *MG. Biota*, v. 3 (6), p. 48 – 52. 2011.
- Fontenelle, J. C. R., Viana-Silva, F. E. C., & Martins, R. P. Use of Plant Resources by *Merosargus* (Diptera, Stratiomyidae, Sarginae) Larvae. *Psyche: A Journal of Entomology*. v. 2012, p. 1–10. 2012
- Fontenelle, J. C. R.; Macedo, J.; Cezar, L. A. & Martins, R. P. Efeito de variáveis climáticas na composição e abundância das subfamílias de Stratiomyidae (Diptera, Brachycera) no Parque Estadual do Rio Doce/ MG. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu – MG. 2007.
- Frouz, J. Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 74, p. 167 – 186. 1999.
- Gallo, D.; Nakano, O.; Neto, S. S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Filho, E. B.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B. Vendramim, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes, J. R. S. & Omoto, C. Entomologia Agrícola. Piracicaba, ed. Agronômica Ceres. 2002. 920 p.

- Garcia, E. R. Contribuição ao conhecimento da fauna de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) do Parque Municipal de Nova Iguaçu. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biologia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2009.
- Hódar, J. A.; Zamora, R. & Castro, J. Host utilisation by moth and larval survival of pine processionary cartepillar *Thaumetopoea pityocampa* in relation to food quality in tree *Pinus* species. *Ecological Entomology*, v. 27, p. 292 – 301. 2002.
- Holmes, L. A.; Vanlaerhoven, S. L. & Tomberlin, J. K. Relative humidity effects on the life history of *Hermetia illucens* (Diptera : Stratiomyidae). *Physiological Ecology*, v. 41(4), p. 971–978. 2012.
- Holmes, L. Role of abiotic factors on the development and life history of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). *Electronic Theses and Dissertations*. Paper 285. 2010.
- James, M. T. & McFadden, M. W. The genus *Merosargus* in Middle America and the Andean Subregion (Diptera: Stratiomyidae). *Melanderia. Washington State Entomological Society*, v. 7(2), p. 1- 76. 1971.
- James, M. T. Stratiomyidae. In: McAlpine, J. F.; Peterson, B. V.; Shewell, G. E.; Teskey, H. J.; Vockeroth, J. R.; Wood, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: Research Branch, Agriculture, 1981. v1. p. 497 - 511.
- Kovac, D. & Rozkošný, R. Insecta: Diptera, Stratiomyidae. In: Yule, C. M. & Young, H. S. Freshwater invertebrates of the Malaysian Region. Academy of Science Malaysian. Singapore, Kuala Lumpur: Elsevier, 2004. p. 798 - 804.
- Moreira, E. A.; Pinto, G. S.; Neves, L. C. R. S. & Martins, C. A. Fauna de dípteros necrófagos e suas respostas à complexidade vegetal. *Revista da Universidade Vale do rio Verde*, Três Corações, v. 12 (1), p. 444 – 454. 2014.
- Narchuk, E. P. Family Stratiomyidae. In: Bei-Bienko, G. Ya.; Steykal, G. C. Keys to the insects of the European part of the USSR: Diptera and Siphonaptera. Part I. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Libraries and The National Science Foundation, 1988. v. 5. p. 701-738.
- Oliveira, M. L.; Baccaro, F. B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W. E. Reserva Ducke: A biodiversidade amazônica através de uma grade. Manaus, INPA, 2008b. p. 11 – 20.
- Pinheiro, F.; Diniz, I. R.; Coelho, D. & Bandeira, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, v. 27, p. 132-136. 2002.
- Pujol, J. R.; Xerez, R. & Viana, G. G. Descrição do pupário de *Raphiocera armata* (Wiedemann) (Diptera , Stratiomyidae ) da Ilha da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21 (4), p. 995–999, 2004.

- Ribeiro, J. E. L.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M. A. S.; Brito, J. M.; Souza, M. A.; Martins, L. H. P.; Lohmann, L. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, E. C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R. & Procópio, L. C. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus, INPA-DFID. 1999. 793 p.
- Ribeiro, S. P. & Fernandes, G. W. Interações entre insetos e plantas no cerrado: teoria e hipóteses de trabalho. In: Martins RP, Lewinsohn TM e Barbeitos MS, editors. Ecologia e comportamento de insetos. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, 2000. v. 3, p. 299-320.
- Richards, L. A. & Coley, P. D. Seasonal and habitat differences affect the impact of food and predation on herbivores: A comparison between gaps and understory of a tropical forest. *Oikos*, v. 116, p. 31–40. 2007.
- Rozkošný, R. A biosystematic study of the European Stratiomyidae (Diptera). Volume 1. Introduction, Beridinae, Sarginae, Stratiomyinae. Dr. W. Junk Publishers: The Hague, Boston, London, 1982. 401pp.
- Sayer, E. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, v. 81, p. 1–31. 2006.
- Scherber, C.; Vockenhuber, E. A.; Stark, A.; Meyer, H. & Tschardtke, T. Effects of tree and herb biodiversity on Diptera, a hyperdiverse insect order. *Oecologia*, v. 174, p. 1387–1400. 2014.
- Seifert, R. P. & Seifert, F. H. A community matrix analysis of *Heliconia* insect communities. *The American Naturalist*, v. 110, p. 461-483, 1976.
- Seifert, R. P. & Seifert, F. H. A *Heliconia* insect community in a Venezuelan cloud forest. *Ecology*, v. 60 (3), p. 462-467, 1979.
- Sheppard, D. C.; Tomberlin, J. K.; Joyce, J. A.; Barbara, C.; Sumner, S. M.; Sumner, S. M. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). *Entomological Society of America*, v. 39 (4), p. 695–698. 2002.
- Souza, C. M.; Souza, V. B.; Amâncio, S.; Salomão, C.; Pedroso, E. T. & Augusto, S. C. Artrópodes associados à serapilheira e troncos de árvores suberosas em uma área de cerrado em Uberlândia, MG. Anais do VIII Congresso de Ecologia, do Brasil, Caxambu – MG. 2007.
- Timms, R. Size-independent effects of larval host on adult fitness in *Callosobruchus maculatus*. *Ecological Entomology*, v. 23, p. 480–483. 1998.
- Toledo, J. J. Influência do solo e topografia sobre a mortalidade de árvores e decomposição de madeira em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2009.

- Tomberlin, J. K. & Sheppard, D. C. Factors Influencing Mating and Oviposition of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) in a Colony. *Journal of Entomological Science*, v. 37 (4), p 345 – 352. 2002.
- Wolda, H. Insect seasonality: why? *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 19, p. 1 – 18. 1988.
- Woodcock, B. A.; Watt, A. D. & Leather, S. R. Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. *Agric Ecosyst Environ*, v. 95, p. 443–452. 2003.
- Woodley, N. E. 2001. A world catalog of the Stratiomyidae (Insecta: Diptera). *Myia*, 11: 1–475.
- Woodley, N. E. 33. Family Stratiomyidae. In: Evenhuis, N. L. Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions. Bishop Museum Special Publication No. 86. Bishop Museum Press and E. J. Brill, Honolulu and Leiden, 1989. p. 301-320.
- Woodley, N. E. 38. Stratiomyidae (Soldier Flies). In: Brown, B. V.; Borkent, A.; Cumming, J. M.; Wood, D. M.; Woodley, N. E.; Zumbado, M. A. Manual of Central American Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: NRC Research Press, 2009. v 1. p. 521-549.
- Zardo, D. C.; Carneiro, A. P.; Lima, L. G. & Santos-Filho, M. Comunidade de artrópodes associada à serrapilheira de Cerrado e Mata de Galeria, na Estação Ecológica Serra Das Araras – Mato Grosso, Brasil. *Revista Uniara*, v.13(2). p. 105 – 113. 2010.

## CAPÍTULO II

### **Redução do esforço amostral na coleta de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) em uma floresta de terra-firme na Amazônia**

#### **Resumo**

Pesquisadores precisam lidar com decisões entre o tamanho da área de estudo e a intensidade da amostragem, para que o estudo forneça, em tempo hábil, mais que uma lista de espécies e os custos não excedam os benefícios econômicos do inventário. Sabendo da possibilidade de aumentar a eficiência dos monitoramentos biológicos através da redução do número de sub-amostras e número de técnicas de amostragens, com pouca perda de informação ecológica ou taxonômica, foi testado a possibilidade de reduzir o esforço amostral com intuito de otimizar e padronizar amostragens de Stratiomyidae. A redução do esforço amostral foi baseada na manutenção de padrões taxonômicos (similaridade na riqueza e composição) e ecológicos (respostas às variáveis ambientais) frente à (1) redução do tempo de permanência de armadilha Malaise em campo, de 72 horas para 48 e 24 horas, e (2) através da redução do número de armadilhas por parcelas, de duas para uma armadilha, nos três esforços temporais. Em relação à redução do tempo de permanência das armadilhas Malaise em campo, é sugerida como mais eficiente em abordagens taxonômicas a amostragem com 48 horas, levando em conta que há elevada similaridade da composição de Stratiomyidae em relação ao esforço máximo (72 horas), associado a valores muito próximos (sem diferenças estatisticamente significativas) da riqueza média entre os esforços reduzidos e esforço máximo. Enquanto que para abordagens ecológicas não foi possível estabelecer um nível de redução satisfatório através da redução do tempo de permanência da armadilha Malaise em campo, sendo mais indicada a utilização da armadilha em sua permanência máxima (72 horas). Quanto ao número de armadilhas Malaise em campo, é possível, em abordagens taxonômicas, que seja utilizada somente uma armadilha Malaise por parcela, desde que ela permaneça em campo pelo período de 72 horas e seja levada em conta a localização da mesma na parcela, em estudos com desenho amostral semelhante ao deste, a fim de evitar um possível efeito da borda da trilha sobre a composição de Stratiomyidae. Para abordagens ecológicas de Stratiomyidae, também não foi possível estabelecer um nível de redução do esforço amostral através da redução do número de armadilhas em campo, visto que, para a composição são perdidos os padrões ecológicos observados com o esforço máximo, e para a riqueza não são detectadas relações com os gradientes ambientais.

#### **Palavras-chave**

Armadilha Malaise; inventários biológicos; padrão ecológico; padrão taxonômico.

## **Abstract**

Researchers need to deal with decisions between the size of the study area and the intensity of sampling for the study to provide, in time, more than a list of species and the costs do not exceed the economic benefits of the inventory. Knowing the possibility of increasing the efficiency of biological monitoring by reducing the number of subsamples and number of sampling techniques, with little loss of ecological or taxonomic information, it was tested the possibility of reducing the sampling effort of Stratiomyidae aiming to optimize and standardize Stratiomyidae sampling. The reduction of the sampling effort was based on maintaining taxonomic patterns (similarity in richness and composition) and ecological (responses to environmental variables) with the (1) reduction of the remaining time of Malaise trap in field, from 72 hours to 48 and 24 hours, and (2) by reducing the number of traps per plot, from two to one trap, during the three temporal efforts. In relation to the reduction in the remaining time of Malaise traps in field, it is suggested as more effective, in taxonomic approaches, sampling with 48 hours, considering that there is high similarity of Stratiomyidae composition in relation to maximum effort (72 hours), associated the values very close (no statistically significant differences) in the mean richness between the reduced effort and maximum effort. While, for ecological approaches, could not be established a satisfactory level of reduction by reducing the remaining time of the Malaise trap in field, being more appropriate to use the trap in your maximum remaining time (72 hours). Regarding the number of Malaise traps in field, it is possible, in taxonomic approaches, using only one Malaise trap per plot, since it stays in field for a period of 72 hours and is be considered the location of the trap on the plot, in studies with similar sample design, in order to avoid a possible effect of the track edge on the Stratiomyidae composition. For ecological approaches of Stratiomyidae, also was not possible to establish a level of reduction of the sampling effort by reducing the number of traps in field, because the ecological patterns observed with maximum effort are lost, and no relationships between richness and environmental gradients were detected.

## **Key words**

Biological inventories; ecological pattern; Malaise traps; taxonomic pattern.

## INTRODUÇÃO

A crescente fragmentação dos ecossistemas florestais é um dos grandes problemas ambientais do mundo moderno (Saunders *et al.* 1991, Laurance *et al.* 2002). Apesar da produção científica sobre o conhecimento dos vários aspectos da diversidade biológica da Amazônia brasileira vir crescendo de maneira exponencial nas últimas décadas, o processo de mudança no uso da terra, como padrão atual das altas taxas de desmatamento e destruição de paisagens naturais, é sempre mais veloz do que o processo científico (Vieira *et al.*, 2005). Além do mais, frequentemente os pesquisadores precisam lidar com decisões entre o tamanho da área de estudo e a intensidade da amostragem, para que o estudo forneça mais que uma lista de espécies e os custos não excedam os benefícios econômicos do inventário (Evans & Viengkham, 2001). Tendo em vista a possibilidade de aumentar a eficiência dos monitoramentos biológicos, alguns trabalhos tem avaliado a possibilidade de reduzir o tamanho ou número de amostras com pouca perda de informação ecológica ou taxonômica (Magnusson *et al.*, 2013).

A investigação das relações ecológicas entre diferentes esforços de coleta e variáveis ambientais é de importância mais prática do que somente mostrar as correlações entre os números de entidades taxonômicas e diferentes esforços (Souza *et al.*, 2016). Dessa forma, as respostas dos organismos às variáveis ambientais e como essas variáveis alteram sua distribuição tem sido usadas como ferramentas para avaliar a possibilidade de redução do número de técnicas de amostragens (Souza *et al.*, 2012), redução do volume de sub-amostras (Santos *et al.*, 2008) ou até mesmo a redução pela utilização de somente as espécies mais frequentes pertencentes a uma assembleia (Franklin *et al.*, 2013).

Com o enfoque de redução do esforço amostral, já existem alguns trabalhos, na região amazônica, realizados para comunidades de invertebrados. Nestes trabalhos foi constatada a possibilidade de reduzir o esforço amostral através da redução do número de sub-amostras, mantendo as relações ecológicas entre variáveis ambientais e a comunidades de ácaros oribatídeos (Santos *et al.*, 2008) e de formigas (Souza *et al.*, 2009), mantendo mais que 70 % da informação biológica e diminuindo, desta forma, o tempo de processamento do material em laboratório e, conseqüentemente, os custos financeiros. Contudo, esta redução é dependente da pergunta do estudo e do táxon estudado. Foi avaliada, também, a possibilidade de reduzir o esforço através da diminuição do número de técnicas de amostragem, para comunidade de opiliões (Tourinho *et al.*, 2014) e formigas (Souza *et al.*, 2012). Em tais estudos foi verificado que, apesar de as diferentes técnicas utilizadas comumente amostrarem comunidades diferentes, a utilização de mais de uma técnica torna-se redundante visto que as relações entre as espécies amostradas e as variáveis ambientais (padrão ecológico) são observados com a utilização de apenas uma das técnicas.

Para insetos com capacidade de voo, Graça (2013) testou a redução de amostras para a comunidade de Lepidoptera em uma floresta ombrófila densa de terra-firme na Amazônia Central. A redução de amostras foi baseada no número de visitas às parcelas, visto que as armadilhas permaneciam em campo por oito dias, e eram visitadas a cada 48 horas, caracterizando quatro visitas. Neste trabalho verificou-se que o esforço de coleta poderia ser reduzido mantendo a qualidade dos dados taxonômicos (similaridade entre a composição de espécies) e ecológicos (manutenção de padrões ecológicos), gerando uma economia total de 16 a 32% de acordo com o número de dias de exposição das armadilhas em campo. Estudos como estes tem como um de seus principais objetivos a redução dos custos e de tempo, o que gera economia de custos que podem ser utilizados para a inclusão de novos locais de coleta ou repetições temporais, aumentando o número de espécies encontradas, a força estatística das análises e ampliando o poder de generalização dos resultados (Costa & Magnusson, 2010; Magnusson *et al.*, 2013). Contudo, muitos outros grupos de invertebrados, em especial na Amazônia, carecem de estudos semelhantes, como é o caso dos Stratiomyidae.

A escolha de um táxon indicador, para estudos de biodiversidade e conservação, deve atender a critérios ecológicos e taxonômicos (Pearson & Cassola, 1992). Os Stratiomyidae tem potencial como indicadores devido ao fato de atenderem alguns dos critérios ecológicos, por exemplo: ocorrerem em diversas regiões e diferentes habitats, além de serem associados a serviços ecológicos como decomposição de matéria orgânica e polinização (Woodley, 2001; Davis *et al.*, 2009; Carvalho *et al.*, 2012), mas assim como outros dípteros, vem sendo negligenciados em estudos ecológicos (Woodcock *et al.*, 2003; Fontenelle, 2007). De modo geral, são mais eficientemente coletados com a armadilha Malaise (James, 1981), mesmo com a existência de grande quantidade de métodos para amostragem de dípteros, como a busca ativa com rede entomológica (puçá) ou os métodos de espera, como o prato/bandeja colorido e as armadilhas adesiva, Shannon e suspensa (Rafael, 2002). A eficiência deste método é devido à captura de um grande número de dípteros em curtos e longos períodos de tempo (Fontenelle, 2007; Brown, 2009) sem uso de atrativos, o que faz da armadilha Malaise um método imparcial na amostragem dos insetos que captura (Breeland & Pickard, 1965; Krüger, 2006).

Apesar disso, não há um protocolo que estabeleça um tempo de operação em campo da armadilha Malaise. Brown (2009) afirma que a maior permanência da armadilha Malaise em campo resulta numa amostragem mais eficiente de táxons extremamente raros que têm curtos períodos de voo, o que faz eles serem dificilmente coletados por outros métodos. Mas há uma variação do tempo utilizado em trabalhos com Malaise, desde 12 horas (Castellón *et al.*, 2000) até de seis à oito semanas (Autio *et al.*, 2013). Os tempos mais comuns registrados na literatura estão entre dois e três dias (Tallamy *et al.*, 1976; Hutchings *et al.*, 2010; Marcos-García *et al.*, 2012) e sete dias após a instalação da armadilha (Dutra & Marinoni, 1994; Campos *et al.*, 2000; Marinoni & Bonatto, 2002; Marinoni *et al.*, 2004; Marinoni *et al.*, 2006; Fontenelle, 2007; Souza, 2008; Tauhyl & Guimarães, 2012). Há ainda metodologias nas quais o recolhimento do

frasco coletor é feito após 10 dias (Ferreira-Keppler *et al.*, 2010), 14 dias (Sommaggio & Burgio, 2014), 15 dias (Oliveira *et al.*, 2008a), e até mesmo de forma irregular, sem um tempo determinado (SØli, 1994).

Nesses mesmos trabalhos é possível observar também, que não há uma padronização no número de armadilhas Malaise usadas por ponto amostral ou área de coleta. É comum a utilização de apenas uma armadilha por ponto amostral (Tallamy *et al.*, 1976; Dutra & Marinoni, 1994; Castellón *et al.*, 2000; Marinoni & Bonatto, 2002; Marinoni *et al.*, 2004; Marinoni *et al.*, 2006; Fontenelle, 2007; Oliveira *et al.*, 2008a; Souza, 2008). Entretanto, existem estudos com a utilização de duas armadilhas (Ferreira-Keppler *et al.*, 2010; Sommaggio & Burgio, 2014), três armadilhas (Autio *et al.*, 2013), e até mesmo, trabalhos nos quais o número total de armadilhas, quatro (Campos *et al.*, 2000) ou sete armadilhas (Stireman *et al.* 2012), são distribuídas randomicamente na área de estudo. Além da variação no número de armadilhas, existem estudos nos quais o número de armadilhas muda entre os pontos amostrais. Husch *et al.* (2010) utilizaram seis pontos de coleta onde dois pontos tinham duas armadilhas montadas cada, enquanto os demais pontos contaram com somente uma armadilha cada. Marcos-García *et al.* (2012) utilizaram duas armadilhas por ponto de coleta em três dos seis pontos amostrados no estudo e somente 1 armadilha por sítio nos outros três. Essa variação encontrada, tanto no período amostral quanto na quantidade de armadilhas, dificulta o estabelecimento de um delineamento amostral robusto relacionado ao período e quantidade de armadilhas no experimento.

Diante disso, utilizando um delineamento amostral padronizado, testou-se: (1) A possibilidade de reduzir o tempo de permanência de armadilhas Malaise em campo, para 48 e 24 horas, mantendo padrões taxonômicos (similaridade na riqueza e composição) e (2) ecológicos (respostas às variáveis ambientais) detectados com o esforço máximo de 72 horas. (3) Se a redução do número de armadilhas por parcela, nos períodos de 72, 48 e 24 horas, capturaria padrões taxonômicos e (4) ecológicos semelhantes ao observado com o esforço máximo (duas armadilhas por parcela em uma amostragem de 72 horas).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo, delineamento amostral e coleta do material estão descritos na seção “Material e Métodos” na página 4 deste trabalho.

### **Análise dos dados**

Primeiramente, foi realizada uma análise de ordenação com a composição de espécies de Stratiomyidae através da Análise de Coordenadas Principais (PCoA),

utilizando o índice de associação de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). O primeiro eixo da PCoA (PCoA 1) foi escolhido para ser utilizado nas análises subsequentes (Apêndice C). Assim, para determinar se a redução no tempo de permanência das armadilhas Malaise em campo capturaria os padrões taxonômicos da comunidade observados com o esforço máximo de 72 horas, foi realizado o teste de Procrustes (Peres-Neto & Jackson, 2001; Legendre & Borcard, 2015) para verificar o grau de similaridade entre a composição de espécies de Stratiomyidae coletadas em 24 e 48 horas em relação ao esforço máximo. Além disso, foram realizadas Análises de variância (ANOVA) para verificar se há diferenças significativas entre as médias de riqueza de Stratiomyidae por parcela, amostrados com esforços reduzidos, em relação ao esforço máximo. Após a ANOVA, foi realizado Teste T para verificar as diferenças par a par entre cada esforço amostral. Para decidir se houve manutenção do padrão taxonômico, foi adotado, como satisfatórias as similaridades na composição com valor de  $p \leq 0,05$  e de  $r^2 \geq 0,7$  para o teste de Procrustes, o que garante que apenas 30 % de dissimilaridade sejam aceitas nos níveis de redução (Santos *et al.*, 2008; Graça, 2013). Além, disso, foi considerado que há possibilidade de redução do esforço amostral quando obtidos valores de  $p > 0,05$  na ANOVA, o que indica que, nos níveis de redução, não há diferenças estatisticamente significativas na média da riqueza de Stratiomyidae em relação ao esforço máximo. Para verificar se houve manutenção no padrão ecológico, foram realizadas análises de regressão múltipla para os esforços reduzidos e comparados às respostas da comunidade de Stratiomyidae às variáveis ambientais obtidas com o esforço máximo, seguindo o modelo genérico:

*Composição (PCoA 1) ou riqueza de Stratiomyidae amostrada em 48 ou 24 horas ~ média da profundidade da serapilheira + riqueza de plantas herbáceas + distância do igarapé + riqueza de árvores mortas + riqueza de palmeiras + troncos caídos*

Um processo semelhante foi realizado para verificar se a redução do número de armadilhas por parcela capturaria padrões taxonômicos e ecológicos semelhantes ao esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas). Sendo assim, foi realizado o teste de Procrustes para detectar o grau de similaridade entre as comunidades amostradas com apenas uma armadilha durante os diferentes níveis de redução temporal (72, 48 e 24 horas) e o esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas). Além disso, ainda com o teste de Procrustes, foi verificado se as comunidades amostradas em P1 (armadilha entre os primeiros 20 m da parcela) e em P2 (armadilha após 200 m da parcela) são similares entre si nos três esforços temporais. Foi realizada a ANOVA para verificar se a riqueza média de Stratiomyidae por parcela, amostrados com apenas uma armadilha (P1 e P2), nos diferentes esforços temporais, são significativamente diferentes ou não em relação ao esforço máximo, bem como se as riquezas das espécies amostradas em P1 e P2 são diferentes entre si, nos três esforços temporais (24, 48 e 72 horas). Após a ANOVA, foi realizado Teste T para verificar as diferenças par a par entre cada esforço amostral. Depois deste processo, foram realizadas as análises de regressão múltipla para verificar o efeito das variáveis ambientais sobre cada comunidade nos diferentes níveis de redução, seguindo o modelo genérico:

*Composição (PCoA 1) ou riqueza de Stratiomyidae (no P1 ou no P2) amostrada em 72, 48 ou 24 horas ~ média da profundidade da serapilheira + riqueza de plantas herbáceas + distância do igarapé + riqueza de árvores mortas + riqueza de palmeiras + troncos caídos*

Por fim, as respostas obtidas nas análises de regressão múltipla com as comunidades reduzidas foram comparadas às respostas da comunidade de Stratiomyidae às variáveis ambientais obtidas com o esforço máximo, para verificar se houve manutenção no padrão ecológico.

## RESULTADOS

### 1. Redução do esforço amostral através do tempo de permanência das armadilhas em campo.

#### 1.1 Similaridades entre as comunidades amostradas com o esforço reduzido e máximo

Com a redução do tempo de permanência da armadilha Malaise em campo para 48 horas, não houve diferença na riqueza total dos Stratiomyidae em relação à riqueza observada com o esforço de 72 horas, sendo coletados 63 indivíduos das mesmas espécies observadas com o esforço máximo. Com a redução do esforço para 24 horas, houve a exclusão de cinco espécies, sendo coletados 49 indivíduos pertencentes a sete espécies e duas subfamílias, o que representa 58,3 % das espécies amostradas com o esforço máximo (Tabela 3). Dessa forma, segundo a ANOVA, não foram detectadas diferenças significativas entre as médias da riqueza de Stratiomyidae amostrados entre os dois níveis de redução (48 e 24 horas) e o esforço máximo de 72 horas ( $f = 1,98$ ;  $p = 0,144$ ) (Figura 7).

Tabela 3. Abundância das espécies de Stratiomyidae coletados em 30 parcelas com armadilha Malaise em três esforços amostrais na Reserva Ducke.

Espécies de Stratiomyidae	Período Amostral		
	72h	48h	24h
<b>Pachygastrinae</b>			
<i>Panacris</i> sp.	1	1	-
<b>Clitellariinae</b>			
<i>Cyphomyia</i> cf. <i>formosa</i>	1	1	-
<b>Hermetiinae</b>			

<i>Chaetohermestia apicalis</i>	2	2	2
<i>Hermetia albitarsis</i>	2	1	1
<i>Hermetia flavipes</i>	21	14	13
<i>Hermetia pulchra</i>	1	1	-
<b>Chrysochlorininae</b>			
<i>Chrysochlorina incompleta</i>	1	1	-
<b>Sarginae</b>			
<i>Merosargus azureus</i>	6	6	6
<i>Merosargus bivittatus</i>	3	1	-
<i>Merosargus gracilis</i>	3	2	2
<i>Merosargus panamensis</i>	1	1	1
<i>Merosargus pictipes</i>	37	32	24
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>63</b>	<b>49</b>

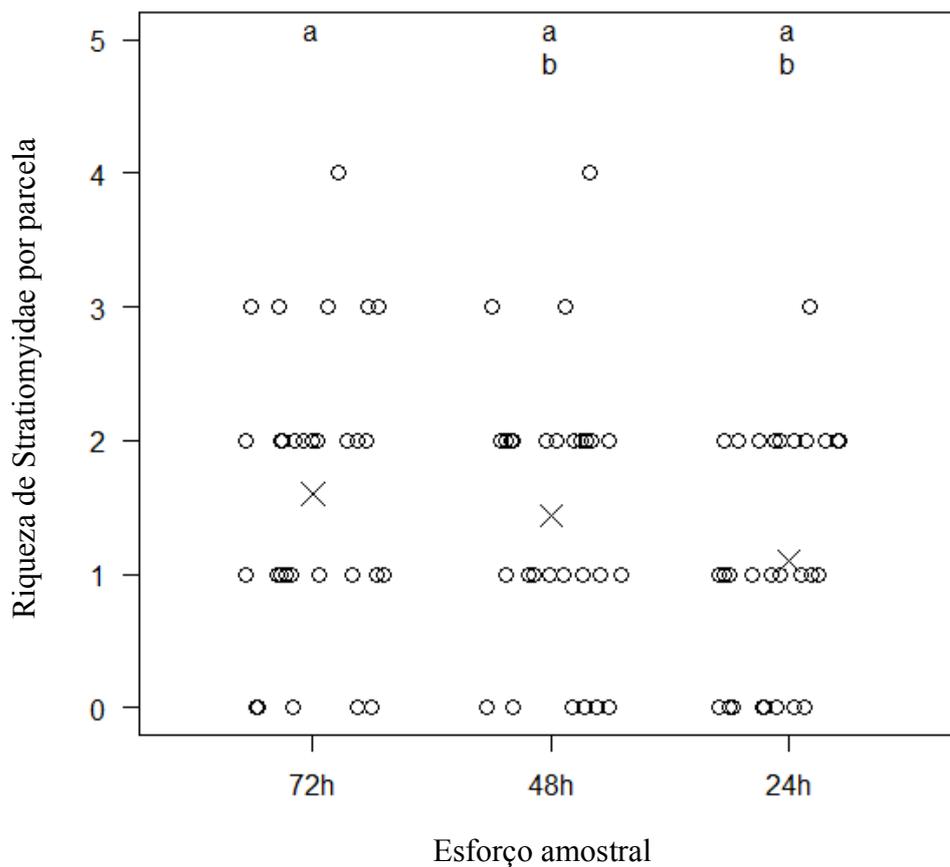


Figura 7. Análise de variância (ANOVA) das riquezas de Stratiomyidae amostrados em três esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) na Reserva Ducke. Letras iguais significam que não há diferenças significativas entre as médias.

De acordo com o teste de Procrustes a variação na composição dos Stratiomyidae amostrados nos diferentes esforços é similar, sendo a composição coletada com 48 horas 85,7 % similar à composição coletada em 72 horas ( $p < 0,001$ ) e a composição obtida com 24 horas 75 % similar à composição amostrada com o esforço máximo ( $p < 0,001$ ) (Tabela 4; Figura 8).

Tabela 4. Similaridade entre as comunidades amostradas com esforço reduzido e o esforço máximo (72 horas). Todas as relações tiveram valores significativos de  $p < 0,001$ .

Esforço amostral	Similaridade entre as comunidades
48 horas	0,8567
24 horas	0,7504

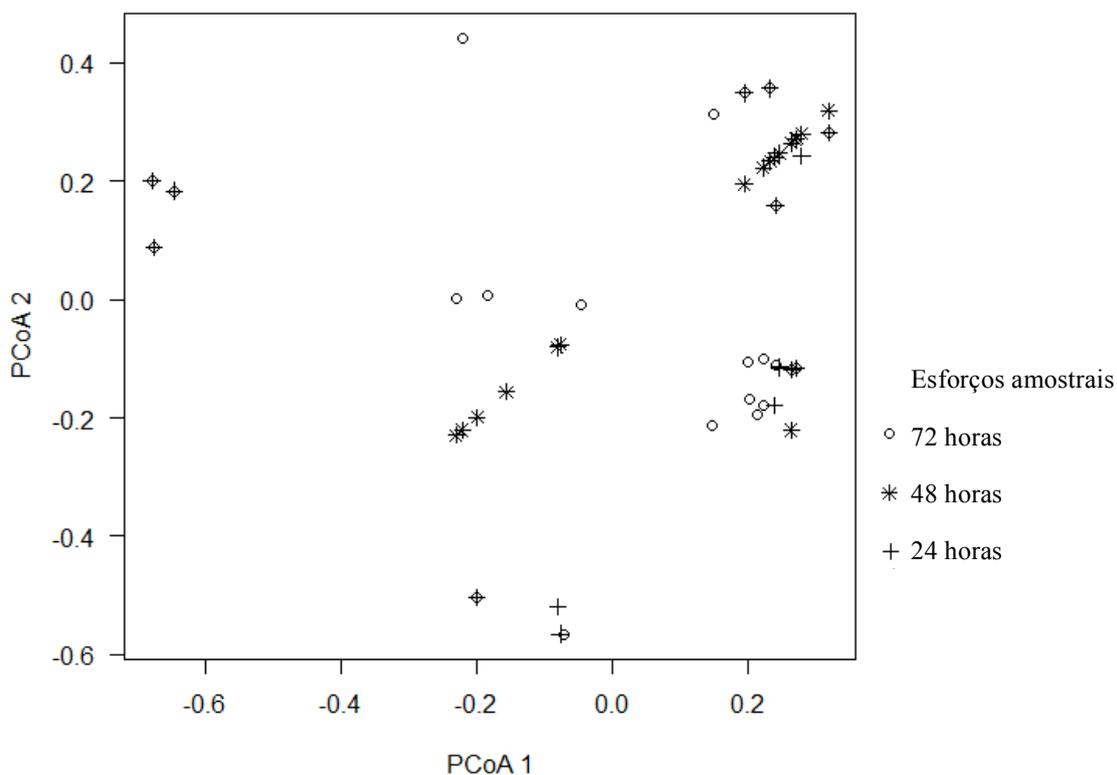


Figura 8. Ordenação em duas dimensões através da Análise de Coordenadas Principais - PCoA da composição de Stratiomyidae amostrados nos diferentes esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) em 30 parcelas na Reserva Ducke.

### 1.2 Manutenções dos padrões ecológicos com a redução do esforço amostral para 48 e 24 horas

Com a redução do esforço amostral para 48 e 24 horas, não houve detecção de efeito das variáveis ambientais em conjunto sobre a composição de Stratiomyidae, assim como observado no esforço máximo de 72 horas. Contudo, são observados três padrões diferentes em cada período amostral utilizando a composição das espécies (Tabela 5). Com o esforço de 48 horas não é mais possível detectar o efeito da distância entre o igarapé e a parcela sobre a composição de Stratiomyidae, como o observado com o esforço máximo de 72 horas (Figura 9). Entretanto, com 24 horas de amostragem, diferentemente do observado com 72 e 48 horas, são detectados efeitos da riqueza de palmeiras ( $p = 0,0325$ ) e do número de troncos caídos por parcela ( $p = 0,0247$ ) sobre a composição de Stratiomyidae, além do efeito da distância entre o igarapé e a parcela ( $p = 0,0064$ ) sobre a composição de Stratiomyidae ser detectado novamente (Figura 10). Também, nenhum dos modelos detectou efeito do conjunto total das variáveis sobre a riqueza de Stratiomyidae nos três esforços amostrais (72, 48 e 24 horas). Além disso, o padrão observado com esforço de 72 horas é mantido com a redução do esforço para 48 horas, não sendo detectado nenhum efeito individual das variáveis ambientais sobre a riqueza de Stratiomyidae. Com a redução do esforço para 24 horas, porém, o padrão é perdido e são detectados efeitos da profundidade da serapilheira ( $p = 0,034$ ) e da riqueza de palmeiras ( $p = 0,0462$ ) sobre a riqueza de Stratiomyidae (Figura 11).

Tabela 5. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição ou a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais. Valores em negrito indicam mudanças no padrão ecológico, enquanto os asteriscos indicam valores de  $p$  menores que 0,05.

Variáveis ambientais	Composição			Riqueza		
	72	48	24	72	48	24
Profundidade de serapilheira	0,4213	0,6440	0,0808	0,8529	0,7950	<b>0,0340*</b>
Riqueza de plantas herbáceas	0,9475	0,3150	0,1828	0,2216	0,6340	0,1903
Distância do igarapé	0,0466*	<b>0,5060</b>	0,0064*	0,8756	0,8710	0,0537

Riqueza de árvores mortas	0,9816	0,7920	0,4027	0,7784	0,8270	0,1306
Riqueza de palmeiras	0,8780	0,2790	<b>0,0325*</b>	0,4665	0,3800	<b>0,0462*</b>
Troncos caídos	0,2307	0,7330	<b>0,0247*</b>	0,7133	0,6260	0,0987
<b>R<sup>2</sup> dos modelos de regressão</b>	0,3536	0,2216	0,6022	0,2460	0,1809	0,4958
<b>P dos modelos de regressão</b>	0,3722	0,7477	0,0678	0,6500	0,8373	0,1879

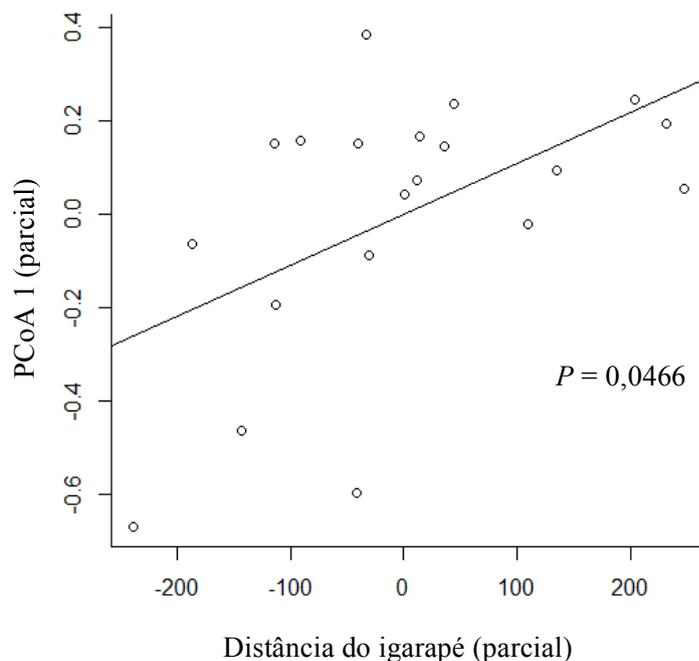
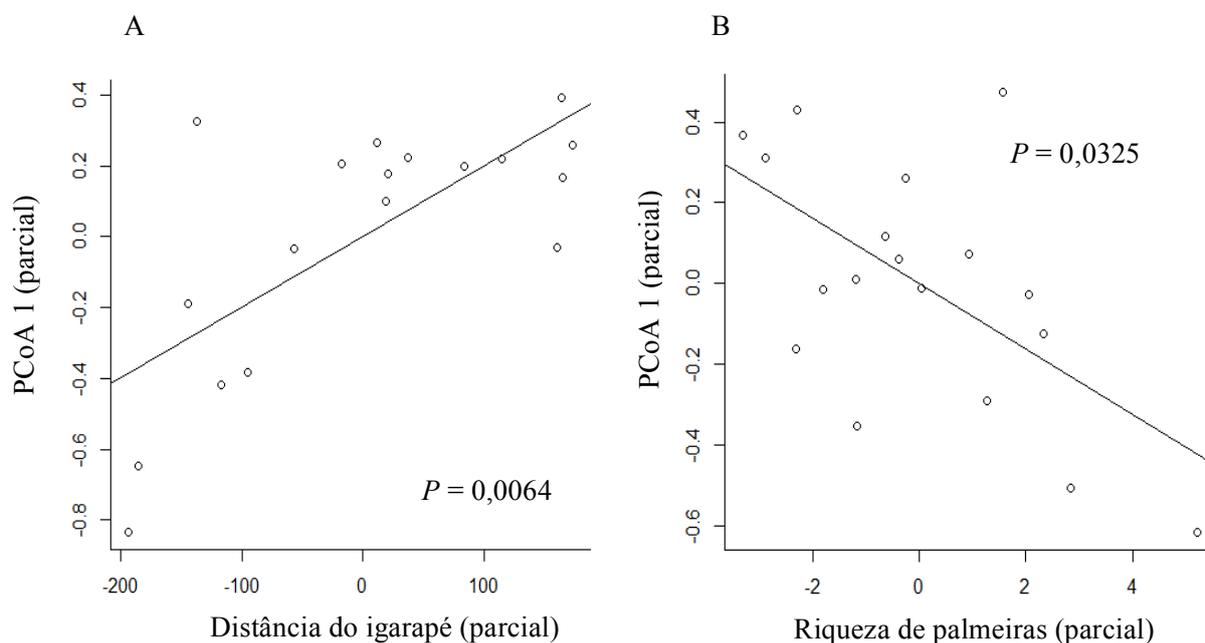


Figura 9. Efeito da distância do igarapé mais próximo à parcela terrestre sobre a composição de Stratiomyidae com esforço amostral de 72 horas nas 30 parcelas da Reserva Ducke.



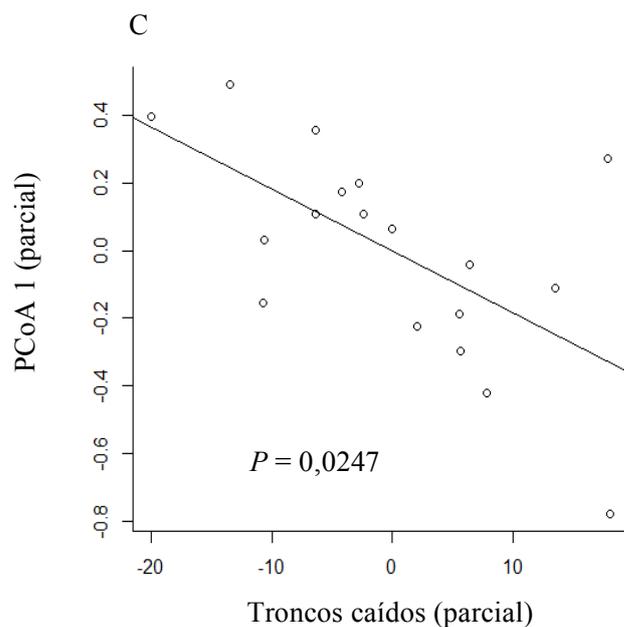


Figura 10. Efeito das variáveis ambientais distância do igarapé à parcela terrestre mais próxima (A), riqueza de palmeiras (B) e troncos caídos (C) sobre a composição de Stratiomyidae com esforço amostral de 24 horas, nas 30 parcelas da Reserva Ducke.

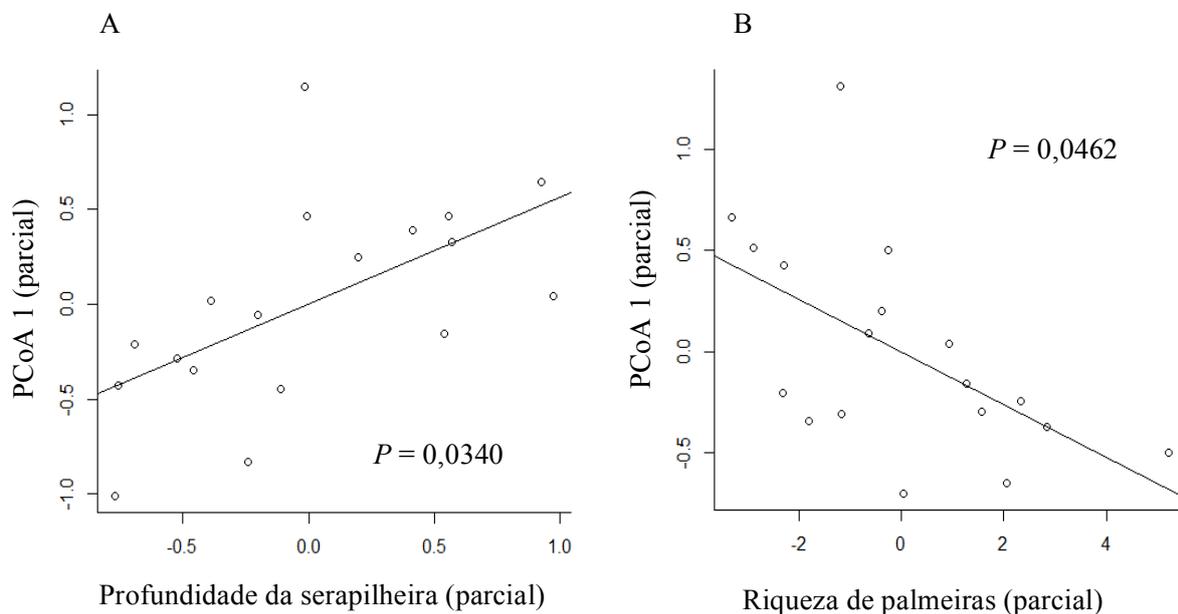


Figura 11. Efeito das variáveis ambientais profundidade da serapilheira (A) e riqueza de palmeiras (B) sobre a riqueza de Stratiomyidae com esforço amostral de 24 horas, nas 30 parcelas da Reserva Ducke.

## 2. Redução do esforço amostral através do número de armadilhas em campo.

### 2.1 Estrutura e composição da comunidade de Stratiomyidae na amostragem com uma armadilha.

Com o esforço de 72 horas, utilizando somente as armadilhas montadas no Ponto 1 (P1), que são as armadilhas montadas nos primeiros 20 m de cada parcela, foram coletados 30 indivíduos pertencentes a oito espécies, isto é, 66,7 % das espécies amostradas com esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas). *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes* foram as espécies mais abundantes, com 15 e sete indivíduos respectivamente, enquanto que para as demais espécies, quatro são representadas por apenas um indivíduo e duas espécies contam com dois indivíduos. *Chaetohermeta apicalis* Lindner, 1929, *Cyphomyia* cf. *formosa* James, 1968, *Hermetia pulchra* Wiedemann, 1830 e *Merosargus panamensis* McFadden, 1971 foram coletados exclusivamente no P1. Ainda com esforço de 72 horas, no Ponto 2 (P2), que conta somente com as armadilhas montadas a partir de 200 m de cada parcela, foram amostrados 49 indivíduos de oito espécies, sendo amostrado 66,7 % das espécies coletadas com o esforço máximo. *Merosargus pictipes* e *Hermetia flavipes* também foram as espécies mais abundantes em P2, com 22 e 14 indivíduos respectivamente, e equivalem a 80% dos indivíduos amostrados em P2. Duas espécies foram representadas por apenas um indivíduo e as demais espécies não ultrapassaram quatro indivíduos. *Merosargus gracilis* Williston, 1888, *Hermetia albitarsis* Fabricius, 1805, *Chrysochlorina incompleta* Curran, 1929 e *Panacris* sp. foram coletadas exclusivamente em P2 (Figura 12).

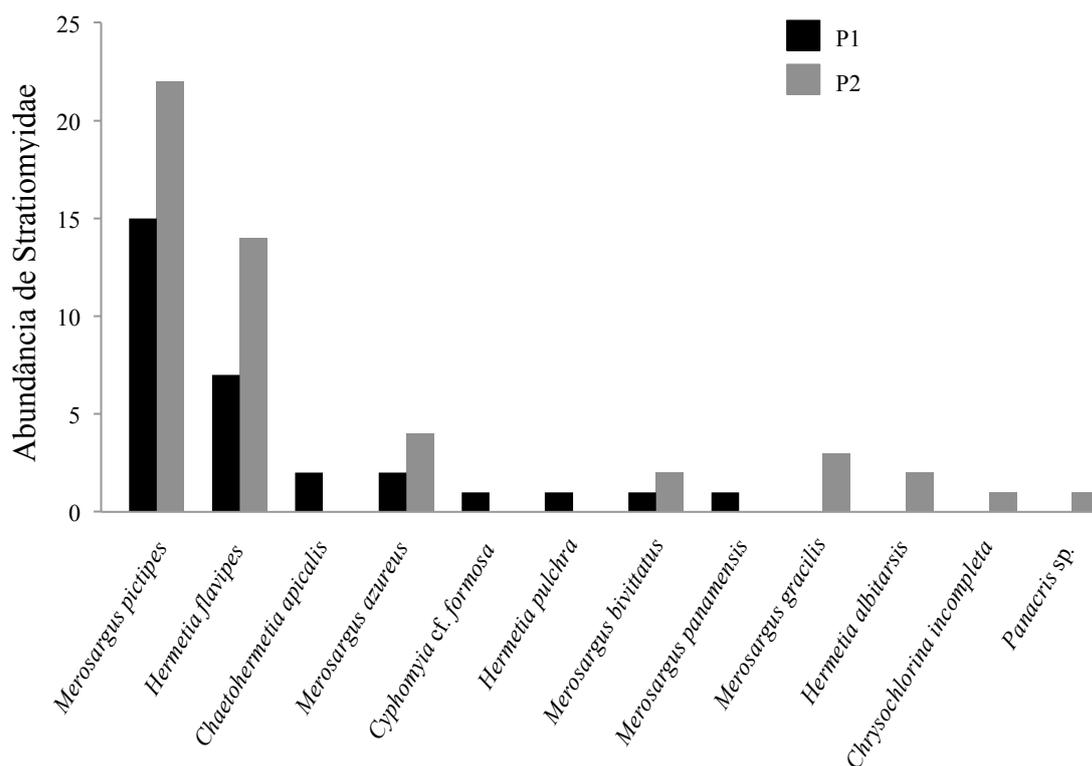


Figura 12. Abundância das espécies de Stratiomyidae coletadas em P1 e em P2 com armadilha Malaise na Reserva Ducke.

Com a redução do tempo amostral para 48 horas, no P1, foram amostrados 27 indivíduos das mesmas espécies amostradas em 72 horas, enquanto que no P2 foram amostrados 36 indivíduos pertencentes a sete espécies (58 % do total de espécies). Com 24 horas, foram amostrados indivíduos, somente, de Hermetiinae e Sarginae, em ambos os pontos, sendo assim, no P1 foram coletados 19 indivíduos de cinco espécies (41 % do total de espécies), e no P2 foram coletados 30 indivíduos pertencentes a cinco espécies (41 % do total de espécies) e dois gêneros. Em todos os esforços amostrais P2 foi onde houve maior abundância de Stratiomyidae coletados (Tabela 6).

Tabela 6. Abundância das espécies de Stratiomyidae coletados com armadilha Malaise em P1 e P2, nos três períodos amostrais (72, 48 e 24 horas).

Espécies de Stratiomyidae	Período Amostral					
	72h		48h		24h	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
<b>Pachygastrinae</b>						
<i>Panacris</i> sp.	-	1	-	1	-	-
<b>Clitellariinae</b>						
<i>Cyphomyia</i> cf. <i>formosa</i>	1	-	1	-	-	-
<b>Hermetiinae</b>						
<i>Chaetohermetia</i> <i>apicalis</i>	2	-	2	-	2	-
<i>Hermetia</i> <i>albitarsis</i>	-	2	-	1	-	1
<i>Hermetia</i> <i>flavipes</i>	7	14	6	8	5	8
<i>Hermetia</i> <i>pulchra</i>	1	-	1	-	-	-
<b>Chrysochlorininae</b>						
<i>Chrysochlorina</i> <i>incompleta</i>	-	1	-	1	-	-
<b>Sarginae</b>						
<i>Merosargus</i> <i>azureus</i>	2	4	2	4	2	4
<i>Merosargus</i> <i>bivittatus</i>	1	2	1	-	-	-

<i>Merosargus gracilis</i>	-	3	-	2	-	2
<i>Merosargus panamensis</i>	1	-	1	-	1	-
<i>Merosargus pictipes</i>	15	22	13	19	9	15
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>49</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>19</b>	<b>30</b>

## 2.2 Similaridades entre as comunidades amostradas com uma armadilha nos diferentes períodos amostrais (72, 48 e 24 horas).

Foi detectado, com a ANOVA, que para a maioria dos níveis de redução houve diferenças significativas entre a média da riqueza de Stratiomyidae em relação ao esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas) ( $f = 6,83$ ;  $p < 0,001$ ). Foi observado que as riquezas médias de Stratiomyidae no P1, nos períodos de 72 horas ( $p = 0,006$ ), 48 horas ( $p = 0,002$ ) e 24 horas ( $p < 0,001$ ), foram significativamente diferentes em relação ao esforço máximo (Figura 13). No P2, apenas a média da riqueza de Stratiomyidae amostrados em 72 horas não teve diferença significativa em relação ao esforço máximo ( $p = 0,184$ ), sendo a riqueza média amostrada em 48 horas ( $p = 0,025$ ) e em 24 horas ( $p = 0,005$ ) significativamente diferentes da observada com duas armadilhas em 72 horas (Figura 14). Além disso, foi verificado que não há diferenças significativas entre as riquezas médias entre os Stratiomyidae amostrados no P1 e no P2, nos três esforços temporais ( $p > 0,7$ ).

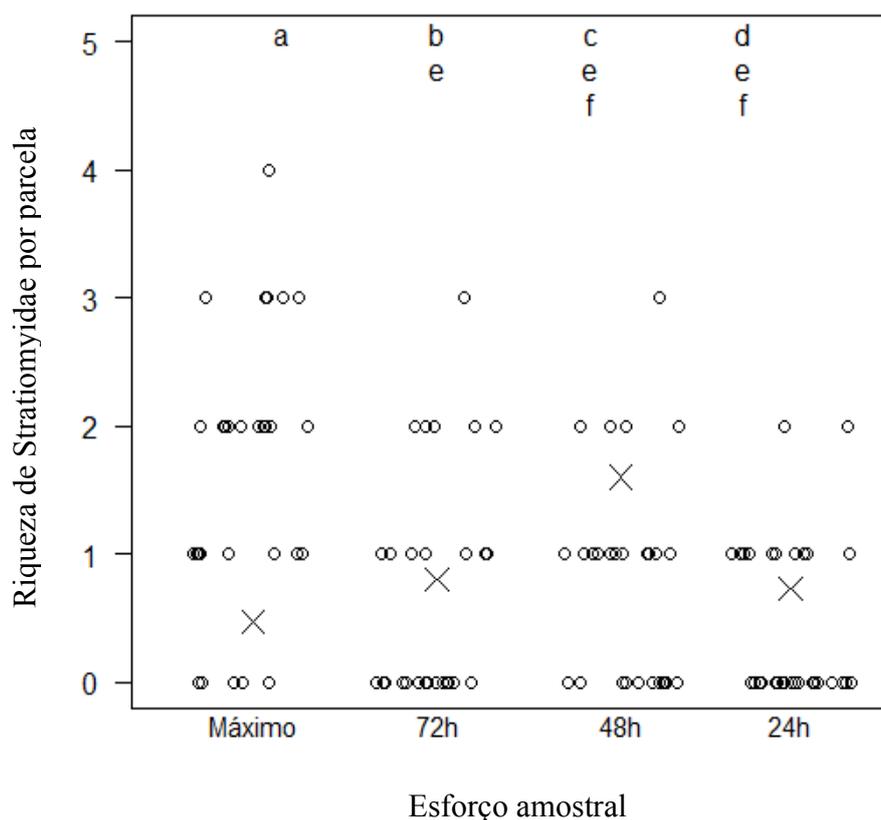


Figura 13. Análise de variância (ANOVA) das riquezas de Stratiomyidae amostrados em P1, nos três esforços temporais (72, 48 e 24 horas), em relação ao esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas), na Reserva Ducke. Letras iguais significam que não há diferenças significativas entre as médias.

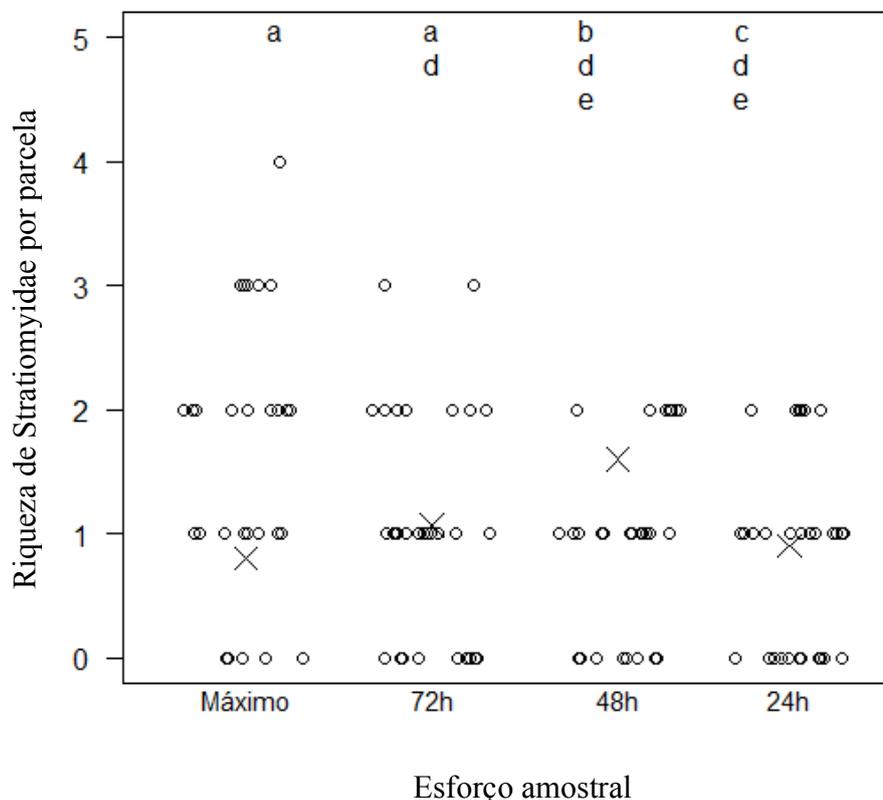


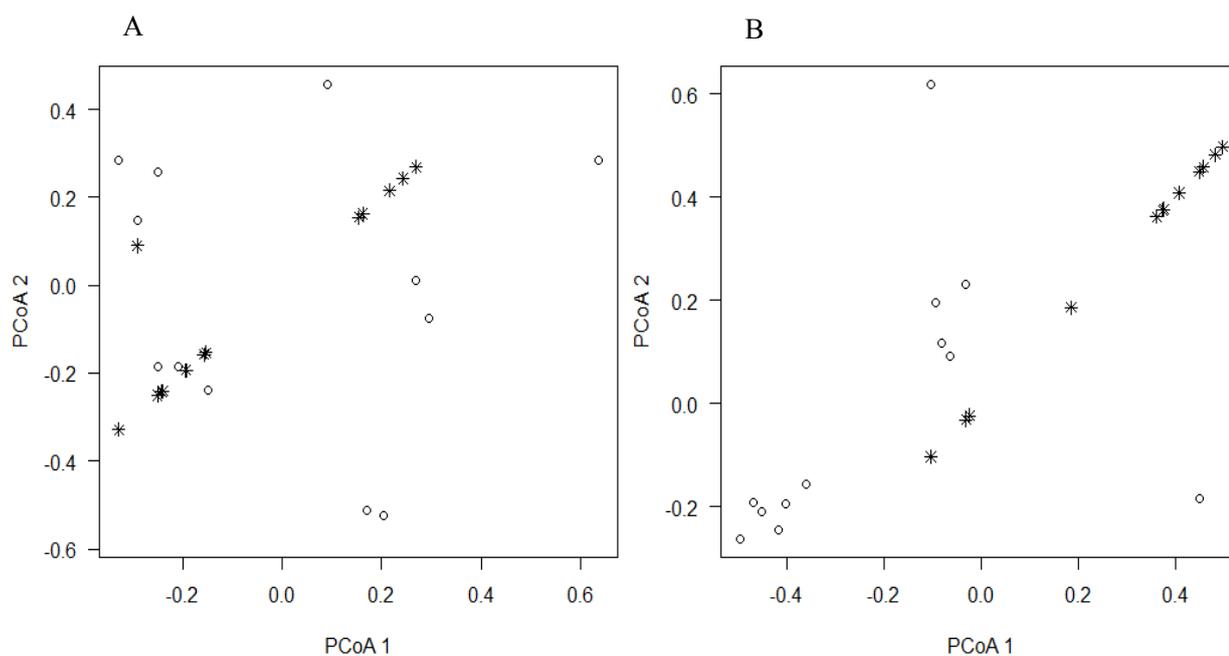
Figura 14. Análise de variância (ANOVA) das riquezas de Stratiomyidae amostrados em P2, nos três esforços temporais (72, 48 e 24 horas), em relação ao esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas), na Reserva Ducke. Letras iguais significam que não há diferenças significativas entre as médias.

Segundo o teste de Procrustes, a composição das espécies amostradas em P1 é altamente similar entre os três períodos amostrais, sendo a similaridade entre as comunidades amostradas em 48 e 72 horas de 96,9 % ( $p < 0,001$ ), e de 94,5 % entre as comunidades amostradas com o esforço de 24 e 72 horas ( $p < 0,001$ ). No P2, a composição das espécies amostradas nos três esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) são menos similares entre si que aquelas amostradas no P1, mas ainda possuem mais que 70 % de similaridade. A similaridade entre a comunidade amostrada em 48 horas e a comunidade amostrada em 72 horas é de 86,9 % ( $p < 0,001$ ), ao passo que entre a comunidade amostrada em 24 horas e a amostrada em 72 horas a similaridade é de 79,8 % ( $p < 0,001$ ) (Tabela 7). Ao comparar a composição das espécies amostradas no P1

com aquelas amostradas no P2, utilizando o teste de Procrustes, detectou-se que todas são diferentes entre si ( $r^2 < 0,48$ ;  $p > 0,600$ ) para todos os períodos amostrais (72, 48 e 24 horas) (Figura 15).

Tabela 7. Similaridade entre as comunidades amostradas com uma armadilha nos diferentes esforços amostrais. As relações tiveram valores significativos de  $p < 0,001$ .

Esforço amostral	Similaridade entre as comunidades	
	Composição em P1	Composição em P2
72 horas	-	-
48 horas	0,9691	0,8691
24 horas	0,9448	0,7982



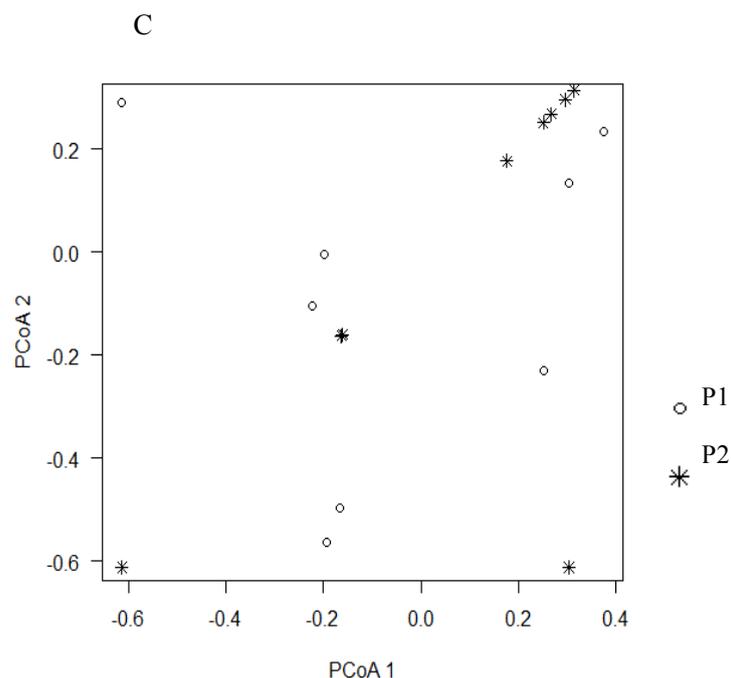


Figura 15. Ordenação em duas dimensões através da PCoA da composição de Stratiomyidae em P1 e P2, nos esforços amostrais de 72 horas (A), 48 horas (B) e 24 horas (C), em 30 parcelas na Reserva Ducke.

### 2.3 Similaridades entre as comunidades amostradas com uma armadilha e o esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas).

De acordo com o teste de Procrustes, as comunidades amostradas em 72 e 48 horas no P1 são insuficientemente similares em relação ao esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas), assim a similaridade é de 65,5 % entre P1 72 horas e o esforço máximo ( $p < 0,004$ ), enquanto P1 48 horas é 63,8 % similar à comunidade amostrada com esforço máximo ( $p < 0,01$ ). Com a redução do esforço para 24 horas, porém, a similaridade entre P1 e à amostragem com esforço máximo foi maior que 70 % ( $p < 0,003$ ) (Tabela 6; Figura 16). Em contrapartida, as comunidades amostradas no P2 possuem maior similaridade com a comunidade amostrada no esforço máximo. Assim, a similaridade com o esforço máximo é de 86,2 % com esforço em P2 72 horas ( $p < 0,001$ ) e de 72,7 % em P2 48 horas ( $p < 0,001$ ). A exceção foi a amostragem com esforço de 24 horas em P2 que, em relação ao esforço máximo, teve similaridade de 69,8 % ( $p < 0,001$ ) (Tabela 8; Figura 17).

Tabela 8. Similaridade entre o esforço máximo (duas armadilhas e 72 horas) e as comunidades amostradas com uma armadilha (P1 ou P2) nos três períodos amostrais em 30 parcelas na Reserva Ducke. As relações tiveram valores significativos de  $p < 0,01$ .

Esforço amostral	Similaridade entre o esforço máximo e:	
	Comunidade em P1	Comunidade em P2
72 horas	0,6546	0,8628
48 horas	0,6383	0,7278
24 horas	0,7415	0,6980

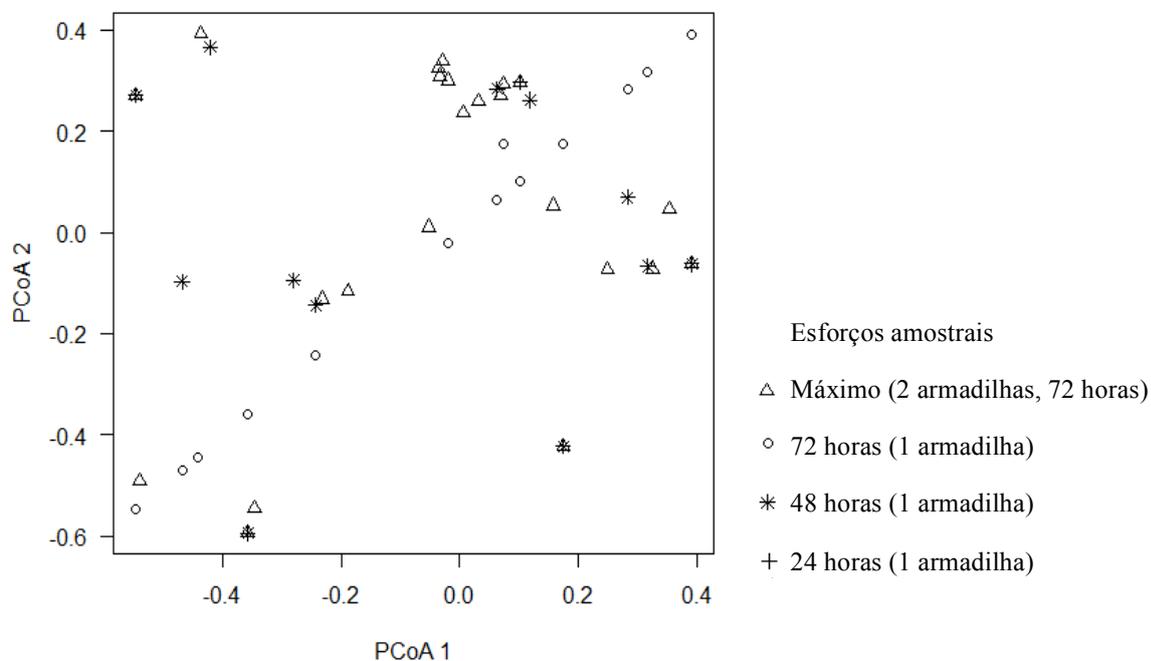


Figura 16. Ordenação em duas dimensões através da Análise de Coordenadas Principais - PCoA da composição de Stratiomyidae amostrados no P1, nos diferentes esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) e o esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas) em 30 parcelas na Reserva Ducke.

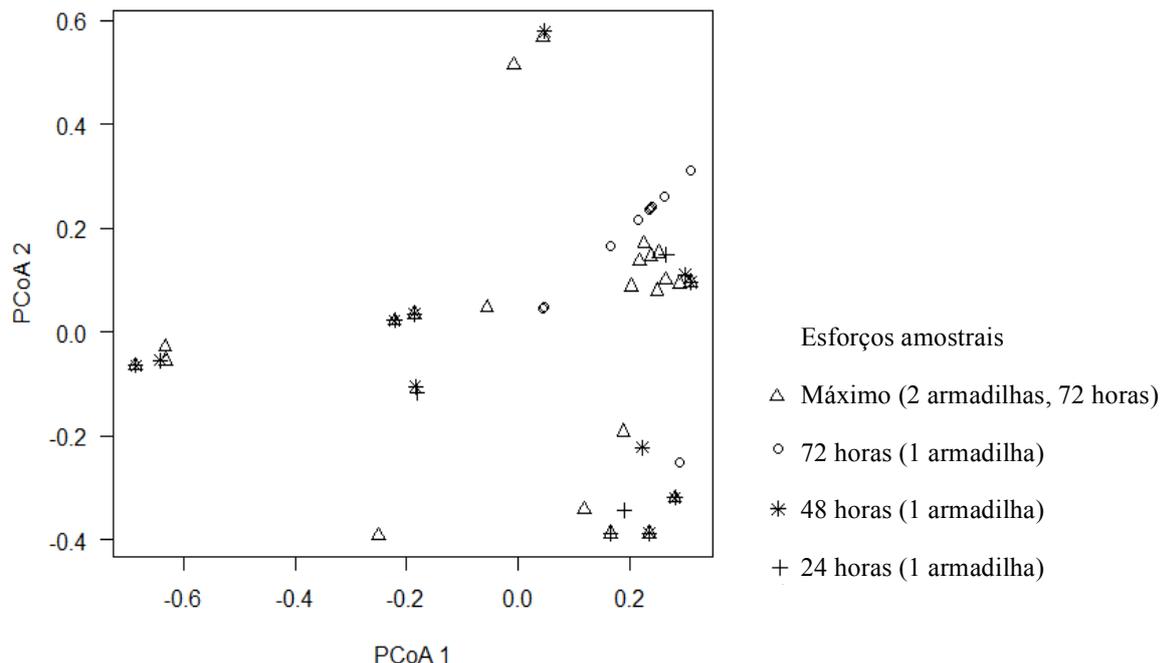


Figura 17. Ordenação em duas dimensões através da Análise de Coordenadas Principais - PCoA da composição de Stratiomyidae no P2, nos diferentes esforços amostrais (72, 48 e 24 horas) e o esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas) em 30 parcelas na Reserva Ducke.

#### 2.4 Manutenções dos padrões ecológicos com a redução do esforço amostral através do tempo, na amostragem com uma armadilha.

As relações ecológicas obtidas entre as variáveis ambientais e a composição dos Stratiomyidae no P1, em cada nível de redução temporal (72, 48 e 24 horas) são diferentes do padrão ecológico obtido com o esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas), além de serem diferentes entre si. Em contrapartida, não houve relações entre as variáveis ambientais e a riqueza dos Stratiomyidae no P1, nos três tempos amostrais. Estes padrões ecológicos observados para a riqueza de Stratiomyidae no P1 são semelhantes ao padrão observado com a amostragem em esforço máximo (Tabela 9).

Tabela 9. Valores de significância parciais ( $p$ -parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição ou a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais, em P1. Valores em negrito indicam mudanças no padrão ecológico, enquanto que os asteriscos indicam valores de  $p$  menores que 0,05.

Variáveis ambientais	Composição	Riqueza
----------------------	------------	---------

	Esforço máximo	Níveis de redução			Esforço máximo	Níveis de redução		
		72	48	24		72	48	24
Profundidade de serapilheira	0,421	0,362	0,568	0,165	0,853	0,882	0,835	0,612
Riqueza de plantas herbáceas	0,948	<b>0,034*</b>	0,103	0,266	0,222	0,883	0,825	0,841
Distância do igarapé	0,047*	<b>0,362</b>	<b>0,086</b>	0,029*	0,876	0,738	0,601	0,807
Riqueza de árvores mortas	0,982	0,502	0,784	0,756	0,779	0,377	0,560	0,796
Riqueza de palmeiras	0,878	0,347	0,663	0,137	0,467	0,973	0,975	0,434
Troncos caídos	0,231	<b>0,037*</b>	<b>0,006*</b>	<b>0,016*</b>	0,713	0,883	0,737	0,929
<b>R<sup>2</sup> dos modelos de regressão</b>	0,354	0,872	0,898	0,896	0,246	0,178	0,236	0,324
<b>P dos modelos de regressão</b>	0,372	<b>0,017*</b>	<b>0,009*</b>	0,057	0,650	0,958	0,911	0,898

Diante disso, diferente do observado com o esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas), no P1, na amostragem com esforço de 72 horas, foi detectado efeito da riqueza de palmeiras ( $p = 0,0343$ ) e dos troncos caídos ( $p = 0,0372$ ) sobre a composição de Stratiomyidae (Figura 18), com capacidade de explicação de 87,2 %. Com a redução do esforço para 48 horas, é mantido o efeito da quantidade de troncos caídos sobre a composição ( $p = 0,0064$ ) (Figura 19), sendo que as mudanças na composição de Stratiomyidae podem ser explicadas em 89,7 % pelo conjunto de todas as variáveis ambientais. Com a redução do esforço amostral para 24 horas, não há efeito do conjunto total das variáveis ambientais sobre a composição de Stratiomyidae no P1, sendo detectado efeito parcial da distância do igarapé à parcela ( $p = 0,0288$ ) e dos troncos caídos ( $p = 0,0158$ ) sobre a composição de Stratiomyidae (Figura 20).

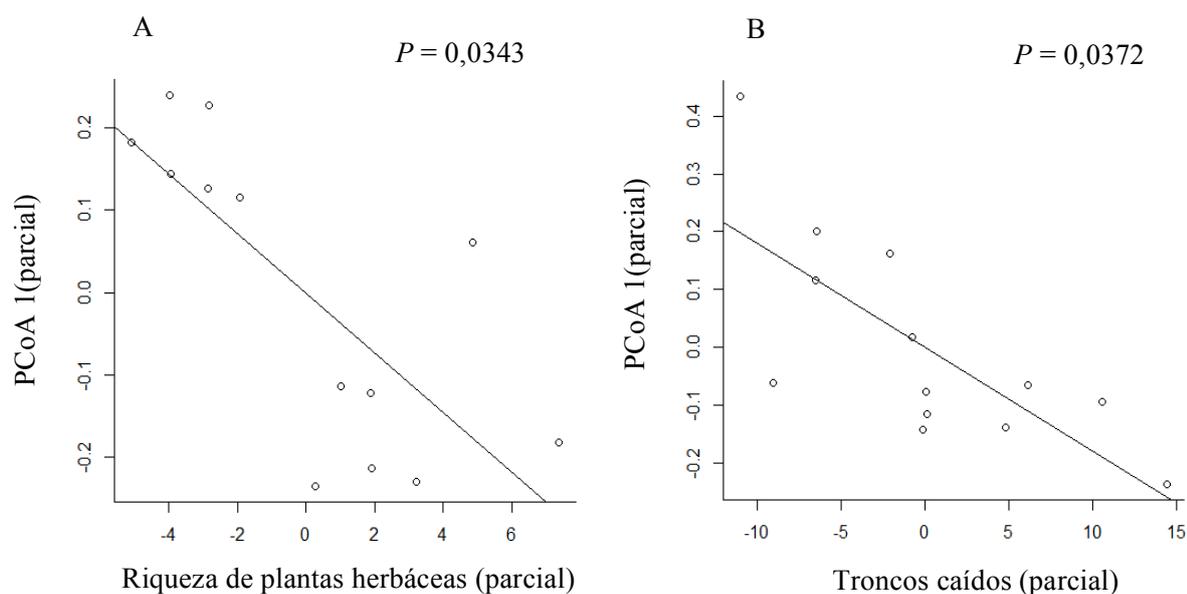


Figura 18. Efeito da riqueza de plantas herbáceas (A) e troncos caídos (B) sobre a composição de Stratiomyidae amostrada com somente uma armadilha no P1, amostrados no período de 72 horas em 30 parcelas na Reserva Ducke.

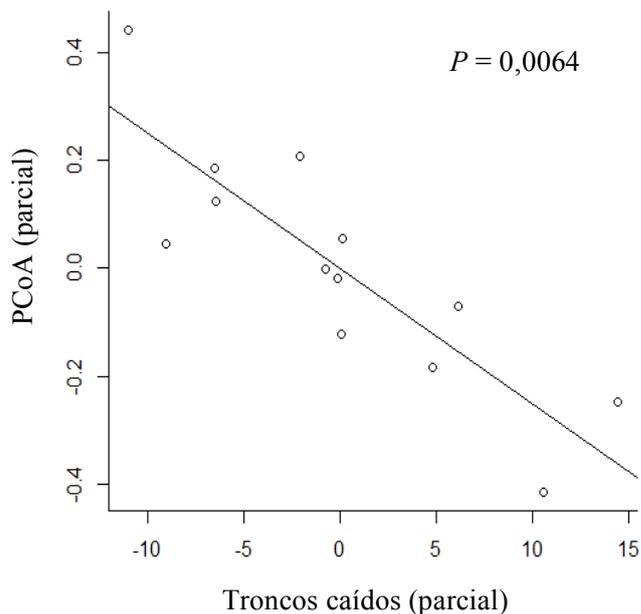


Figura 19. Efeito de troncos caídos sobre a composição de Stratiomyidae amostrados no P1, amostrados no período de 48 horas em 30 parcelas na Reserva Ducke.

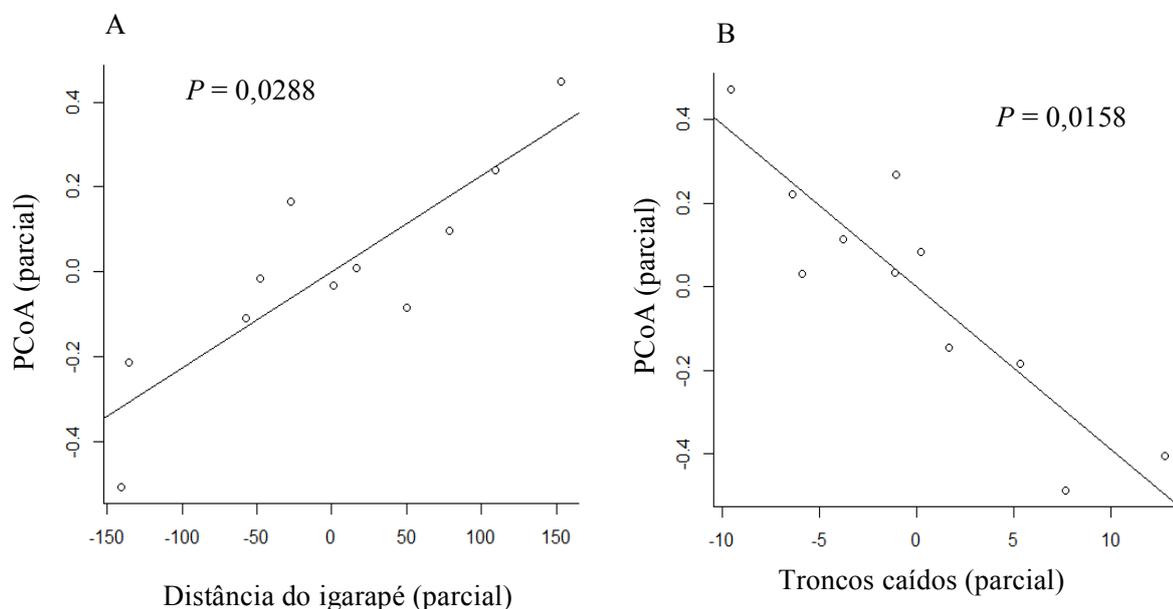


Figura 20. Efeito da distância do igarapé às parcelas (A) e de troncos caídos (B) sobre a composição de Stratiomyidae em P1, amostrados no período de 24 horas em 30 parcelas na Reserva Ducke.

Quando comparadas as respostas das comunidades amostradas em P2 e aquela amostrada com esforço máximo (duas armadilhas por 72 horas), em relação às variáveis ambientais, são observadas duas situações diferentes quanto à manutenção do padrão ecológico. Quando utilizada a composição de espécies de Stratiomyidae nos modelos de regressão múltipla, para os três tempos em P2, não houve manutenção de padrão ecológico observado com o esforço máximo, visto que nenhuma relação foi detectada entre a composição e as variáveis ambientais. Por outro lado, quando utilizada a riqueza de Stratiomyidae nos modelos de regressão múltipla o padrão ecológico observado com as comunidades reduzidas é o mesmo que foi detectado com o esforço máximo, onde as variáveis ambientais não explicam a variação da riqueza dos Stratiomyidae na reserva (Tabela 10).

Tabela 10. Valores de significância parciais (p-parcial) das análises de regressão múltipla entre a composição ou a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais, em P2. Valores em negrito indicam mudanças no padrão ecológico, enquanto que os asteriscos indicam valores de  $p$  menores que 0,05.

Variáveis ambientais	Composição				Riqueza			
	Esforço máximo	Níveis de redução			Esforço máximo	Níveis de redução		
		72	48	24		72	48	24
Profundidade de serapilheira	0,421	0,690	0,689	0,492	0,853	0,891	0,659	0,189
Riqueza de plantas herbáceas	0,948	0,968	0,854	0,348	0,222	0,151	0,666	0,456
Distância do igarapé	0,047*	<b>0,510</b>	<b>0,632</b>	<b>0,184</b>	0,876	0,095	0,793	0,681
Riqueza de árvores mortas	0,982	0,682	0,806	0,934	0,779	0,931	0,792	0,828
Riqueza de palmeiras	0,878	0,550	0,639	0,345	0,467	0,975	0,883	0,284
Troncos caídos	0,231	0,363	0,661	0,197	0,713	0,093	0,530	0,268
<b>R<sup>2</sup> dos modelos de regressão</b>	0,354	0,223	0,138	0,370	0,246	0,564	0,194	0,286
<b>P dos modelos de regressão</b>	0,372	0,842	0,952	0,606	0,650	0,178	0,886	0,770

## DISCUSSÃO

### 1. Possibilidade de redução do esforço amostral através do tempo de permanência das armadilhas em campo.

Em trabalhos realizados para as comunidades de outros invertebrados na região amazônica é possível observar que, dependendo do enfoque do estudo, se taxonômico ou ecológico, diferentes níveis de redução podem ser adotados, da mesma forma que o nível de redução satisfatório para amostragens com enfoque taxonômico e ecológico podem ser os mesmos. Para borboletas frugívoras por exemplo, foi observado que em estudos com enfoque ecológico, a redução do esforço amostral poderia ser maior (duas de quatro visitas ao local de coleta) que a redução do esforço amostral mais adequada para estudos com enfoque taxonômico (três de quatro visitas ao local de coleta) (Graça, 2013). Em outro exemplo, no entanto, foi observado para espécies de formigas *Crematogaster* que o nível de redução satisfatório para amostragens com enfoque taxonômico também era suficiente para detectar as respostas ecológicas observadas com o esforço máximo (Souza *et al.*, 2009).

No presente estudo, existem diferentes possibilidades de redução do esforço amostral de Stratiomyidae, dependendo da abordagem do estudo, se taxonômica ou ecológica. Dessa forma, para estudos com enfoque taxonômico, há a possibilidade de reduzir o esforço amostral de Stratiomyidae tanto para 48 horas quanto para 24 horas, devido à elevada similaridade da composição de Stratiomyidae em relação ao esforço máximo (72 horas), associado a valores muito próximos (sem diferenças estatisticamente significativas) da riqueza média entre os esforços reduzidos e esforço máximo. Levando em conta que não há perda na riqueza total de Stratiomyidae quando há redução do esforço amostral para 48 horas e que, com o esforço de 24 horas, há exclusão de seis espécies em relação ao esforço máximo, é sugerido como amostragem mais eficiente para abordagens taxonômicas de Stratiomyidae aquela com 48 horas de permanência da armadilha Malaise em campo. Contudo, não significa que sempre em uma amostragem com 48 horas, será coletada a mesma riqueza total de Stratiomyidae comparada com uma amostragem de 72 horas, como ocorrido no presente estudo. Mas que, em estudos com desenhos amostrais semelhantes ao deste estudo, as chances de se detectar, já com 48 horas, a maioria das espécies observadas com 72 horas e composição suficientemente similar, são mais altas do que com uma amostragem de 24 horas.

Do ponto de vista ecológico, o parâmetro escolhido para avaliar as relações da comunidade de Stratiomyidae e os gradientes ambientais (a riqueza ou a composição de Stratiomyidae, neste caso) foi tão importante quanto as respostas ecológicas em si, para a tomada da decisão quanto à possibilidade de redução do esforço amostral. Os padrões ecológicos observados com o esforço máximo foram a relação entre a composição de Stratiomyidae e a distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo e ausência de relação entre a riqueza de Stratiomyidae e as variáveis ambientais. Como não houve manutenção do padrão ecológico observado no esforço máximo utilizando a composição de Stratiomyidae nos modelos de regressão múltipla com esforços reduzidos, entende-se que a adoção da amostragem reduzida com 48 horas implicaria na perda da resposta da composição de Stratiomyidae à distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo. Enquanto que a adoção da amostragem de 24 horas

mudaria a interpretação do padrão ecológico através da adição de duas relações não detectadas com o esforço máximo, além de uma já detectada, o que causaria atribuições errôneas de mudanças da composição de Stratiomyidae em relação aos gradientes ambientais. Desta maneira, quando utilizada a resposta da composição de Stratiomyidae aos gradientes ambientais testados, não é possível estabelecer um nível de redução do esforço amostral satisfatório em abordagens ecológicas de Stratiomyidae, sendo o esforço de 72 horas o mais indicado, neste caso.

Em contrapartida, quando utilizada a riqueza de Stratiomyidae nos modelos de regressão múltipla, o padrão ecológico observado com esforço máximo se manteve com a redução do esforço para 48 horas, dado que nenhuma relação entre as variáveis ambientais e a riqueza de Stratiomyidae foi detectada. Entretanto, como surgiram duas relações entre a riqueza e os gradientes ambientais ‘profundidade de serapilheira’ e ‘riqueza de palmeiras’, com a redução do esforço amostral para 24 horas, o padrão ecológico foi alterado e/ou perdido. A riqueza de dípteros, inclusive de Stratiomyidae, pode estar associada a variáveis climáticas como umidade, temperatura e pluviosidade (Pavan *et al.*, 1950; Souza-Silva *et al.*, 2001; Marinoni & Bonatto, 2002; Marinoni *et al.*, 2004; Torres & Madi-Ravazzi, 2006; Davis *et al.*, 2009; Ferraz *et al.*, 2010; Ferreira, 2010), e como não foram detectadas relações, neste estudo, entre a riqueza de Stratiomyidae e os gradientes ambientais nos esforços máximo e reduzido para 48 horas, acredita-se que a riqueza dos Stratiomyidae seja mais sensível a variáveis climáticas que a variáveis ambientais, como as testadas neste estudo. Assim, não é possível estabelecer um nível de redução satisfatório, bem como estabelecer se a amostragem com esforço máximo é a ideal para detectar relações entre a riqueza de Stratiomyidae os gradientes ambientais. A riqueza ou número de espécies é provavelmente uma das medidas mais simples para descrever a diversidade e como esta métrica da o mesmo peso para espécies abundantes e raras, não é de se surpreender que haja diferenças nas respostas encontradas utilizando riqueza e composição de espécies (Oliveira *et al.*, 2009). Além disso, são necessárias novas investigações para determinar se realmente há relações entre a riqueza de Stratiomyidae e variáveis climáticas e testar se a redução do tempo de permanência da armadilha Malaise em campo irá capturar padrões ecológicos semelhantes ao esforço máximo.

## **2. Possibilidade de redução do esforço amostral através do número de armadilhas em campo.**

Mesmo que não haja diferenças significativas entre a riqueza média de Stratiomyidae entre os dois pontos das parcelas (P1 e P2) em todos os esforços amostrais (72, 48 e 24 horas), a composição de Stratiomyidae é diferente entre o ponto mais externo da parcela (P1) e o mais interior (P2), nos três esforços amostrais. Assim, é normal que a composição dos Stratiomyidae no P1 e no P2 de cada parcela tenha diferentes graus de similaridade em relação ao esforço máximo (duas armadilhas em 72

horas). Com isso, são obtidas duas interpretações diferentes quanto à possibilidades de redução do esforço amostral através do número de armadilhas Malaise em campo, quando considerado somente P1 ou somente P2. Baseando-se no P1, não é possível a redução do número de armadilhas Malaise em campo em abordagens taxonômicas de Stratiomyidae, visto que o grau de similaridade entre a composição dos Stratiomyidae em P1, nos esforços de 72 e 48 horas, em relação ao esforço máximo, não é satisfatório, e mesmo que em 24 horas haja similaridade suficiente entre a composição no P1 e esforço máximo, a riqueza média de Stratiomyidae no P1 foi significativamente diferente daquela obtida com esforço máximo, em todos os esforços. Contudo, quando levado em consideração somente as armadilhas em P2, há a possibilidade da utilização de uma armadilha durante o período de 72 horas em abordagens taxonômicas de Stratiomyidae, visto que neste período, a riqueza média de Stratiomyidae não teve diferença significativa em relação ao esforço máximo e a composição foi suficientemente similar àquela observada com duas armadilhas durante 72 horas. Os demais esforços temporais (48 e 24 horas) no P2 não foram suficientes para abordagens taxonômicas, principalmente porque houve diferenças estatisticamente significativas entre a riqueza média de Stratiomyidae em relação ao esforço máximo, mesmo que a similaridade da composição em relação ao esforço máximo, em 48 horas, tenha sido aceitável.

Foi observado em campo que, na maioria das parcelas do PPBio na Reserva Ducke, o segmento a partir dos 200 m (P2) localiza-se em partes mais ao interior da floresta, enquanto que as porções até os 20 m (P1) são mais próximas à trilha principal que serve de acesso às parcelas. A abertura de trilhas é um dos fatores que faz com que algumas espécies estejam sujeitas ao efeito de borda (Castro, 2008), sendo o aumento da incidência da luz, que passa a ter uma incidência lateral, além da vertical, como no interior da floresta, um dos processos que desencadeiam o efeito de borda nas margens de trilhas (Pellens, 2002). O Efeito de borda pode diminuir a diversidade e alterar a composição de insetos herbívoros (Carvalho *et al.*, 2013), como os Stratiomyidae. Há registro do efeito de borda sobre algumas famílias de Diptera como Calliphoridae, que em áreas de borda há maior abundância e menor diversidade, ao contrário do interior da floresta (Rodrigues-Filho, 2011; Gadelha *et al.*, 2015). Drosophilidae sofre mudanças na abundância e na composição entre borda e interior da floresta, tendo substituição das espécies de *Drosophila* entre os dois ambientes (Penariol & Madi-Ravazzi, 2013). Marinoni *et al.* (2004) verificaram para Syrphidae que a riqueza em ambientes de borda superou a observada no interior da floresta. Nesses estudos, as mudanças na abundância, riqueza, diversidade ou composição foram atribuídas a mudanças de temperatura e umidade entre os ambientes de borda e interior florestal. Partindo disso, embora não tenham sido encontradas diferenças significativas entre as riquezas médias de Stratiomyidae nos dois pontos (P1 e P2), acredita-se que as diferenças detectadas na composição dos Stratiomyidae amostrados nas porções das parcelas mais próximas à borda da trilha principal (P1) em relação àqueles amostrados mais ao interior das parcelas (P2), seja resultado do efeito da borda da trilha principal sobre os Stratiomyidae do P1. É claro que, se há mesmo efeito da borda sobre os Stratiomyidae

no presente estudo (o que não foi testado), esse efeito provavelmente é menos intenso que nos estudos citados, visto que a borda da trilha principal encontra-se no interior e não na borda da floresta. Dessa forma, assume-se que há a possibilidade de utilização de somente uma armadilha por parcela em abordagens taxonômicas de Stratiomyidae. Mas que, em trabalhos com desenhos amostrais padronizados semelhantes ao do presente estudo, seja levada em consideração a localização das armadilhas Malaise dentro das parcelas, para evitar possíveis efeitos da borda da trilha principal sobre a composição de Stratiomyidae.

Em todos os casos, utilizando a resposta da composição de Stratiomyidae aos gradientes ambientais, não houve manutenção do padrão ecológico observado com o esforço máximo, tanto para P1 quanto para P2. No P1, a mudança do padrão ecológico foi devida ao desaparecimento da relação entre a composição de Stratiomyidae e a distância entre as parcelas terrestres e o igarapé mais próximo em todos os níveis de redução (72, 48 e 24 horas). Além das relações com a riqueza de plantas herbáceas e troncos caídos, em 72 horas, e somente troncos caídos, nos esforços de 48 e 24 horas. No P2, a mudança do padrão ecológico é devida à ausência de relações entre a composição de Stratiomyidae e as variáveis ambientais, em todos os níveis de redução. Utilizando a resposta da riqueza de Stratiomyidae às variáveis ambientais, no entanto, o padrão ecológico foi mantido em todos os níveis de redução, tanto no P1, quanto no P2, visto que, assim como no esforço máximo (duas armadilhas, 72 horas), nenhuma relação foi detectada entre a riqueza de Stratiomyidae e os gradientes ambientais. Contudo, como foi comentado anteriormente, é possível que a riqueza de Stratiomyidae esteja mais relacionada a variáveis climáticas que a variáveis ambientais. Sendo assim, para abordagens de cunho ecológico de Stratiomyidae, assume-se que não é possível a redução do número de armadilhas Malaise por parcela, sendo o mais indicado o esforço máximo adotado neste estudo, duas armadilhas durante o período de 72 horas.

É relativamente elevada a média de indivíduos de invertebrados por sub-amostra, em outros estudos com enfoque de redução do esforço amostral em que foram obtidos altos níveis de redução ( $\leq 60\%$  do esforço máximo) (Santos *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2012; Graça, 2013). Nestes estudos, a abundância média por sub-amostra foi de 26, sete e dois indivíduos por sub-amostras para formigas, ácaros oribatídeos e borboletas frugívoras, respectivamente, considerando uma amostragem de 72 horas com métodos de coleta de espera. Comparados a estes grupos, a abundância dos Stratiomyidae amostrados neste estudo é pequena, visto que foram coletados, aproximadamente, menos que um indivíduo por sub-amostra (não foram coletados Stratiomyidae em todas as sub-amostras). Além disso, apesar da alta abundância e riqueza na região Neotropical (Garcia, 2009; Woodley, 2009), os Stratiomyidae normalmente não são tão abundantes quanto outras famílias de Diptera amostrados com Malaise, como por exemplo Tipulidae, Culicidae, Chironomidae, Rhagionidae, Tabanidae, Muscidae (Kitching *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2008a; Lambkin *et al.*, 2011; Tauhyl & Guimarães, 2012). Com isso, a baixa amostragem de Stratiomyidae em relação aos outros grupos de artrópodes, já utilizados em estudos de redução de esforço

amostral, pode ser um dos motivos que dificultam níveis tão elevados de redução do esforço amostral, como a utilização de apenas uma armadilha por parcela, ou uma amostragem com apenas 24 horas, por exemplo.

## CONCLUSÃO

Com base neste estudo, constata-se que é possível reduzir o esforço através do tempo de permanência das armadilhas Malaise em campo na amostragem de Stratiomyidae, para estudos com foco taxonômico, sendo a amostragem com 48 horas a mais eficiente, pois a possibilidade de perda da riqueza é menor, em relação ao esforço máximo. O mesmo não pode ser dito para estudos com foco ecológico, no qual o esforço mais indicado ainda o esforço máximo de 72 horas, utilizando a composição de Stratiomyidae e suas respostas às variáveis ambientais. Quanto ao número de armadilhas Malaise em campo, é possível, em abordagens taxonômicas, que seja utilizada somente uma armadilha Malaise por parcela, desde que ela permaneça em campo pelo período de 72 horas e seja levada em conta a localização da mesma na parcela, em estudos com desenho amostral semelhante ao deste, a fim de evitar um possível efeito da borda da trilha sobre a composição de Stratiomyidae. Para abordagens ecológicas de Stratiomyidae, não foi possível estabelecer um nível de redução do esforço amostral através da redução do número de armadilhas em campo, visto que, para a composição são perdidos os padrões ecológicos observados com o esforço máximo, e para a riqueza não são detectadas relações com os gradientes ambientais.

## REFERÊNCIAS

- Autio, O.; Salmela, J. & Suhonem, J. Species richness and rarity of crane flies (Diptera, Tipuloidea) in a boreal mire. *Journal of Insect Conservation*, v. 17, p. 1125 – 1136. 2013.
- Bray, J. R. & Curtis, J. T. An ordination of the upland forrest communities of southern of Wisconsin. *Ecological Monographs*, v. 27 (4), p. 325 – 349. 1957.
- Breeland, S. G. & Pickard, E. The malaise trap-na efficient and unbiased mosquito collecting device. *Mosquito News*, v 25, p. 19 – 21. 1965.
- Brown, B. V. 1. Introduction. In: Brown, B. V.; Borkent, A.; Cumming, J. M.; Wood, D. M.; Woodley, N. E.; Zumbado, M. A. *Manual of Central American Diptera*. Ottawa, Ontario, Canada: NRC Research Press, 2009. v 1, p. 1-7.
- Campos, W. G.; Pereira, D. B. S. & Schoereder, H. Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29 (3), p. 381 – 389. 2000.

- Carvalho, C. J. B.; Rafael, J. A.; Couri, M. S. & Silva, V. C. 40. Diptera. In: Rafael, J. A.; Melo, G. A. R.; Carvalho, C. J. B.; Casari, S. A. & Constantino, R. Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 701 – 744.
- Carvalho, R. L.; Fagundes, R. & Ribeiro, S. P. Efeito de borda reduz a diversidade de insetos herbívoros no dossel de *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae). 64º Congresso Nacional de Botânica Belo Horizonte. Minas Gerais. 2013.
- Castellón, E. G.; Fé, N. F.; Buhrnheim, P. F. & Fé, F. A. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) na Amazônia. II. Listagem das espécies coletadas na bacia petrolífera no Rio Urucu, Amazonas, Brasil, utilizando diferentes armadilhas e iscas. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17 (2), p. 455 – 462. 2000.
- Castro, D. M. Efeito de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos do cerrado, na região nordeste do estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciências na área Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.
- Costa, F. R. C. & Magnusson, W. E. The Need for Large-Scale, Integrated Studies of Biodiversity: the Experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Naturez & Conservação*, v. 08, p. 3–12. 2010.
- Davis, J. L.; Fontenelle, J. C. R. & Gomes, S. M. N. Variação sazonal na composição e abundância de Stratiomyidae (Diptera, Brachycera) em estágios sucessionais florestais no Parque Rio Doce (PERD) MG. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG. 2009.
- Dutra, R. R. C. & Marinoni, R. C. Insetos capturados com armadilha Malaise na Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil: I. Composição de ordens. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 11 (2), p. 227 – 245. 1994.
- Evans, T. D. & Viengkham, O. V. Inventory time-cost and statistical power: a case study of a Lao rattan. *Forest Ecology and Management*. v. 150, p. 313–322. 2001.
- Ferraz, A. C. P.; Gadelha, B. Q. & Aguiar-Coelho, V. M. Influência climática e antrópica na abundância e riqueza de Calliphoridae (Diptera) em fragmento florestal da Reserva Biológica do Tinguá, RJ. *Neotropical Entomology*, v. 39 (4), p. 476-485. 2010.
- Ferreira, R. M. A. Influência de variáveis meteorológicas na riqueza, abundância e diversidade de espécies anofélicas em área rural do Município de Macapá, Amapá, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá. 2010.
- Ferreira-Keppler, R. L.; Rafael, J. A. & Guerrero, J. C. H. Sazonalidade e uso de ambientes por espécies de Tabanidae (Diptera) na Amazônia Central, Brasil. *Neotropical Entomology*, v. 39(4), p. 645 – 654. 2010.

- Fontenelle, J. C. R. Discriminação entre tipos florestais por meio da composição e abundância de Diptera. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.
- Franklin, E.; Moraes, J.; Landeiro, V. L.; Souza, J. L. P.; Pequeno, P. A. C. L.; Magnusson, W. E. & Moraes, J. W. Geographic position of sample grid and removal of uncommon species affect multivariate analyses of diverse assemblages: The case of oribatid mites (Acari: Oribatida). *Ecological Indicators*, v. 34, p. 172–180. 2013.
- Gadelha, B. Q., Ribeiro, A. C. & Aguiar, V. M. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75(4), p. 1–9. 2015.
- Garcia, E. R. Contribuição ao conhecimento da fauna de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) do Parque Municipal de Nova Iguaçu. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biologia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2009.
- Graça, M. B. C. S. Diversidade, padrões de distribuição e esforço de coleta de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) frugívoras em floresta ombrófila densa da Amazônia, Manaus, Brasil. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus, Amazonas. 2013.
- Husch, P. E.; Milléo, J.; Barbola, I. F. & Castro, J. P. Entomofauna do entorno do reservatório de alagados, região dos campos gerais do Paraná, capturada através de armadilha Malaise. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde*, Ponta Grossa. v. 16 (1), p. 49-56. 2010.
- Hutchings, R. S. G.; Hutchings, R. W. & Sallum, M. A. M. Culicidae (Diptera, Culicomorpha) from the western Brazilian Amazon: Juami-Japurá Ecological Station. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 54(4), p. 687 – 691. 2010.
- James, M. T. Stratiomyidae. In: McAlpine, J. F.; Peterson, B. V.; Shewell, G. E.; Teskey, H. J.; Vockeroth, J. R.; Wood, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: Research Branch, Agriculture, 1981. v1. p. 497 - 511.
- Kitching, R. L., Bickel, D., Creagh, a. C., Hurley, K., & Symonds, C. The biodiversity of Diptera in Old World rain forest surveys: A comparative faunistic analysis. *Journal of Biogeography*, v. 31, p. 1185–1200. 2004.
- Krüger, R. F. Análise da riqueza e da estrutura das assembléias de Muscidae (Diptera) no bioma Campos Sulinos, Rio Grande Do Sul, Brasil. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.
- Lambkin, C. L.; Boulter, S. L.; Starick, N. T.; Cantrell, B. K.; Bickel, D. J.; Wright, S. G.; Power, N.; Shutzei, M. K.; Turco, F.; Nakamura, A. & Burwell, C. J.

Altitudinal and seasonal variation in the family-level assemblages of flies (Diptera) in an Australian subtropical rainforest: one hundred thousand and counting!. *Memoirs of the Queensland Museum | Nature*, v. 55(2), p. 315 – 331. 2011.

Laurance, W. F.; Lovejoy, T. E. Vasconcelos, H. L.; Bruna, E. M.; Didham, R. K.; Stouffer, P. C.; Gascon, C.; Bierregard, R. O.; Laurance, S. G. & Sampaio, E. Ecosystem decay of amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, v. 13, p. 605-618. 2002.

Legendre, P., Fortin, M.-J. & Borcard, D. Should the Mantel test be used in spatial analysis?. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 6 (11), p. 1239-1247. 2015.

Magnusson W., Braga-Neto R., Pezzini F., Baccaro F. B., Bergallo H., Penha J., Rodrigues D., Verdade L. M., Lima A. P., Albernaz A. L. K. M., Hero J.-M., Lawson B., Castilho C. V., Drucker D. P., Franklin E., Mendonça F. P., Costa F. R. C., Galdino G., Castley G., Zuanon J., Vale J. do, Santos J. L. C. S., Luizão R., Cintra R., Barbosa R. I., Lisboa A., Koblitz R. V., Cunha C. N. da, & Pontes A. R. M. Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrado Biodiversity and Integrated Environmental Monitoring. Áttema Editorial, Manaus. 2013.

Marcos-García, M. Á.; García-López, A.; Zumbado, M. A. & Rotheray, G. E. Sampling Methods for Assessing Syrphid Biodiversity (Diptera: Syrphidae) in Tropical Forests. *Environmental Entomology*, v. 41(6), p. 1544 – 1552. 2012.

Marinoni, L. & Bonatto, S. R. Sazonalidade de três espécies de Syrphidae (Insecta, Diptera) capturados com armadilha Malaise no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 19 (1), p. 95 – 104. 2002.

Marinoni, L.; Marinoni, R. C.; Jorge, C. M. & Bonatto, S. R. Espécies mais abundantes de Syrphidae (Diptera) em dois anos de coletas com armadilhas Malaise no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23(4), p. 1071–1077. 2006.

Marinoni, L.; Miranda, G. F. G. & Thompson, F. C. Abundância e riqueza de espécies de Syrphidae (Diptera) em áreas de borda e interior de floresta no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de entomologia*, v. 48(4), p. 553 – 559. 2004.

Oliveira, P. Y., Souza, J. L. P., Baccaro, F. B. & Franklin, E. Ant species distribution along a topographic gradient in a “terrafirme” forest reserve in Central Amazonia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 852 – 860. 2009.

Oliveira, R. C.; Fonseca, A. R.; Silva, C. G.; Sidney, L. A. & Ferreira, C. P. S. Fauna de dípteros em uma área de cerrado no município de Divinópolis, estado de Minas Gerais. *Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 2 (2), p. 3 -7. 2008a.

Pavan, C.; Dobzhansky, T. & Burla, H. Diurnal behavior of some neotropical species of *Drosophila*. *Ecology*, v. 31, p. 36-43. 1950.

- Pearson, D. L. & Cassola, F. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*, v. 6, p. 376-391. 1992.
- Pellens, R. Fragmentação florestal em Mata Atlântica de Tabuleiros: os efeitos da heterogeneidade da paisagem sobre a diversidade de artrópodos edáficos. Tese (Doutorado em Geografia) - CCMN- IGEO, Universidade Federal do Rio de Janeiro - FRJ. Rio de Janeiro. 2002.
- Penariol, L. V & Madi-Ravazzi, L. Edge-interior differences in the species richness and abundance of drosophilids in a semideciduous forest fragment. *SpringerPlus*, v. 2 (114), p. 1 – 7. 2013.
- Peres-Neto, P. R. & Jackson, D. A. How well do multivariate data sets match? The advantages of a Procrustean superimposition approach over the Mantel test. *Oecologia*, v. 129, p. 169–178. 2001.
- Rafael, J. A. A amostragem. Protocolo e técnicas de captura de Diptera. In: Proyecto de red Iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática. PrIBES, Costa, C.; Vanin, S.A.; Lobo, J.M. & Melic, A. (Eds.). *Monografias Tercer Milênio*, Zaragoza, v.2, 2002. P. 301-304.
- Rodrigues-Filho, S. J. M. Efeitos de borda e aspectos ecológicos sobre moscas varejeiras (Diptera: Calliphoridae) em Laranjal do Jari, Amapá, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá-UFAP. Macapá, Amapá. 2011.
- Santos E. M. R.; Franklin, E.; Luizão F.J. & Magnusson W.E. Cost-efficiency of subsampling protocols to evaluate oribatid-mite communities in an Amazonian Savanna. *Biotropica*, v. 40, p. 728 – 735. 2008.
- Saunders, D. A.; Hobbs, R.J. & Margules, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, v. 5, p.18-52. 1991.
- SØli, G. E. E. Fungus gnats from Jostedal, West Norway (Diptera; Diadocidiidae and Mycetophilidae). *Fauna Norvengica - Serie B*, v. 41(1), p. 1-12. 1994.
- Sommaggio, D. & Burgio, G. The use of Syrphidae as functional bioindicator to compare vineyards with different managements. *Bulletin of Insectology*, v. 67 (1), p. 147-156. 2014.
- Souza, J. L. P., Baccaro, F. B., Landeiro, V. L., Franklin, E., Magnusson, W. E., Pequeno, P. A. C. L., & Fernandes, I. O. Taxonomic sufficiency and indicator taxa reduce sampling costs and increase monitoring effectiveness for ants. *Andersen, A. – Diversity and Distributions*, 22, 111–122. 2016.
- Souza, J. L. P.; Moura, C. A. R. & Franklin, E. Efficiency in inventories of ants in a forest reserve in Central Amazonia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44(8), p. 940 – 948. 2009.

- Souza, J. M. T. Diversidade inventarial e diferencial de Syrphidae (Diptera) no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba, Paraná. 2008.
- Souza, J.L.P.; Baccaro, F. B.; Landeiro, V. L.; Franklin, E. C.; Magnusson, W. E. Trade-offs between complementarity and redundancy in the use of different sampling techniques for ground-dwelling ant assemblages. *Applied Soil Ecology*, v. 56, p63-73. 2012.
- Souza-Silva, M. Fontenelle, J. C. R. & Martins, R. P. Seasonal abundance and species composition of flower-visiting flies. *Neotropical Entomology*, v. 30 (3), p. 351 – 359. 2001.
- Stireman, J. O.; Cerretti, P.; Whitmore, D.; Hardersen, S. & Gianelle, D. Composition and stratification of a tachinid (Diptera: Tachinidae) parasitoid community in a European temperate plain forest. *Insect Conservation and Diversity*. v. 5, p. 346–357. 2012.
- Tallamy, D. W.; Hansens, E. J. & Denno, R. F. A comparison of Malaise trapping and aerial netting for sampling a horsefly and deerfly community. *Environmental Entomology*, v. 5 (4), p. 788 – 792. 1976.
- Tauhyl, L. G. M. & Guimarães, M. V. U. Dipterofauna de fragmentos vegetacionais da UFSCar - campus Sorocaba, SP, Brasil. *Revista Tropicana – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 6 (2), p. 79 – 88. 2012.
- Torres, F. R. & Madi-Ravazzi, L. Seasonal variation in natural populations of *Drosophila* spp. (Diptera) in two woodlands in State of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoológica*, v. 96 (4), p. 437 – 444. 2006.
- Tourinho, A. L.; Lança, L. S.; Baccaro, F. B. & Dias, S. C. Complementarity among sampling methods for harvestman assemblages. *Pedobiologia - International Journal of Soil Biology*, v. 57, p. 37 – 45. 2014.
- Vieira, I. C. G.; Silva, J. M. C. & Toledo, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 19 (54), p. 153 – 164. 2005.
- Woodcock, B. A.; Watt, A. D. & Leather, S. R. Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. *Agric Ecosyst Environ*, v. 95, p. 443–452. 2003.
- Woodley, N. E. 2001. A world catalog of the Stratiomyidae (Insecta: Diptera). *Myia*, 11: 1–475.
- Woodley, N. E. 38. Stratiomyidae (Soldier Flies). In: Brown, B. V.; Borkent, A.; Cumming, J. M.; Wood, D. M.; Woodley, N. E.; Zumbado, M. A. Manual of Central

American Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: NRC Research Press, 2009. v 1. p. 521-549.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, L. M.; Ribeiro-Costa, C. S. & Marinoni, L. Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. Ribeirão Preto: Holos Editora Ltda-ME, 1998. 88p.
- Araújo, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. *Revista da Biologia*, v. 10 (1), p. 1 – 7. 2013.
- Autio, O.; Salmela, J. & Suhonem, J. Species richness and rarity of crane flies (Diptera, Tipuloidea) in a boreal mire. *Journal of Insect Conservation*, v. 17, p. 1125 – 1136. 2013.
- Basset, Y.; Cizek, L.; Cuénoud, P.; Didham, R. K.; Guilhaumon, F.; Missa, O.; Novotny, V.; Ødegaard, F.; Roslin, T.; Schmidl, J.; Tishechkin, A. K.; Winchester, N. N.; Roubik, D. W.; Aberlenc, H.-P.; Bail, J.; Barrios, H.; Bridle, J. R.; Castaño-Meneses, G.; Corbara, B.; Curletti, G.; Rocha, W. D.; Bakker, D. D.; Delabie, J. H. C.; Dejean, A.; Fagan, L. L.; Floren, A.; Kitching, R. L.; Medianero, M.; Miller, S. E.; Oliveira, E. G.; Orivel, J.; Pollet, M.; Rapp, M.; Ribeiro, S. P.; Roisin, Y.; Schmidt, J. B.; Sørensen, L. & Leponce, M. Arthropod diversity in a tropical forest. *Science*, v. 338, p. 1481–1484. 2012.
- Begon, M.; Towsend, C. R. & Harper, J. L. Ecology: from individuals to ecosystems. Oxford: Blackwell Publishing. 2006. 752 p.
- Bennett, A. The role of soil community biodiversity in insect biodiversity. *Insect Conservation and Diversity*, v. 3, p. 157–171. 2010.
- Borror, D. J. & DeLong, D. M. Estudo dos insetos. 7ed. São Paulo: Edgard Blu Ltda. 2011. p. 809.
- Brown, B. V. 1. Introduction. In: Brown, B. V.; Borkent, A.; Cumming, J. M.; Wood, D. M.; Woodley, N. E.; Zumbado, M. A. Manual of Central American Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: NRC Research Press, 2009. v 1, p. 1-7.
- Carvalho, C. J. B.; Rafael, J. A.; Couri, M. S. & Silva, V. C. 40. Diptera. In: Rafael, J. A.; Melo, G. A. R.; Carvalho, C. J. B.; Casari, S. A. & Constantino, R. Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 701 – 744.
- Castellón, E. G.; Fé, N. F.; Buhrnheim, P. F. & Fé, F. A. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) na Amazônia. II. Listagem das espécies coletadas na bacia petrolífera no Rio Urucu, Amazonas, Brasil, utilizando diferentes armadilhas e iscas. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17 (2), p. 455 – 462. 2000.

- Collinge, S. K. Spatial ecology and biological conservation - introduction. *Biological Conservation*, v. 100. p. 1–2. 2001.
- Costa, F. V. F. R. C.; Capelotto Costa, F. R.; Magnusson, W. E.; Franklin, E.; Zuanon, J.; Cintra, R.; Luizão, F.; Camargo, J. L. C.; Andrade, A.; Laurance, W. F.; Baccaro, F. F.; Souza, J. L. P. & Espírito-Santo, H. Synthesis of the first 10 years of long-term ecological research in Amazonian Forest ecosystem – implications for conservation and management. – *Natureza & Conservação*, v. 13, p. 3 – 14. 2015.
- Costa, F. R. C. & Magnusson, W. E. The Need for Large-Scale, Integrated Studies of Biodiversity: the Experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Natureza & Conservação*, v. 08, p. 3–12. 2010.
- Cuevas-Reyes, P.; Quesada, M.; Hanson, P.; Dirzo, R. & Oyama, K. Diversity of gall-inducing insects in a Mexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology*, v. 92, p. 707-716. 2004.
- Curran, C. H. The Diptera of Kartabo, Bartica District. British Guiana, with description of new species from other British Guiana locations. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v 66(3), p 287 – 532. 1934.
- Davis, J. L.; Fontenelle, J. C. R. & Gomes, S. M. N. Variação sazonal na composição e abundância de Stratiomyidae (Diptera, Brachycera) em estágios sucessionais florestais no Parque Rio Doce (PERD) MG. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG. 2009.
- Dutra, R. R. C. & Marinoni, R. C. Insetos capturados com armadilha Malaise na Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil: I. Composição de ordens. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 11 (2), p. 227 – 245. 1994.
- Ellwood, M. D. F., & Foster, W. A. Doubling the estimate of invertebrate biomass in a rainforest canopy. *Nature*, v. 429, p. 549 – 51. 2004.
- Evans, T. D. & Viengkham, O. V. Inventory time-cost and statistical power: a case study of a Lao rattan. *Forest Ecology and Management*. v. 150, p. 313–322. 2001.
- Fittkau, E. J. & Klinge, H. On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*, v. 5, p. 2–14. 1973.
- Fontenelle, J. C. R. Discriminação entre tipos florestais por meio da composição e abundância de Diptera. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.

- Garcia, E. R. Contribuição ao conhecimento da fauna de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) do Parque Municipal de Nova Iguaçu. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biologia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2009.
- Graça, M. B. C. S. Diversidade, padrões de distribuição e esforço de coleta de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) frugívoras em floresta ombrófila densa da Amazônia, Manaus, Brasil. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus, Amazonas. 2013.
- Gullan, P. J. & Cranston, P. S. Insetos: Um resumo de entomologia. 4 ed. São Paulo: Roca, 2012. 480 p.
- Hódar, J. A.; Zamora, R. & Castro, J. Host utilisation by moth and larval survival of pine processionary cartepillar *Thaumetopoea pityocampa* in relation to food quality in tree *Pinus* species. *Ecological Entomology*, v. 27, p. 292 – 301. 2002.
- Hoorn, C. & Wesselingh, F. P. Amazonia, landscape and species evolution: A look to the past. Wiley-Blackwell, Chichester, UK, 2010. 464 p.
- Hopkins, M. J. G. Flora da Reserva Ducke, Amazonas Brasil. *Rodriguésia*, v. 56, p. 9 – 25. 2005.
- James, M. T. & McFadden, M. W. The genus *Merosargus* in Middle America and the Andean Subregion (Diptera: Stratiomyidae). *Melandieria. Washington State Entomological Society*, v. 7(2), p. 1- 76. 1971.
- James, M. T. Stratiomyidae. In: McAlpine, J. F.; Peterson, B. V.; Shewell, G. E.; Teskey, H. J.; Vockeroth, J. R.; Wood, D. M. Manual of Nearctic Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: Research Branch, Agriculture, 1981. v1. p. 497 - 511.
- James, M. T. Studies in Neotropical Stratiomyidae (Diptera). IV. The genera related to *Cyphomyia* Wiedemann. *Revista de Entomologia*, v. 11 (1-2), p 119 – 149.1940.
- Kovac, D. & Rozkošný, R. Insecta: Diptera, Stratiomyidae. In: Yule, C. M. & Young, H. S. Freshwater invertebrates of the Malaysian Region. Academy of Science Malaysian. Singapore, Kuala Lumpur: Elsevier, 2004. p. 798 - 804.
- Leitão- Filho, G. D. E. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. Unicamp, Departamento de botânica *IPEF*, v 35. p. 41 – 46.1987.
- Magalhães, C.; Santos, J. L. C. & Salem, J. I. Automação de coleções biológicas e informações sobre a biodiversidade Amazônica. *Parcerias Estratégicas*, v. 12, p. 294 – 312. 2011.
- Magnusson W., Braga-Neto R., Pezzini F., Baccaro F. B., Bergallo H., Penha J., Rodrigues D., Verdade L. M., Lima A. P., Albernaz A. L. K. M., Hero J.-M., Lawson B., Castilho C. V., Drucker D. P., Franklin E., Mendonça F. P., Costa F. R. C., Galdino G., Castley G., Zuanon J., Vale J. do, Santos J. L. C. S., Luizão R.,

- Cintra R., Barbosa R. I., Lisboa A., Koblitz R. V., Cunha C. N. da, & Pontes A. R. M. Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrated Biodiversity and Integrated Environmental Monitoring. Áttema Editorial, Manaus. 2013.
- Magnusson, W. E.; Lima, A. P.; Luizão, R.; Luizão, F.; Costa, F. R. C., Castilho, C. V.; Kinupp, V. F. RAPELD: a modification of the gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, v.5(2), p. 1-6. 2005.
- Marinoni, L. & Bonatto, S. R. Sazonalidade de três espécies de Syrphidae (Insecta, Diptera) capturados com armadilha Malaise no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 19 (1), p. 95 – 104. 2002.
- Marinoni, L.; Marinoni, R. C.; Jorge, C. M. & Bonatto, S. R. Espécies mais abundantes de Syrphidae (Diptera) em dois anos de coletas com armadilhas Malaise no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23(4), p. 1071–1077. 2006.
- Marinoni, L.; Miranda, G. F. G. & Thompson, F. C. Abundância e riqueza de espécies de Syrphidae (Diptera) em áreas de borda e interior de floresta no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de entomologia*, v. 48(4), p. 553 – 559. 2004.
- Marques-Filho, A. O.; Ribeiro, M. N. G.; Santos, H. M.; Santos, J. M. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Duce. IV. Precipitação. *Acta Amazônica*, v. 11, p. 759-768. 1981.
- Moreira, E. A.; Pinto, G. S.; Neves, L. C. R. S. & Martins, C. A. Fauna de dípteros necrófagos e suas respostas à complexidade vegetal. *Revista da Universidade Vale do rio Verde*, Três Corações, v. 12 (1), p. 444 – 454. 2014.
- Narchuk, E. P. Family Stratiomyidae. In: Bei-Bienko, G. Ya.; Steykal, G. C. Keys to the insects of the European part of the USSR: Diptera and Siphonaptera. Part I. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Libraries and The National Science Foundation, 1988. v. 5. p. 701-738.
- Oliveira, M. L.; Baccaro, F. B.; Braga-Neto, R.; Magnusson, W. E. Reserva Duce: A biodiversidade amazônica através de uma grade. Manaus, INPA, 2008b. p. 11 – 20.
- Oliveira, R. C.; Fonseca, A. R.; Silva, C. G.; Sidney, L. A. & Ferreira, C. P. S. Fauna de dípteros em uma área de cerrado no município de Divinópolis, estado de Minas Gerais. *Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 2 (2), p. 3 -7. 2008a.
- Pinheiro, F.; Diniz, I. R.; Coelho, D. & Bandeira, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, v. 27, p. 132-136. 2002.
- Pires, J.M. Estudos dos principais tipos de vegetação do estuário amazônico. Piracicaba, 1972, 183p. Tese (Doutorado em -ESALQ).

- Rafael, J. A. A amostragem. Protocolo e técnicas de captura de Diptera. In: Proyecto de red Iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática. PRIBES, Costa, C.; Vanin, S.A.; Lobo, J.M. & Melic, A. (Eds.). *Monografías Tercer Milenio*, Zaragoza, v.2, 2002. P. 301-304.
- Rafael, J. A. Diversidade de insetos com ênfase em Diptera. In: XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, 2014, Goiânia.
- Ribeiro, J. E. L.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M. A. S.; Brito, J. M.; Souza, M. A.; Martins, L. H. P.; Lohmann, L. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, E. C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R. & Procópio, L. C. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus, INPA-DFID. 1999. 793 p.
- Ribeiro, S. P. & Fernandes, G. W. Interações entre insetos e plantas no cerrado: teoria e hipóteses de trabalho. In: Martins RP, Lewinsohn TM e Barbeitos MS, editors. Ecologia e comportamento de insetos. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, 2000. v. 3, p. 299-320.
- Richards, L. A. & Coley, P. D. Seasonal and habitat differences affect the impact of food and predation on herbivores: A comparison between gaps and understory of a tropical forest. *Oikos*, v. 116, p. 31–40. 2007.
- Rozkošný, R. A biosystematic study of the European Stratiomyidae (Diptera). Volume 1. Introduction, Beridinae, Sarginae, Stratiomyinae. Dr. W. Junk Publishers: The Hague, Boston, London, 1982. 401pp.
- Santos E. M. R.; Franklin, E.; Luizão F.J. & Magnusson W.E. Cost-efficiency of subsampling protocols to evaluate oribatid-mite communities in an Amazonian Savanna. *Biotropica*, v. 40, p. 728 – 735. 2008.
- Scherber, C.; Vockenhuber, E. A.; Stark, A.; Meyer, H. & Tschardtke, T. Effects of tree and herb biodiversity on Diptera, a hyperdiverse insect order. *Oecologia*, v. 174, p. 1387–1400. 2014.
- Souza, J. L. P.; Moura, C. A. R. & Franklin, E. Efficiency in inventories of ants in a forest reserve in Central Amazonia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44(8), p. 940 – 948. 2009.
- Souza, J. M. T. Diversidade inventarial e diferencial de Syrphidae (Diptera) no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba, Paraná. 2008.
- Souza, J. L. P.; Baccaro, F.B.; Landeiro, V. L.; Franklin, E. C.; Magnusson, W. E. Trade-offs between complementarity and redundancy in the use of different sampling techniques for ground-dwelling ant assemblages. *Applied Soil Ecology*, v. 56, p63-73. 2012.

- Tallamy, D. W.; Hansens, E. J. & Denno, R. F. A comparison of Malaise trapping and aerial netting for sampling a horsefly and deerfly community. *Environmental Entomology*, v. 5 (4), p. 788 – 792. 1976.
- Tourinho, A. L.; Lança, L. S.; Baccaro, F. B. & Dias, S. C. Complementarity among sampling methods for harvestman assemblages. *Pedobiologia - International Journal of Soil Biology*. In press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2013.09.007>. 2013.
- Townes, H. A lightweight Malaise trap. *Entomology News*, v. 83, p. 239- 247. 1972.
- Vieira, I. C. G.; Silva, J. M. C. & Toledo, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 19 (54), p. 153 – 164. 2005.
- Woodcock, B. A.; Watt, A. D. & Leather, S. R. Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. *Agric Ecosyst Environ*, v. 95, p. 443–452. 2003.
- Woodley, N. E. 2001. A world catalog of the Stratiomyidae (Insecta: Diptera). *Myia*, 11: 1–475.
- Woodley, N. E. 33. Family Stratiomyidae. In: Evenhuis, N. L. Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions. Bishop Museum Special Publication No. 86. Bishop Museum Press and E. J. Brill, Honolulu and Leiden, 1989. p. 301-320.
- Woodley, N. E. 38. Stratiomyidae (Soldier Flies). In: Brown, B. V.; Borkent, A.; Cumming, J. M.; Wood, D. M.; Woodley, N. E.; Zumbado, M. A. Manual of Central American Diptera. Ottawa, Ontario, Canada: NRC Research Press, 2009. v 1. p. 521-549.

**APÊNDICE A** – Valores das variáveis ambientais utilizadas como preditoras. ‘NA’ representa parcelas nas quais não foi possível realizar as medidas.

Linha	Parcela	Média da profundidade da serapilheira (cm)	Riqueza de plantas herbáceas	Distância parcela – igarapé (m)	Riqueza de árvores mortas	Riqueza de palmeiras	Troncos caídos
L3	500	3,7	15	429,1047	50	10	43
L3	1500	3,4	15	165,1976	39	4	48
L3	2500	3,4	16	43,90505	35	8	35
L3	3500	2,1	33	31,18466	47	6	69
L3	4500	4,2	23	458,2658	23	1	35
L4	500	2,4	7	50,47792	32	1	29
L4	1500	4,1	22	134,6194	29	11	37
L4	2500	3,8	20	579,1839	17	2	73
L4	3500	3,5	18	368,1505	24	5	43
L4	4500	2,8	26	400,0522	24	1	44
L5	500	4,2	NA	38,42936	33	4	25
L5	1500	3,8	NA	473,1131	16	6	33
L5	2500	4,9	19	142,2158	17	3	70
L5	3500	4,2	17	433,8561	15	6	69
L5	4500	3,9	18	180,9956	19	5	37
L6	500	4,3	28	121,3706	53	3	53
L6	1500	3,8	31	65,51811	21	7	44
L6	2500	4,1	30	43,23443	32	6	39
L6	3500	4,1	19	159,2259	33	6	39
L6	4500	5	NA	155,0541	17	1	52
L7	500	4,5	18	188,292	16	7	24
L7	1500	4,7	20	208,5057	40	9	39
L7	2500	4,5	15	296,7354	20	5	NA
L7	3500	4,6	18	201,2783	38	7	42
L7	4500	4,7	NA	371,3926	32	5	35
L8	500	3,2	35	35,71523	15	7	30
L8	1500	3,9	25	18,21624	43	8	45
L8	2500	4,6	15	341,4671	36	6	42
L8	3500	5,3	28	80,1801	24	5	35
L8	4500	3,9	20	219,4853	25	5	63