



Pós-Graduação  
**ZOOLOGIA**  
MPEG/UFPA

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

**EFEITO DAS CLAREIRAS DE AÇÃO PETROLÍFERA SOBRE A COMPOSIÇÃO  
DE DROSOPHILIDAE (DIPTERA) NA BACIA DO RIO URUCU, COARI-  
AMAZONAS**

**Ivaneide da Silva Furtado**

Belém / Pará  
2006

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

**EFEITO DAS CLAREIRAS DE AÇÃO PETROLÍFERA SOBRE A COMPOSIÇÃO  
DE DROSOPHILIDAE (DIPTERA) NA BACIA DO RIO URUCU, COARI-  
AMAZONAS**

**Ivaneide da Silva Furtado**

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

Orientadora: Dra. Marlúcia Bonifácio Martins

Belém / Pará  
2006

**Ivaneide da Silva Furtado**

**Efeito das clareiras de ação petrolífera sobre a composição de  
Drosophilidae (Diptera) na bacia do rio Urucu, Coari-Amazonas.**

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

Orientadora: Dra. Marlúcia B. Martins

Belém / Pará  
2006

**Ivaneide da Silva Furtado**

**Efeito das clareiras de ação petrolífera sobre a composição de  
Drosophilidae (Diptera) na bacia do rio Urucu, Coari-Amazonas.**

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

**Dra. Marlúcia Bonifacio Martins**

Departamento de Zoologia - Museu Paraense Emílio Goeldi  
Orientadora

**Dra. Vera Lúcia Valente Gaiesky**

Departamento de Genética-Universidade Federal do Rio G. do Sul  
Titular

**Dr. Orlando Tobias Silveira**

Departamento de Zoologia-Museu Paraense Emílio Goeldi  
Titular

**Dr. Alexandre Bragio Bonaldo**

Departamento de Zoologia-Museu Paraense Emílio Goeldi  
Titular

**Dra. Maria Cristina dos Santos Costa**

Departamento de Biologia-Universidade Federal do Pará  
Suplente

Coordenação de Zoologia – Museu Paraense Emílio Goeldi

Apresentada e aprovada em Belém, 27 de Abril de 2006.

**i**

*Aos meus pais,  
irmãos e a minha filha Mayara  
razão da minha vida!*

*“O mal neste mundo é que os  
estúpidos vivem cheios de si  
e os sábios cheios de dúvidas.”  
Bertrand Russell*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por acreditar fielmente no poder Divino;

A minha orientadora Dra. Marlúcia Martins pelo incentivo, apoio, amizade e imensa paciência durante o desenvolvimento deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao projeto PT1 “**Dinâmica de Clareiras sob Impacto da Exploração Petrolífera – DICLA**”, coordenado atualmente pela Dra. Ana Lúcia Prudente, pelo apoio financeiro concedido nas coletas;

A Petrobrás pelo transporte e apoio logístico;

Ao Dr. Louis Bernard Klaczko pelas orientações em relação à execução do experimento;

A Dr. Maria Cristina Espósito pela ajuda nas coletas de dados;

Aos amigos Claudinéia Ramos, Catarina Praxedes e José Augusto Barreiros pela ajuda nas análises estatísticas;

As amigas Ana Carolina Rendeiro e Joana Cristina pela revisão bibliográfica;

Ao Giovani Zolli pela tradução;

Aos amigos do Laboratório de Ecologia de Insetos, Alessandra Rodrigues, Cristiano Rocha, Fabíola Azevedo, João Thiago, Michele Azevedo, Ronildon Miranda, Mauricio Rodrigues e Thiago Valente pela amizade, incentivo, ajuda na parte prática do trabalho, enfim pelo convívio amigável que tivemos durante esses vários anos;

A amiga Rosimeire Trindade que nos momentos mais difíceis me ajudou a tirar dúvidas sobre o trabalho;

Aos técnicos e grandes amigos José Antônio Pena e Luzanira Seleiro pela amizade e ajuda nas coletas de campo;

Ao Dr. Hermes Medeiros pelas sugestões na preparação da versão final da apresentação;

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia do Convênio Universidade Federal do Pará/ Museu Paraense Emílio Goeldi, representado pela Dra. Tereza Cristina Sauer de Ávila Pires;

As secretárias da Pós-graduação Dorotéia e Anete pela amizade e incentivo nestes anos de convívio;

Aos meus pais, irmãos, pelo incentivo, compreensão na minha ausência e apoio no meu isolamento para escrever esta redação;

A minha filha Mayara mesmo sem entender muito bem o que eu faço, superou a minha ausência durante o período de campo;

À mãe natureza, pela sabedoria nas interações ecológicas;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu Muito Obrigada!



v  
**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
2.1. ÁREA DE ESTUDO.....	14
2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	15
2.3. AMBIENTES ESTUDADOS.....	16
2.3.1. CLAREIRA DE ORIGEM ANTRÓPICA.....	17
2.3.2. CLAREIRA NATURAL.....	18
2.3.3. MATA.....	20
2.4. PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM.....	21
2.4.1. MÉTODO DE COLETA.....	21
2.4.2. DESENHO AMOSTRAL.....	21
2.4.3. TRIAGEM, MONTAGEM E CONSERVAÇÃO DO MATERIAL.....	24
2.4.4. IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL.....	25
2.5. MANUTENÇÃO DOS DROSOFILÍDEOS EM LABORATÓRIO.....	26
2.6. ANÁLISE DOS DADOS.....	27
2.7. OBSERVAÇÃO DA EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES DE DROSOPHILIDAE EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....	29
2.7.1. PROCEDIMENTO.....	30

<b>3. RESULTADOS</b> .....	34
3.1.4. COMPARAÇÃO ENTRE OS HABITATS.....	34
3.2. DISTRIBUIÇÃO DOS ARTRÓPODES COLETADOS NAS ARMADILHAS PARA DROSOPHILIDAE NO URUCU.....	35
3.3. ESTIMATIVA DE RIQUEZA DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA DROSOPHILIDAE.....	38
3.4. DIVERSIDADE ENTRE OS AMBIENTES ESTUDADOS.....	45
3.5. SIMILARIDADE ENTRE OS AMBIENTES ESTUDADOS.....	46
3.6. DISTRIBUIÇÃO DAS ABUNDÂNCIAS DAS ESPÉCIES DE DROSOPHILIDAE.....	48
3.7. ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES DE DROSOPHILIDAE EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	53
3.8. EXPERIMENTO.....	59
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	63
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO HABITAT.....	63
4.2. DISTRIBUIÇÃO DAS FAMÍLIAS MAIS ABUNDANTES.....	63
4.3. ESTIMATIVAS DE RIQUEZA.....	64
4.4. DIVERSIDADE DAS ESPÉCIES ENTRE OS AMBIENTES ESTUDADOS.....	66
4.5. SIMILARIDADE ENTRE OS AMBIENTES ESTUDADOS.....	67
4.6. DISTRIBUIÇÃO DAS ABUNDÂNCIAS DAS ESPÉCIES DE DROSOPHILIDAE.....	68
4.7. PADRÕES DE EMERGÊNCIA E ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES ENVOLVIDAS NO EXPERIMENTO.....	71
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	76
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	78

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa da localização da Base do Urucu, no Estado do Amazonas.....	14
<b>Figura 2.</b> Vista aérea das clareiras abertas na base do Urucu .....	15
<b>Figura 3.</b> Fotografia de uma das clareiras (antropizadas-LUC) usada para coleta de Drosophilidae na área do Urucu no Estado do Amazonas.....	18
<b>Figura 4.</b> Fotografia de uma das clareiras naturais usada para coleta de Drosophilidae na área do Urucu no Estado do Amazonas.....	19
<b>Figura 5.</b> Imagem de mata contínua usada para coleta de Drosophilidae na área do Urucu no Estado do Amazonas.....	20
<b>Figura 6.</b> Armadilha com isca de banana para a coleta de indivíduos da família Drosophilidae e outros insetos.....	21
<b>Figura 7.</b> Esquema de distribuição dos sítios de coleta nos Poços (LUC), Jazidas (JAZ), Clareiras Naturais (NAT) e Mata (MAT) nas três expedições no Urucu. ....	23
<b>Figura 8.</b> Foto da câmera de germinação, utilizada para manutenção dos drosofilídeos.....	27
<b>Figura. 9</b> Esquema de distribuição das fêmeas capturadas nos diferentes ambientes e utilizadas na primeira etapa do experimento em campo.....	31
<b>Figura. 10.</b> Esquema de distribuição das fêmeas capturadas nos diferentes ambientes e utilizadas no segundo período do experimento em campo.....	32

<b>Figura 11.</b> Foto da disposição dos frascos em campo aguardando as emergências. Os grupos de frascos estão separados por apresentarem diferentes origens. ....	33
<b>Figura 12.</b> Proporção de insetos das famílias coletadas nas armadilhas para Drosophilidae, nos três habitats de estudo da área do Urucu. Apresentados os táxons com valores absolutos superiores a 50 indivíduos.....	38
<b>Figura 13.</b> Estimativa de riqueza de espécies de Drosophilidae para área do Urucu, para 227 amostras, para sete estimadores. Jack 2 (Verde), Chao 2 (Violeta), ICE (Amarelo), Chao 1 (azul claro), Jack 1 (Marrom), ACE (Rosa) e Bootstrap (Azul).....	39
<b>Figura 14.</b> Estimativa da riqueza de espécies de Drosophilidae realizada para o ambiente antropizado (A) e os ambientes naturais (B) na área do Urucu, com base nos estimadores de riqueza, ICE (amarelo), Jack 2 (verde), Chão 2 (violeta), Jack 1 (marrom), ACE (rosa), Chao 1 (azul claro), Bootstrap (azul).....	40
<b>Figura 15.</b> Curva acumulativa de espécies raras para o total das amostras. Observado (azul escuro); Unicata (azul claro); Únicos (rosa); Duplos (amarelo); Duplicate. (marrom).....	41
<b>Figura 16.</b> Curva acumulativa de espécies raras para o ambiente natural. Observado (azul escuro); Uniques (azul claro); Duplicates (marrom).....	42
<b>Figura 17.</b> Curva acumulativa de espécies raras para o ambiente de jazida. Observado (azul escuro); Uniques (azul claro); Singletons (rosa); Doubletons (amarelo); Duplicates (marrom).....	43

<b>Figura 18.</b> Dendrograma para coeficiente de Jaccard baseado no método UPGMA.....	47
<b>Figura 19.</b> Dendrograma para coeficiente de Morisita baseado no método UPGMA.....	47
<b>Figura 20.</b> Distribuição dos subgrupos mais abundantes de <i>Drosophila</i> em cada habitat. Levando em consideração todos os indivíduos coletados.....	49
<b>Figura 21.</b> Abundância das espécies de <i>Drosophilidae</i> no total das amostras na área do Urucu. Apresentadas apenas as espécies com abundância absoluta acima de 30 indivíduos machos.....	52
<b>Figura 22.</b> Proporção entre os ambientes das seis espécies de <i>Drosophilidae</i> mais abundantes. Valor relativo calculado com base na média do número de indivíduos por amostra em cada habitat. ....	53
<b>Figura 23.</b> Análise de regressão entre as seis espécies mais abundantes e o grau de cobertura foliar para as áreas de estudo do Urucu.....	55
<b>Figura 24.</b> Análise de regressão entre as seis espécies mais abundantes e a temperatura para as áreas de estudo do Urucu.....	56
<b>Figura 25.</b> Análise de regressão entre as seis espécies mais abundantes e o grau de umidade para as áreas de estudo do Urucu.....	57

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Valores de P de Tukey calculado para cobertura foliar entre os ambientes estudados.....	34
<b>Tabela 2.</b> Valores de P de Tukey calculado para temperatura entre os ambientes estudados.....	34
<b>Tabela 3.</b> Valores de P de Tukey calculado para umidade entre os ambientes estudados.....	35
<b>Tabela 4:</b> Frequência absoluta e relativa das ordens e famílias de artrópodes acompanhantes capturados nas armadilhas para Drosophilidae no Urucu.....	36
<b>Tabela 5.</b> Valores obtidos nas análises de riqueza de espécies para o total de amostras e para cada sítio de coleta no inventário de drosofilídeos na área do Urucu.....	45
<b>Tabela 6.</b> Valores dos índices de diversidade entre os habitats de estudo para o total de amostras na área do Urucu. ....	46
<b>Tabela 7.</b> Frequência absoluta e relativa dos subgrupos de Drosophilidae mais abundantes no Urucu, baseada em todos os indivíduos coletados.....	49
<b>Tabela 8.</b> Frequência absoluta e relativa das espécies de Drosophilidae encontradas no Urucu, baseada apenas em dados de machos.....	51
<b>Tabela 9.</b> Análise de regressão múltipla para cada uma das espécies a cada uma das e os três fatores ambientais.....	58

<b>Tabela 10.</b> Análise de regressão individual para cada espécie a cada uma das variáveis ambientais.....	58
<b>Tabela 11.</b> Valores absolutos obtidos da emergência de adultos das espécies de <i>Drosophilidae</i> em sete dias de observação em campo no segundo experimento. Entre parêntese o número de fêmeas reprodutoras em cada ambiente.....	61
<b>Tabela 12.</b> Valores do Teste de Tukey entre os ambientes de estudo para a espécie <i>D. malerkotliana</i> .....	61

**RESUMO**

Os drosofilídeos são indicadores das condições do ecossistema em relação aos efeitos do desmatamento das florestas tropicais úmidas, atuando indiretamente como ferramentas para a criação de estratégias de conservação dos grandes biomas. Foi conduzido um estudo na área petrolífera do Urucu - AM, com o intuito de comparar a riqueza e diversidade de espécies de drosofilídeos entre os habitats de clareiras artificiais (jazidas), naturais e floresta contínua. No período de 2003 a 2005 foram realizadas três excursões, nas quais foram utilizadas armadilhas contendo isca de banana fermentada. Para tal, foram utilizados 33 sítios: 11 clareiras naturais, 16 clareiras artificiais e seis transectos em floresta contínua. Além disto, foi testada experimentalmente no campo a capacidade de nove espécies desenvolverem-se nos dos habitats estudados. Foram capturados 7.652 insetos, dentre os quais 4.354 pertencentes à ordem Diptera (56,90%), distribuídos em 24 espécies de Drosophilidae, pertencentes a dois subgêneros: *Sophophora* e *Drosophila*. O padrão de abundância das espécies foi diferente entre os habitats. O subgrupo willistoni representou 60,54% do total de drosofilídeos, mais concentrado nas áreas de mata (79,09%). O segundo subgrupo mais abundante foi ananassae, representando 10,40% do total de drosofilídeos, concentrado nas jazidas (35,36%). As curvas de acumulação de espécies, com 227 amostras não tenderam a assíntota, com estimativas que variaram de 24 a 34 espécies. A análise de similaridade no coeficiente de Jaccard mostra 55% de semelhança entre os habitats de clareira natural e jazida, enquanto para Morisita ficou em torno de 98,1% entre a mata e clareira natural. Em relação ao experimento, *D. malerkotliana* foi a única espécie do subgrupo ananassae que emergiu em todos os habitats, apresentando



diferenças significativas de emergência entre estes (ANOVA,  $p < 0,001$ ). As espécies do subgrupo willistoni apresentaram menores taxas de emergência, porém estas ocorreram apenas nas áreas de floresta independentemente do local de origem das moscas parentais. Estes resultados mostram a eficiência do método utilizado, precisando aumentar o esforço amostral para estimar a riqueza real de drosofilídeos de frutos.

---

Palavras-chave: Drosofilídeos frugívoros, riqueza de espécies, indicadores biológicos, Amazônia, Urucu.

**ABSTRACT**

Drosophilidae are ecosystem condition indicators in relation to the effects of deforestation in tropical rainforest, and are a tool for designing conservation strategies in large biomes. A study in the Urucu oilfields (State of Amazonas, Brazil), was conducted seeking to compare richness and diversity of drosophilidae in artificial clearings (oilfields), natural clearings and continuous forest. Three excursions took place between 2003 and 2005. Fermented banana traps were used in 33 sites: 11 natural clearings, 16 artificial clearings and six continuous forest transects. We also, tested in the field the ability of nine species to develop in these three habitats. We captured 7,652 insects, 4,354 of which belonging to the Order Diptera (56,90%), distributed among 24 species of Drosophilidae, of two subgenus, *Sophophora* and *Drosophila*. Species distribution varied among habitats. 60,54% of the drosophilidae were of the willistoni subgroup, heavily concentrated in primary forest (79,09%). The second largest subgroup was ananassae (10,40% of total drosophilidae), in higher concentrations in oilfields (35,36%). The species accumulation curves, with 227 samples did not approach asymptotes; the estimates varied between 24 and 34 species. Jaccard coefficient similarity analysis shows 55% likeness between natural clearing and oilfield habitats, while in Morisita it measured 98,1% between primary forest and natural clearings. *D. malerkotliana* was the only species of the ananassae subgroup that appeared in all habitats, with significant variations (ANOVA,  $p=0.001$ ). Willistoni subgroup species appeared less frequently, only in forest areas, regardless of the original location of parental

flies. These results show the effectiveness of the methods used and the need to increase the sampling effort to estimate the actual diversity of fruit Drosophilidae.

---

Keywords: frugivorous Drosophilidae, species richness, indicators biological, Amazonia, Urucu.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país mais “megadiverso” do planeta, e o que apresenta a maior quantidade de espécies endêmicas. Abriga aproximadamente 20% de todas as espécies animais conhecidas e uma variedade impressionante de vegetais. Essa diversidade pode ser explicada pelas várias zonas climáticas existentes no país, entre elas; a equatorial do norte, a semi-árida do nordeste e a subtropical do sul (Megale, 2005).

A Amazônia brasileira e toda a bacia Amazônica como detentoras de respectiva e aproximadamente, 40% e 60% das florestas tropicais úmidas do mundo (Grace, 1995). A floresta amazônica é considerada a “caixa-preta” da biodiversidade. Segundo Megale (2005), relata que existem mais de 10 milhões de espécies vivas na floresta, porém o número real é incalculável, pois estudos mostram que todos os dias novas espécies são descobertas e outras desaparecem sem que se tome conhecimento da sua existência.

Os artrópodes são grupos de invertebrados dominantes em habitat de terra firme (Odegaard, 2000), dentre estes os insetos são os mais abundantes. De cada quatro espécies três são insetos, o que equivale a mais da metade de todas as espécies conhecidas (Erwin, 1982).

A maioria dos biólogos acredita que o mundo está hoje em meio a mais acelerada extinção em massa de seres vivos em 4,5 bilhões de anos da história do planeta (Ed. Ayres, 2001). Diferente de outras extinções em massa ocorridas no planeta, a atual é causada pela atividade humana (Lasalle & Gauldy, 1991; Fischer, 2005), e não por fenômenos naturais como foi o caso dos dinossauros. A perda da biodiversidade é um problema ambiental mais grave do que a destruição da camada de ozônio, aquecimento global ou poluição e contaminação. Neste ritmo, acredita-se que nos próximos 30 anos até um terço das espécies

vivas hoje estejam extintas (Declarações de Cientistas do Instituto Americano de Ciências Biológicas em 2001).

As principais causas da perda de diversidade estão relacionadas à: destruição de habitats naturais, através do desmatamento acelerado da floresta; degradação do solo devido a queimadas desordenadas e introduções de espécies exóticas.

A Floresta Amazônica tem sido explorada ao longo de vários anos, com conseqüente perda da capacidade de sustentação de sua vegetação (Martins Pinto, 2001). A degradação da floresta está estimada em 150.000km<sup>2</sup> (Turner, 1996), esta perda de habitat indica que o desaparecimento da fauna nativa varia entre 17% e 26% do total habitado na área (Azevedo-Ramos, Kalif & Carvalho Jr., 2002).

Os principais fatores que empobrecem uma área desmatada: primeiro, a chuva que lava o solo desprotegido removendo as partículas e dissolvendo as substâncias que o constituem. Outro fator é o sol que atua ressecando o húmus e eliminando os nutrientes, sem a coesão exercida pela água as partículas se desprendem facilmente e são transportadas pelo vento, na forma de poeira, ou pela chuva. Essas condições do ambiente favorecem a extinção da fauna que depende exclusivamente dos nutrientes que a floresta conserva.

O processo de recuperação de áreas degradadas depende primeiramente da restauração do solo (Fischer, 2005), criando condições que permitam a fixação e manutenção da vegetação evitando processos erosivos (Martins Pinto, 2001). Posteriormente, a regeneração deve seguir o princípio de que as espécies nativas são as que possuem maior probabilidade de se desenvolver plenamente, mantendo suas características de reprodução e de regeneração natural, em equilíbrio com seus predadores naturais. Um outro princípio

fundamental é que, no reflorestamento todos os grupos de espécies são importantes para a nova comunidade, desde aqueles típicos do início da sucessão ecológica, como as espécies que são mais comuns em estágios mais avançados (Reis, Zamborin & Nakazono, 1999).

A interação entre plantas e animais em florestas tropicais é determinante para a reestruturação do ecossistema, pois envolve relações fundamentais, tais como polinização, dispersão de sementes e herbivoria/predação (Bawa *et al.*, 1985). A sucessão de organismos que estão presentes em cada etapa da recuperação destas áreas possui exigências específicas (Kageyama & Gandara, 2000).

Espécies de invertebrados edáficos, como ácaros e colêmbolos ocorrem especificamente em cada etapa de recuperação de áreas degradadas e atuam em conjunto com os fatores físicos e químicos do solo, estabelecendo o estágio e as tendências de desenvolvimento dessa recuperação (Rovedder *et al.*, 2001).

Nenhuma espécie sobrevive no meio de forma independente, interações ecológicas sempre estarão presentes, seja a nível alimentar, comportamental ou reprodutivo. A maior parte do fluxo de matéria e energia no sistema de floresta tropical envolve microorganismos e invertebrados na interface solo-plantas e plantas-herbívoros. Estes processos de interação representam a maior parte das funções do ecossistema (Brown Jr., 1997a).

Para se avaliar o grau de destruição a que foi submetida uma determinada área ou mesmo para saber quão íntegro esta se encontra e, conseqüentemente, delinear e monitorar ações de recuperação é recomendável lançar mão de estudos do ecossistema e seus habitantes, para que providências sejam tomadas e os problemas amenizados. Uma forma de realizar tais estudos é através da utilização de organismos capazes de responder às mudanças ambientais, denominados como bioindicadores. A literatura recente está plena de exemplos

desse tipo (Mason, 1996; Pearman, 1997; Didham, 1997; Azevedo-Ramos, Nasi & Carvalho Junior, 2002).

A escolha de bioindicadores depende da questão que se deseja analisar que pode ser desde mudanças climáticas e alterações devidas à poluição até outros tipos de modificações físicas no ambiente. A quantidade de espécies raras, por exemplo, é considerada por alguns pesquisadores como uma boa indicação de riqueza de espécies, e assim prestar-se-ia bem às análises de biodiversidade, enquanto que espécies estenotópicas seriam boas indicadoras de qualidade de habitat (Louette *et al.*, 1995).

O pré-requisito para o uso de indicadores de biodiversidade é o conhecimento das espécies que estão na floresta, quem são elas e como elas podem responder às perturbações (Margulies *et al.*, 1995). Diversos grupos de organismos têm sido propostos e somente alguns têm sido extensivamente usados para indicar e acompanhar vários efeitos de mudança no ambiente (Brown, 1997b). A escolha de um táxon(s) ou indicador(es) vai depender dos objetivos da pesquisa a ser realizada, bem como de algumas características inerentes aos táxon(s) escolhido(s).

Para a conservação de um habitat, os critérios mais usados são: endemismo, raridade e diversidade. Seria prudente utilizar vários grupos indicadores na avaliação de perturbação de um sistema, pois a qualidade e o tempo de resposta variam muito entre grupos indicadores, e dentro de cada grupo (Brown, 1997b).

Os grupos de organismos selecionados como bioindicadores práticos e confiáveis para responder como as variações ambientais atuam sobre a biodiversidade, devem possuir além das características citadas acima, qualidades relacionadas com seu estudo e conhecimento

taxonômico, sua ecologia, seu ciclo de vida, sua biologia populacional, sua diversificação e abundância e a variação que apresenta em condições normais (Kremen, 1992). Os organismos devem apresentar mobilidade, serem facilmente coletados, identificados e apresentarem um curto período de vida, em relação à frequência do fenômeno.

Levando em consideração esses critérios, nenhuma população será confirmada como ótimo indicador ambiental (Brown, 1997b), pois nenhum grupo apresenta ao mesmo tempo todo esse conjunto de características.

O termo espécie indicadora pode ser utilizado em diversos sentidos (Spellerberg & Sawyer, 1996), incluindo: (1) uma espécie cuja presença indique que outra espécie do grupo esteja presente e cuja ausência indica a falta de espécies desse grupo; (2) uma espécie chave (Terborgh, 1983), que é uma espécie cuja adição ou perda em um ecossistema direciona as mudanças na abundância ou na menor ocorrência de outras espécies, ou quais espécies poderá ser extinta logo em seguida a ela, como resultado de um efeito em cascata (Lasalle & Gauld, 1991); (3) uma espécie cuja presença indique condições abióticas criadas pelo homem semelhante à poluição do ar ou água (Spellerberg & Sawyer, 1996); (4) uma espécie dominante que forneça muita biomassa ou número de indivíduos na área; (5) uma espécie que indique condições ambientais particulares semelhantes à qualidade de solo ou tipos de rocha; (6) uma espécie sensível para servir como uma advertência antecipada de mudanças ambientais semelhantes a um aquecimento global ou mudança na forma de calor; e (7) uma espécie indicadora de manejo, ou seja, uma espécie que responda aos efeitos da perturbação ou à eficácia dos esforços para abrandar os efeitos dessa perturbação. Os tipos 1, 2 e 4 têm sido propostos como indicadores de diversidade biológica e os tipos 3, 5, 6 e 7 como



indicadores de condições abióticas e/ ou mudanças no processo ecológico (Spellerberg, 1996).

Animais possuem uma longa história na determinação de respostas à perturbação ambiental. Portanto sugere-se que alguns animais possam ser potencialmente usados em programas de monitoramento de manejo sustentável de áreas florestais, levando-se em consideração as vantagens e desvantagens no uso de animais como indicadores (Azevedo – Ramos, Kalif & Carvalho Jr., 2002).

Observando-se a literatura corrente, os grupos mais comumente utilizados para avaliação da riqueza de espécies, grau de perturbação e, danos causados aos ambientes terrestres por interferência antrópicas são: pássaros, mamíferos, árvores e numa escala mais restrita os insetos. Entre os insetos utilizados para avaliação da integridade dos ambientes terrestres, lepidópteros e coleópteros são os grupos de espécies mais estudados (Majer, 1987).

As aves têm sido sugeridas como bons indicadores biológicos de degradação de paisagem devido a responderem às mudanças de habitat em diferentes escalas, realizar importantes funções ecológicas (predação, polinização e dispersão) e serem facilmente detectadas (Whitman *et al.*, 1998). A comunidade de aves tropicais não sofre de imediato impacto extensivo com o desmatamento. A diminuição na diversidade de aves é observada um ano após o desmatamento e pode voltar a níveis similares após cinco a dez anos mais tarde (Thiollay, 1992; Mason, 1996).

Nenhum estudo contém informação suficiente para completar o critério de seleção de espécies de aves como bons indicadores, contudo evidências mostram que em floresta desmatada, aves insetívoras diminuem em diversidade enquanto as frugívoras tendem a ser

mais diversas (Azevedo-Ramos, 2002). Ghazoul e Hellier (2000) consideram que as espécies insetívoras formam o melhor grupo para monitoramento de floresta recuperada.

Os mamíferos são os mais extensivamente utilizados em estudos enfocando os impactos do desmatamento causado por madeiras, em quase todas as florestas tropicais da Amazônia, África, sudeste da Ásia e Austrália. Muitas espécies de mamíferos são capazes de adaptar seu comportamento (mudança no período de atividade e composição da dieta) às novas condições com poucas conseqüências para sua sobrevivência, por ocasião da alteração do habitat (Johns, 1986).

Dentre os mamíferos, os primatas são os que recebem especial atenção entre os pesquisadores (Chapman *et al.*, 1999), estudos mostram uma grande variação na resposta de primatas: enquanto algumas espécies especialistas parecem depender de florestas prístinas (*Hylobates spp*; *Cercopithecus spp*; *Chiropotes spp*), outras espécies, generalistas se adaptam bem a habitats perturbados (*Macaca spp*; *Colobus spp*; *Cebus spp*) (Johns 1997). A resposta dos mamíferos às mudanças ambientais é mais demorada nos primatas de grande porte, os quais apresentam ciclo de vida longo, e tal resposta se reflete na sua densidade (Azevedo-Ramos, Kalif & Carvalho Jr., 2002).

Poucos estudos relatam as respostas da herpetofauna às mudanças ambientais, provocadas pelo desmatamento. Todavia, a abundância de algumas espécies de anfíbios e répteis, no interior da floresta, pode decrescer ou aumentar após extração madeira (Pearman 1997; Vitt *et al.*, 1998), uma vez que muitos animais têm sua história de vida associada com algumas características importantes do habitat.

O uso de invertebrados como bioindicadores, apresenta algumas dificuldades. Alguns grupos possuem uma forte sazonalidade nos padrões de ocorrência, o que dificulta a pesquisa

e a interpretação dos resultados relacionados à perturbação ambiental. Outras dificuldades são quanto à precisão dos dados taxonômicos e a aplicabilidade dos dados obtidos, utilizando-se um determinado grupo de invertebrados para inferir o comportamento e a riqueza de espécies em outros grupos taxonômicos, principalmente para fins de manejo (Majer, 1987).

Segundo Didham (1997), as borboletas e algumas espécies de besouros decompositores foram consideradas pouco representativas para os demais invertebrados como um todo, por apresentarem um tamanho corporal muito maior que os demais. Porém esses grupos não deixam de ser importantes como indicadores. As borboletas por serem grandes e coloridas (muitas diurnas) e de fácil visualização têm sido considerados como bons indicadores para monitoramento ambiental (Brown, 1991; 1996a; 1996b; 1997b; Brown & Freitas, 1999; Kremen, 1992; New *et al.*, 1995; New, 1997). Suas espécies funcionam como herbívoros, decompositores, presas ou hospedeiros de carnívoros. Sua diversidade está relacionada à reciclagem de nutrientes, dinâmica populacional de plantas e refletem as relações predador-presa de um ecossistema (Thomazini & Thomazini, 2000). Os besouros são importantes indicadores de diversidade, porque grande parte desse grupo alimenta-se de fezes produzidas principalmente por primatas, grandes mamíferos e aves (Lovejoy *et al.*, 1986), sendo um grupo também importante na reciclagem de nutrientes do solo, no controle de alguns parasitos de vertebrados e na dispersão de sementes (Klein, 1989). Outros grupos funcionalmente únicos apresentam dificuldades quando estudados isoladamente, como é o caso das formigas cortadeiras; porém se o estudo é sobre a fauna de solo, as formigas por serem de fácil amostragem e identificação são especialmente úteis para esse tipo de trabalho (Andersen, 1997; King *et al.*, 1998). Existem outros grupos bastante especializados como,

por exemplo, as abelhas da subfamília Euglossinae, que são importantes agentes polinizadores (Thomazini & Thomazini, 2000).

As minhocas também fazem parte do grupo de invertebrados extremamente úteis para fornecerem informações sobre a diversidade do sistema geral (Brown, 1995). Através da formação de macroagregados, os quais têm a capacidade de facilitar a infiltração e retenção de água e armazenagem de Carbono no solo. Estas propriedades contribuem para os recursos do solo; como regulação do clima, controle da erosão e fluxo de água e ciclagem de nutrientes (Velasquez *et al.*, 2005), os macroagregados também alteram o teor de Nitrogênio do solo para as atividades microbianas (Brown, 1995). Portanto, as minhocas são sugeridas como indicadores sensíveis de alterações ambientais, e servem para indicar o estágio de recuperação de solos degradados (Brown, 1995).

Colêmbolos são eficientes indicadores para a qualidade do solo, por responderem sensivelmente às modificações imprimidas a este, permitindo uma excelente visualização nas diferenças existentes entre as áreas em estudos, fornecendo informação de maior ou menor grau de retenção de água no solo (Rovedder *et al.*, 2001).

Os cupins também são bastante utilizados como indicadores de qualidade do solo, uma vez que, nos trópicos, principalmente, atuam como mediadores de processos ecológicos, desempenhando importante papel na reciclagem de matéria orgânica de origem vegetal. Estes insetos podem tornar-se pragas agrícolas e florestais sob condições específicas (Fittkau & Klinge, 1973; Matsumoto, 1976; Eggleton *et al.*, 1995).

Segundo Longino (1994) os insetos podem ser adequados para uso em avaliação de impactos ambientais, efeitos de fragmentação florestal, perda e recuperação da diversidade

biológica. Estes animais respondem rapidamente a mudanças ambientais além de conter o maior número de espécies já descritas pela ciência (Ehrlich *et al.*, 1980). Os insetos possuem elevadas densidades populacionais, apresentam grande diversidade, em termos de habitat e microhabitat, e grande variedade de habilidades para dispersão e seleção de hospedeiros em resposta à qualidade e quantidade de recursos disponíveis. Sua dinâmica populacional é altamente influenciada pela heterogeneidade dentro do mesmo habitat. Deste modo os insetos acabam por suprir quase todos os atributos enumerados para serem utilizados como bons indicadores de ambientes alterados. São necessárias pesquisas objetivando determinar quais grupos de insetos são mais apropriados para se obter resultados satisfatórios no estudo.

Diptera, mais especificamente moscas, são apontadas por alguns pesquisadores como bioindicadores em potencial para a avaliação de impacto e monitoramento da recuperação florestal, pela sua representatividade numérica, grande variedade de nichos ocupados e por estarem presentes em interações em diversos níveis tróficos (Majer, 1987). No entanto o conjunto de trabalhos utilizando este grupo como bioindicador de perturbação de habitat ou mesmo de fragmentação ainda é muito pequeno.

Dentre os Diptera, os drosofilídeos têm sido objetos de estudo em várias áreas da biologia há mais de 70 anos, sendo muito utilizados experimentalmente (Shorrocks, 1975). Populações naturais desses insetos apresentam diversidade nos padrões de desenvolvimento; morfologia, fisiologia e comportamento, que estão fortemente relacionadas com a temperatura (David, 2005) que é o mais importante fator abiótico para explicar a distribuição e abundância das espécies (Pétavy *et al.*, 2004). Estes insetos apresentam alta sensibilidade a

pequenas modificações no ambiente e rapidez de resposta em termos de crescimento populacional (Martins, 1987).

As espécies de *Drosophila* ocupam os mais diversos microhabitats e exploram uma grande variedade de substratos, que são utilizados como sítios de corte, alimentação dos adultos, oviposição e desenvolvimento larval. As espécies deste gênero são consumidoras de leveduras e bactérias associadas, principalmente, à fermentação e decomposição de matéria orgânica de origem vegetal (Carson, 1971; Begon, 1982; Shorrocks, 1982).

Carson (1971) sugere que muitas das espécies de *Drosophila*, graças à sua grande capacidade de dispersão e ao sentido de olfação bastante desenvolvido, apresentam um comportamento oportunista em relação à escolha dos sítios de alimentação. Outras espécies exibem alto grau de especificidade. Tal generalidade ou especificidade é influenciada por fatores fenológicos e de distribuição geográfica dos substratos hospedeiros, além das condições climáticas (Shorrocks, 1982).

Vários trabalhos realizados em diferentes regiões biogeográficas têm procurado identificar os principais hábitos alimentares de adultos de *Drosophila* que se constituem em: flores vivas (pólen) e microorganismos (leveduras e bactérias) associados à matéria orgânica vegetal (raízes, caules, folhas, flores e frutos) em decomposição, exudatos, corpos de frutificação de fungos e excretas (Carson, 1971; Tosi *et al.*, 1990).

Os drosofilídeos frugívoros compõem a maioria das espécies conhecidas de drosofilídeos Neotropicais, onde 90% das espécies pertencem ao gênero *Drosophila*. Este gênero é abundante, diverso e amplamente distribuído (Throckmorton, 1975), ocorre quase no mundo inteiro, sendo reportado em cada uma das cinco regiões zoogeográficas, com exceção da região ártica (Patterson *et al.*, 1949). Estes grupos são encontrados em diversos

ambientes tais como; ao nível do mar, em altas montanhas, nos trópicos, nas bordas de vegetação de tundra, campina, desertos, pântanos e savanas, todos esses ambientes servem de abrigo para as drosófilas (Throckmorton, 1975). Porém suas espécies não se distribuem uniformemente, a maioria delas concentra-se nas florestas úmidas, que é o seu habitat preferencial e seu centro de grande abundância (Throckmorton, 1975; Martins, 1987).

As drosófilas apresentam hábitos bastante diversificados que devem refletir diferentes condições microclimáticas. Van der Linde (1992), estudando *Drosophila* nas Filipinas, observou que algumas espécies apresentam especificidade de habitat, existindo pouca sobreposição de espécies entre ambientes com grandes diferenças microclimáticas, o que foi observado também por Val & Kaneshiro (1988) e Martins (1989). Estes dados por si só justificariam a utilização de *Drosophila* como bioindicador. Acrescentando-se a essas características, estudos realizados por Pavan (1959) e Martins (1989) mostram que estas moscas apresentam ciclo de vida curto, fácil reprodução e são facilmente coletadas e criadas em laboratório. Em geral as espécies apresentam grandes flutuações em suas populações. Essas flutuações, apesar de variarem com a composição genotípica das populações, são geralmente relacionadas com as variações no meio ambiente, deste modo fornecendo também bons indicativos de alterações ambientais (Pavan, 1959).

Drosofilídeos frugívoros podem ser úteis como indicadores das condições do ecossistema, em relação aos efeitos do desmatamento das florestas tropicais úmidas, contribuindo indiretamente como ferramentas para a criação de estratégias de conservação dos grandes biomas (Mata & Tidon, 2004; Parson, 1943; Martins, 1989 e 2001). O estudo da comunidade de Drosophilidae realizado na Base do Urucu, proporcionará conhecimento sobre a fauna, fornecendo dados sobre a forma com que estes organismos respondem às

mudanças ambientais conseqüentes da atividade de extração de petróleo, permitindo uma avaliação sobre o estado de conservação dos habitats e estabelecendo parâmetros para, futuramente, monitorar o efeito das tecnologias aplicadas com o objetivo de recuperar as clareiras oriundas das atividades de exploração.

## **1.1. OBJETIVO GERAL**

Utilizar o padrão de ocorrência e abundância de espécies de drosophilídeos frugívoros para diagnosticar o estado de conservação das clareiras da Base de extração petrolífera do Urucu.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

Identificar as espécies de Drosophilidae frugívoros e os grupos de artrópodes, atraídas às armadilhas de Drosophilidae em três tipos de ambiente da Base petrolífera do Urucu: 1- Mata primária; 2- Clareiras naturais em mata primária e 3 - Clareiras antropizadas produzidas pela atividade de extração petrolífera (jazidas e poços).

Estimar a riqueza de espécies de Drosophilidae para a região do Urucu, com base em amostras coletadas com armadilhas de isca de banana.

Comparar os padrões de abundância das espécies de Drosophilidae nativas e invasoras nos diferentes ambientes que compõe a área do Urucu.

Comparar os ambientes: antropizados (clareiras antropizadas) e naturais (mata e clareira), em termos de riqueza, estrutura de abundância e diversidade de espécies.

Avaliar experimentalmente a emergência dos adultos das espécies de Drosophilidae da fauna do Urucu, em função do tipo de ambiente.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo.

O trabalho foi realizado na Base Operacional Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), localizada na bacia do rio Urucu. Esta área constitui um pólo petrolífero dentro da Floresta Amazônica que está sendo explorado pela Petrobrás desde 1988.

A base do Urucu possui uma área de 514.000 ha, e está localizada no município de Coari à margem direita do Rio Urucu, à aproximadamente 600 km de Manaus – AM, situada entre os paralelos 4° 51' 18" e 4° 52' 16" S e os meridianos 65° 17' 58" e 65° 20' 01" W , com altitude entre 60 a 70 m (figura 1).



**Figura 1. Mapa da localização da Base do Urucu, no Estado do Amazonas.**

As clareiras são abertas pela Petrobrás para abertura de poços de petróleo, seguido do transporte desse produto através do gasoduto, assim como para extração de material para abertura e manutenção das estradas de acesso aos poços (figura 2).



**Figura 2. Vista aérea das clareiras abertas na base do Urucu.**

## **2.2 Caracterização da área.**

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Af (A= clima tropical, praticamente sem inverno, cuja temperatura média para o mês mais frio nunca é inferior a 18° C; f= chuvas durante todo o ano). A flutuação anual da temperatura fica entre a média máxima e mínima de 31,5°C e 22,5°C respectivamente. A amplitude anual da temperatura média não ultrapassa a 5°C. Os dados pluviométricos mostram níveis relativamente elevados, com precipitação mais intensa em alguns meses do ano (setembro a

abril), com maior pico em março, com 542,5mm, e período menos chuvoso (maio a agosto), com pluviosidade neste período em torno de 80 mm.

O solo dessa região é originado por sedimentos da “Formação Solimões” (Brasil 1978). A textura é do tipo cambissolos álicos, de textura média, argilosa e de consistência dura, desenvolvendo-se em relevos que variam de suavemente ondulados a ondulados (Brasil 1978). As espécies vegetais da região apresentam distribuição variável, de acordo com a superfície do solo.

Quanto às regiões fitoecológicas, Veloso *et al.* (1991) denominam a área como Floresta Ombrófila de terra firme, com dossel uniforme, mudando fisionalmente em algumas áreas onde o solo é mal drenado ou onde existe a formação de clareiras naturais. A paisagem bastante diversificada, possuindo pequenas comunidades vegetais onde se destacam as comunidades de platô, declive e baixio; com predomínio de espécies lenhosas e arbustivas. A Floresta Amazônica nesta região possui grandes extensões com cobertura de floresta praticamente intacta (figura 2).

### **2.3 Ambientes estudados.**

Três tipos de ambientes foram estudados: mata primária de terra firme, clareira natural (em mata primária) e clareira antropizada. Para cada ambiente foi definido um número de sítios de coleta que variaram de dois a onze dependendo da expedição e tipo de ambiente.

Cada um desses ambientes foi caracterizado a partir de uma descrição fisionômica e através da tomada de medidas pontuais de temperatura, umidade e cobertura foliar nos mesmos pontos onde foram realizadas as coletas, sempre a um metro do solo.

A temperatura e umidade foram medidas com o auxílio de um termohigrômetro. Para a cobertura foliar foi utilizado um densiômetro. As medidas com o densiômetro foram tomadas nas quatro direções: Norte, Sul, Leste, Oeste. Posições observadas com o auxílio de uma bússola.

### **2.3.1 Clareira de origem Antrópica.**

As clareiras antropizadas localizam-se sempre às margens das estradas que foram abertas pela Petrobrás. As mesmas apresentam tamanhos e idades de regeneração variadas. Foram selecionadas as clareiras mais antigas e menores, cuja atividade da Petrobrás já cessou há no mínimo quatro anos e onde em boa parte delas o resultado do trabalho de replantio e recuperação florestal na área já pode ser observado. Foram selecionadas clareiras com menos de 0,5 ha, para permitir melhor aproximação do estudo comparativo com as clareiras naturais.

A temperatura medida nas clareiras por ocasião das coletas ficou em média 34,86°C e a umidade relativa do ar em 67,6% com 24% de cobertura foliar (média da expedição de julho de 2003, período seco), enquanto no período chuvoso (março de 2004) a média da temperatura foi de 33,66°C, a umidade relativa do ar ficou em torno de 70,05% e 28,07% de cobertura foliar. No processo de formação de uma clareira antropizada, é removida a superfície do solo e o horizonte de matéria orgânica desaparece mesmo com o replantio.

Estas clareiras apresentam solos muito ressecados nos períodos mais secos e grandes alagados no inverno (figura 3). O grau de cobertura foliar que esse ambiente apresenta é dado pelas espécies vegetais que foram utilizadas no replantio dessa área, a paisagem desse ambiente é constituída principalmente das espécies *Inga sp*, *Inga edulis* e *Vismia guianensis* (Lacre).



**Figura 3. Fotografia de uma das clareiras (antropizadas-LUC) usada para coleta de Drosophilidae na área do Urucu no Estado do Amazonas.**

### **2.3.2 Clareira Natural.**

As clareiras naturais estão localizadas dentro da floresta contínua apresentando características fitofisionômicas bastante semelhantes a esta. As clareiras são originadas a partir da queda de árvore dentro da mata, o tamanho varia de acordo com as dimensões do tronco que caiu, que podem variar de 15m a 30m de fuste (figura 4).

O solo é típico de floresta de terra firme amazônica, porém o relevo é bastante irregular, principalmente nas proximidades dos igarapés, onde algumas clareiras foram formadas.

As árvores presentes nas bordas das clareiras naturais apresentam suas copas bastante amplas, diminuindo a incidência dos raios solares sobre as clareiras, assim sendo as clareiras naturais apresentam luminosidade relativamente baixa. No período de julho de 2003 apresentaram em média 72,2% de cobertura foliar, com temperatura média de 32,4°C e umidade média de 76,01%. Na segunda expedição (período chuvoso) a média de temperatura foi de 31,33°C com cobertura foliar de 73,5%, média da umidade relativa do ar de 80,84%. A paisagem observada às proximidades das clareiras é constituída por muitas palmeiras, árvores de porte médio e com DAP (Diâmetro da Altura do Peito) bastante variado, predominantemente com troncos finos (10 – 20 cm de DAP (Diâmetro a altura do peito)). Árvores de grande porte são menos freqüentes. Elas apresentam em média 35m de altura. A distância da estrada principal para as clareiras que foram estudadas variou de 100 a 300m dentro da floresta. Este tipo de clareira apresenta recuperação espontânea com sementes que estão no local e brotam quando a temperatura, precipitação e luminosidade tornam-se favorável para o crescimento do sub-bosque, e posteriormente das novas árvores.





**Figura 4. Fotografia de uma das clareiras naturais usadas para coleta de Drosophilidae na área do Urucu no Estado do Amazonas.**

### **2.3.3 Mata Contínua.**

A mata contínua, que compõe a matriz da paisagem da região do Urucu, apresenta-se como uma floresta bastante diversificada, o dossel é constituído de árvores altas que alcançam aproximadamente 35m com troncos retilíneos e finos (10-20cm de DAP) (figura 5) . As copas são amplas de forma globosa. A vegetação arbórea é bem representada na mata e muito variada, com sub-bosque pouco denso. A média das variáveis medidas na mata foram as seguintes para o período chuvoso: temperatura 31,18°C, enquanto que a umidade relativa foi de 81,94% e o grau de cobertura foliar foi de 72,31%. Para o período

seco não tem medidas das variáveis, devido este ambiente não ter sido utilizado na primeira expedição

Os sítios na mata foram estabelecidos nos mesmos locais onde foram localizadas as clareiras, buscando-se um distanciamento de cerca de 100 metros dessas clareiras.



**Figura 5. Imagem de mata contínua usada para coleta de Drosophilidae na área do Urucu no Estado do Amazonas.**

## **2.4 Protocolo de amostragem**

### **2.4.1 Método de Coleta**

Para este estudo foram utilizadas armadilhas específicas para drosofilídeos frugívoros. Estas armadilhas também atraem outros invertebrados, consumidores da isca de banana ou predadores de drosofilídeos. A armadilha consiste de um tubo de PVC de forma cilíndrica (diâmetro 10 cm, altura 25 cm) onde a parte superior é fechada por uma tampa de



acrílico removível com uma abertura circular no centro, por onde os insetos são retirados. A parte inferior apresenta um funil invertido para garantir a captura dos insetos. No interior da armadilha há uma placa de acrílico, encaixada no funil, sobre a qual é colocada a banana em processo de fermentação (figura 6). Cada armadilha ficou exposta no campo por dois dias consecutivos. As armadilhas foram suspensas por fio de algodão em árvores a uma altura de 0,5m do solo.



**Figura 6. Armadilha com isca de banana para coleta de indivíduos da família Drosophilidae e outros insetos.**

#### **2.4.2 Desenho Amostral.**

Os dados foram obtidos através de três expedições de coleta, totalizando 332 amostras.

Na primeira expedição, que ocorreu de 01 a 15 de julho de 2003 (período mais seco) com pluviosidade média mensal entre 112 e 125 mm, foram expostas 120 armadilhas no campo contendo isca de banana, e foram utilizados 15 sítios de coleta, com quatro

armadilhas por sítios. Dos 15 sítios 10 foram em clareiras naturais (NAT) distribuídas em 4 agrupamentos (agrupamento um: NAT 1 e 2, agrupamento dois: Nat 3 e 4, agrupamento três: Nat 5 e 6 e agrupamento quatro Nat 7, 8, 9 e 10), e cinco sítios localizados em clareiras antropizadas (JAZ) (JAZ: 7, 19, 40, 46 e 55). Nesta expedição foram realizadas duas coletas independentes em cada sítio, nos mesmos pontos, com intervalos de quatro dias entre elas. Na segunda expedição que ocorreu de 12 a 25 de março de 2004, período com pluviosidade média mensal entre 312 e 325 mm, foram expostas 136 armadilhas, distribuídas em 30 sítios, sendo utilizadas as mesmas 10 clareiras naturais da primeira expedição, 16 clareiras antropizadas, com o acréscimo das JAZ: 18, 28, 50, 59, 61 e 63 e de cinco clareiras de poços de petróleo (LUC). LUC: 9, 28, 30, 31 e 40; além de quatro sítios dentro da floresta contínua compostos por transectos de 120m, um em cada área onde foram estudadas as clareiras naturais, denominados MAT 1, 2, 3 e 4. Enquanto que na terceira expedição que ocorreu no período de 23 de setembro a 05 de outubro de 2004, também no período seco foram coletadas 72 amostras em 7 sítios, 5 já coletados anteriormente: (JAZ 19, 40, 46, NAT 8 e 9) e dois novos sítios em mata, compostos também de transectos (MAT 5) e (MAT 6). Para obter-se este total de amostras na terceira expedição, as coletas foram realizadas da seguinte maneira: as clareiras naturais 8 e 9, com 4 armadilhas, foram repetidas por três vezes, as jazidas 19 e 40 e o transecto Mat 5, todos com 4 armadilhas, foram repetidos duas vezes, enquanto que, a jazida 46 e o MAT 6 não tiveram repetições. No entanto o transecto do MAT 6 foi composto de 20 armadilhas distanciadas 30 metros entre si, totalizando 600 metros de extensão (figura 7).

Em cada sítio de clareira, seja ela natural ou antropizada foram sempre amostrados 4 pontos, separados a uma distância de 10 a 30m (dependendo do tamanho do sítio),

seguindo as direções dos pontos cardeais. Nas clareiras antropizadas, os pontos foram estabelecidos a partir da área central. Nas clareiras naturais estes pontos foram determinados a partir do ponto central do tronco que originou a clareira. Na mata contínua foram estabelecidos transectos com a distribuição das armadilhas a cada 30m, totalizando 4 pontos por transecto, salvo a exceção do transecto do sitio MAT 6 na terceira expedição. Armadilhas colocadas em sítios próximos entre si, foram distanciadas em pelo menos 30 metros para garantir a independência entre as amostras. Todas as vezes que houve repetições em um mesmo sítio as coletas foram feitas com intervalo de pelo menos dois dias entre a retirada e a colocação de uma nova armadilha.

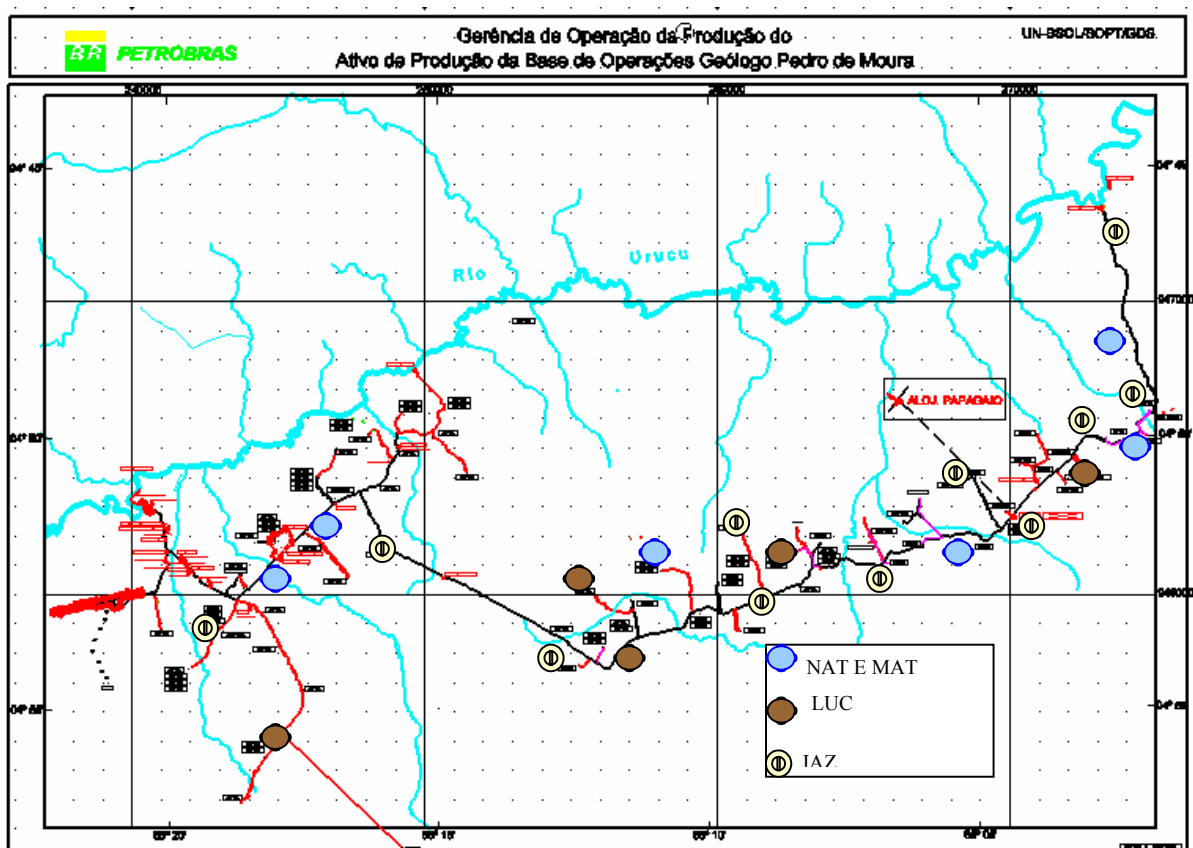


Figura 7. Esquema de distribuição dos sítios de coleta nos Poços (LUC), Jazidas (JAZ), Clareiras Naturais (NAT) e Mata (MAT) nas três expedições no Urucu.

### **2.4.3 Triagem, Montagem e Conservação do material.**

Ao serem retiradas do campo as armadilhas foram levadas ao alojamento para a triagem dos insetos, que foi realizada com o auxílio de um aspirador mecânico, que funciona à pilha.

Algumas fêmeas de Drosophilidae coletadas foram mantidas vivas em meio de cultura e levadas ao laboratório do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), para compor o estoque do laboratório de ecologia de insetos. Os demais adultos de Drosophilidae foram mortos em álcool ou acetato de etila. Parte do material foi mantida em álcool e alguns exemplares alfinetados em alfinete entomológico.

A manutenção de estoques das fêmeas teve o objetivo de obter machos que foram utilizados para a identificação do grupo em nível específico, principalmente das espécies crípticas. Estas linhagens estão sendo mantidas para o desenvolvimento de experimentos posteriores.

Os demais insetos foram mortos e acondicionados separadamente em recipientes de vidro contendo álcool 70% e etiquetados de acordo com a numeração das armadilhas, local e período de coleta. Os recipientes foram guardados em frascos maiores contendo álcool na mesma concentração, para posterior identificação no laboratório do MPEG. Até o final do projeto, todos os insetos deverão ser incorporados à coleção científica do MPEG.

### **2.4.4 Identificação do material.**

Os espécimes de Drosophilidae foram identificados em laboratório com o auxílio de um estereomicroscópio Zeiss Stemi SV11 (120X) e de um microscópio óptico. Foram utilizadas chaves para identificação e literatura sobre a família em estudo (Sturtevant 1942,

Pavan & Cunha 1947, Burla et al. 1949, Wheeler 1949, Pavan 1950, Frota-Pessoa & Wheeler 1951, Malogolowkin 1952, Wheeler 1952, Breuer & Pavan 1954, Frota-Pessoa 1954, Cunha 1955, Heed & Wheeler 1957, Spassky 1957, Pavan 1959, Magalhães 1962, Throckmorton 1962, Breuer & Rocha 1971, Bock & Wheeler 1972, Val 1982, Vilela 1983, Vilela & Bächli 1990, Vilela 1992, Vilela et al. 2002). Esta metodologia permite a identificação com segurança de machos e fêmeas até o nível de grupos ou subgrupos.

Para a identificação das espécies foi observada além das características morfológicas externas, a morfologia da genitália masculina. O subgrupo *willistoni* foi identificado, sob um estereomicroscópio, através da observação da forma e estrutura das placas do epândrio, margens da placa genital e clássper, tamanhos dos dentes do hipândrio (Spassky 1957). Os machos do subgrupo *sturtevanti* foram identificados pelo formato do aedeagus (Sturtevant 1942). Quando necessário, foram dissecadas as genitálias dos machos (aedeagus).

A preparação das genitálias dos machos seguiu a metodologia proposta por Wheeler & Kambysellis (1996) e Kaneshiro (1969). Foram preparadas lâminas, e a identificação das espécies foi baseada em figuras das genitálias dos machos disponíveis na literatura taxonômica (Sturtevant, 1942; Frota-Pessoa, 1954; Frota-Pessoa & Wheeler, 1951; Cunha, 1955; Spassky, 1957; Val, 1992; Vilela, 1983; Vilela & Bächli, 1990; Vilela, 1992; Vilela *et al.*, 2002). Após a identificação, as genitálias foram acondicionadas em frascos próprios, contendo glicerina, e estas foram mantidas juntamente com o espécime utilizado para a identificação. Quando a identificação não chegou a nível específico, os indivíduos foram registrados como morfoespécies, ou seja, unidades taxonômicas cujas características morfológicas são hipotetizadas como diagnóstico de espécies.

Os outros invertebrados foram identificados, sempre que possível, em nível de família e acondicionados em álcool a 70% de forma a manter as informações sobre as unidades amostrais.

### **2.5 Manutenção dos drosofilídeos em laboratório.**

Os drosofilídeos foram mantidos em vidros contendo meio de cultura, constituído de banana, ágar, nipagim a 10%, leite, glucose de milho (karo) e água. A manutenção dos estoques de drosofilídeos foi feita em Câmara de Germinação (Incubadora) (figura 8). Com simulação de temperatura ambiente de 25°C e 70% de umidade e luminosidade com ciclo de 12h.. A cada semana foi realizado o repique das espécies, que consiste na transferência das linhagens de drosofilídeos do meio de cultura envelhecido para um vidro com novo meio.



**Figura 8. Foto da câmara de germinação, utilizada para manutenção dos drosofilídeos.**

## **2.6 Análise dos dados**

Através de análises visuais foi feita uma caracterização dos ambientes estudados, e com as medidas das variáveis ambientais que foram tomadas foi realizado um teste de variância (ANOVA I) através do programa BioEstat 3.0 (Ayres *et. al.*, 2003) para comparação entre os ambientes.

Para o conjunto de insetos foram realizadas análises gráficas do padrão de abundancia dos táxons nos três ambientes estudados

O material coletado serviu de base para análises de diversidade dos drosofilídeos na área do Urucu.

Curvas de acumulação de espécies e dos estimadores de riqueza total foram construídas com o auxílio do programa “EstimateS” ver. 5.0 (Colweel, 1997) para os ambientes naturais, antropizados e para toda a área do Urucu. Este programa traça as mudanças nos resultados de cada um dos estimadores de riqueza em relação ao aumento do esforço de coleta e na proporção das espécies raras ou infrequêntes. Foram utilizados os seguintes estimadores não-paramétricos de riqueza total: Chao1, Chao2, Jackknife de primeira ordem (Jack1), Jackknife de segunda ordem (Jack2), “Incidence-based coverage estimator” (ICE), “Abundance-based coverage estimator”(ACE) e Bootstrap. Estes estimadores estimam o número de espécies ainda por serem coletadas, baseados numa quantificação de raridade (Toti et al. 2000). Foram adotadas 100 randomizações para efetuar os cálculos e simular as curvas de acumulação. Descrições detalhadas destes algoritmo podem ser encontradas em Colweel & Coddington (1996). Os seis primeiros estimadores utilizam dados de incidência ou abundância de espécies raras (“únicos”, “duplos”, etc., para abundância; *unicata* e *duplicata*, etc., para incidência). O estimador Bootstrap estima a riqueza total de espécies através dos dados de todas as espécies coletadas, somando a riqueza observada ao somatório do inverso da proporção de amostras em que ocorre cada espécie (Colweel & Coddington, 1996).

A completitude do esforço amostral foi calculada para o total de amostras e para cada tipo de ambiente. Este cálculo é feito pela porcentagem de espécies que não são singletons (Coddington, *et al.*, 1996; Toti, *et al.*, 2000).

Utilizando o mesmo programa foram calculadas para o total das coletas, para o ambiente antropizado e para o ambiente natural as proporções das espécies raras, que são nomeadas como: únicas (singletons) (espécies representadas por apenas um indivíduo),



duplas (doubletons) (espécies representadas por dois indivíduos, podendo ser em uma única amostra ou em amostras diferentes), unicatas (uniques) (espécies que aparecem em apenas uma amostra, pode aparecer mais de um indivíduo) e duplicatas (duplicates) (espécies encontradas em duas amostras).

A diversidade das espécies de drosofilídeos observada em cada tipo de ambiente foi descrita através do índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), índice de Simpson (D), índice de equitabilidade (J), e Berger e Parker (dominância). O primeiro é um dos índices mais utilizados para se analisar um conjunto de dados em uma escala nominal, resultantes de uma amostra retirada ao acaso da população. O índice assume que todas as espécies estejam representadas na amostra, que foi retirada de uma comunidade infinitamente grande. O índice de Simpson (D) dá maior importância às espécies mais comuns do que as espécies raras. Este índice mede a probabilidade de que dois indivíduos tomados ao acaso pertençam a mesma espécie (Pielou, 1975). Ambos foram calculados com o auxílio do programa Biodiversity pro versão 1.0.

Os coeficientes de similaridade de Jaccard e Morisita foram calculados para comparar os três tipos de habitats estudados: mata contínua, clareira natural e clareira antropizadas. Estes foram obtidos através do programa Biodiversity Pro versão 1.0 (Cody, 1977). O índice de Jaccard foi utilizado para os dados de incidência (Magurruan, 1988) e Morisita, para dados de abundância (Krebs, 1989). Utilizou-se a ligação pela média de grupos não ponderada (UPGM) para gerar o dendograma.

A relação entre a abundância dos drosofilídeos e as variáveis ambientais (grau de cobertura foliar, temperatura e umidade) foi analisada através de regressão para as seis

espécies de Drosophilidae mais abundantes (*D. willistoni*, *D. paulistorum*, *D. equinoxialis*, *D. sturtevanti*, *D. malerkotliana* e *S. latifasciaeformis*).

## **2.7 Observação da emergência das espécies de Drosophilidae em condições de campo.**

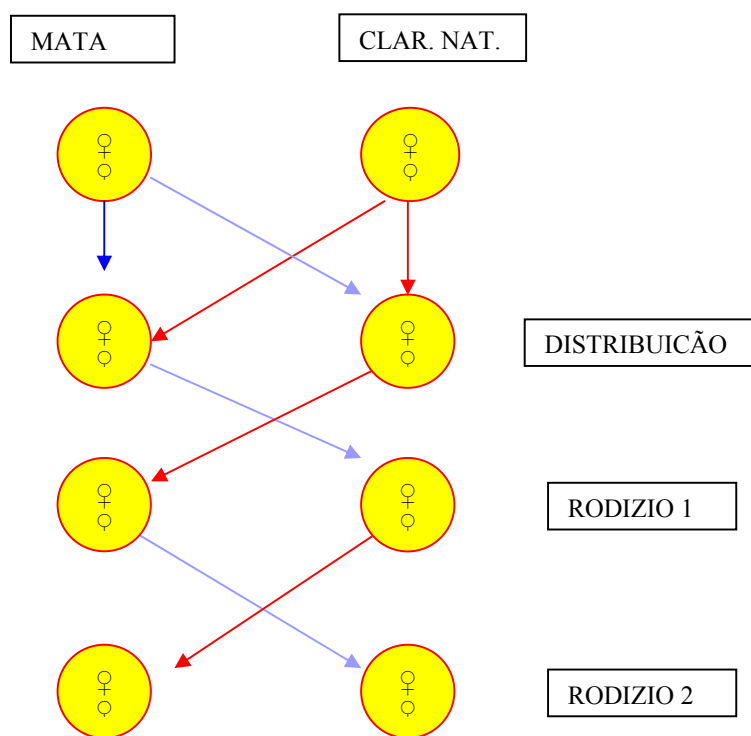
O experimento foi desenvolvido diretamente no campo e realizado em dois períodos, o primeiro foi na época chuvosa de 12 a 25 de março de 2005, em dois ambientes: clareira natural e mata contínua, sendo utilizadas 302 fêmeas de cinco espécies de Drosophilidae (*D. willistoni*, *D. paulistorum*, *D. tropicalis*, *D. equinoxialis*, *D. malerkotliana*). O segundo desenvolveu-se na época seca de 21 de junho a 7 de julho de 2005; neste a realização do experimento incluiu 154 isofêmeas de nove espécies de Drosophilidae (*D. willistoni*, *D. paulistorum*, *D. tropicalis*, *D. equinoxialis*, *D. ananassae*, *D. malerkotliana*, *D. fumipennis*, *D. nebulosa*, *D. sturtevanti*) coletadas como adultos nos ambientes de mata, clareira natural e clareiras antrópicas (jazidas).

### **2.7.1 Procedimento.**

Foram coletadas fêmeas adultas de Drosophilidae nos diferentes ambientes. Todas as fêmeas coletadas tiveram uma prévia identificação em nível de subgrupo, foram acondicionadas em frascos individuais contendo 15cc de meio de cultura e fechados com rolhas de esponjas, objetivando permitir a oviposição.

No primeiro experimento o total de fêmeas coletadas foi separado em dois grupos, procurando separar as fêmeas de forma que os subgrupos identificados fossem igualmente separados para cada ambiente onde os vidros contendo as fêmeas foram levados para observação (figura 9). No mesmo dia os vidros foram levados a campo para iniciar o

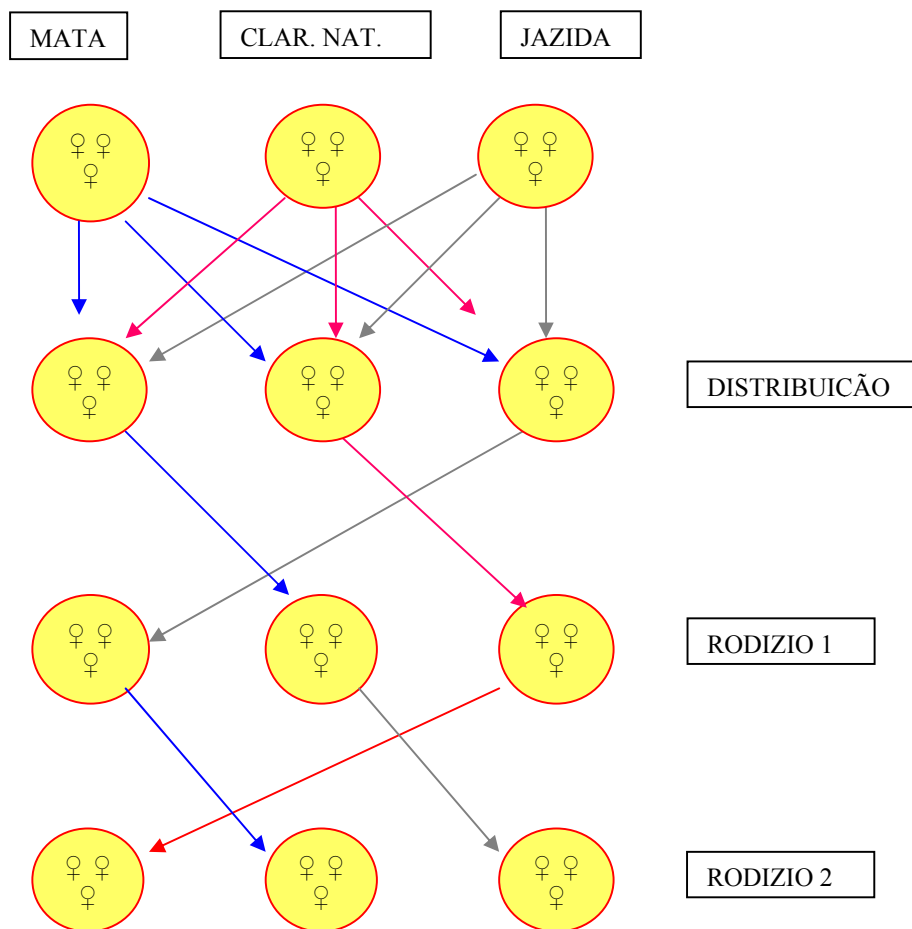
processo de oviposição. Um grupo ficou na mata e outro na clareira de mata, após dois dias de exposição em campo as fêmeas foram transferidas para um novo frasco contendo meio de cultura e trocadas de ambiente (frasco contendo ovos continuou no mesmo ambiente por um período de 8 a 10 dias), após dois dias foi realizado um novo rodízio, as fêmeas que estavam na clareira foram trocadas de frasco e colocadas na mata o mesmo foi feito com as fêmeas que estavam na mata, que foram recolocadas na clareira. Depois das fêmeas parentais realizarem esses dois rodízios, foram mortas em álcool 70% e acondicionadas separadamente em frascos contendo álcool na mesma proporção e devidamente etiquetados.



**Figura. 9** Esquema de distribuição das fêmeas capturadas nos diferentes ambientes e utilizadas na primeira etapa do experimento em campo.

O experimento realizado no segundo período foi iniciado com o mesmo procedimento do primeiro, diferindo que as fêmeas participaram de três rodízios por terem sido obtidas de amostras de três ambientes: clareira natural, clareira de jazida e mata contínua.

Foram separadas em três grupos, aproximadamente iguais em número de fêmeas (figura 10). No mesmo dia, cada um destes grupos iniciou um caminho de rodízio distinto, passando pelos três ambientes. Rodízio um: mata – clareira natural – jazida; rodízio dois: clareira natural – jazida – mata; rodízio três: jazida – mata- clareira. A cada rodízio as fêmeas permaneceram por dois dias em campo, depois foram retiradas e transferidas para um novo tubo contendo meio de cultura que foi levado para o ambiente seguinte. Os fracos contendo ovos permaneceram em cada ambiente por um período de quatro a sete dias após o início das emergências.



**Figura. 10. Esquema de distribuição das fêmeas capturadas nos diferentes ambientes e utilizadas no segundo período do experimento em campo.**

Os frascos ficaram protegidos dentro de caixas de acrílico e tela de organza, medindo 62x42x35, mantidas a temperatura ambiente, separados em blocos, de acordo com a origem da fêmea (figura 11). Ao longo do experimento, os frascos foram observados diariamente e os adultos emergentes retirados, contados e acondicionados em frascos individuais contendo álcool 70% e devidamente etiquetados. As fêmeas que produziram descendência tiveram sua identificação obtida através do exame dos machos de sua F1.

A emergência das espécies que alcançaram abundância suficiente em cada ambiente foi comparada através de análise de variância (ANOVA I). A variável resposta sofreu

transformação  $\log_{10}(\text{freq.}+1)$ , com o complemento do teste de Tukey para identificar possíveis diferenças entre os habitats. A frequência de emergência em cada ambiente em relação a origem da fêmea foi testada por uma análise de contingência ( $X^2$ ).



**Figura 11. Foto da disposição dos frascos em campo aguardando as emergências. Os grupos de frascos estão separados por apresentarem diferentes origens.**

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Comparação entre os habitats.

Foi realizada análise de variância (ANOVA I) para comparar os três habitats em relação à cobertura foliar, temperatura e umidade. Os resultados das análises mostraram variação significativa entre os ambientes ( $p < 0,0000$ ). Os valores calculados para o teste de Tukey permitiram distinguir o ambiente antropizado (jazida) dos naturais, em relação as três variáveis estudadas (tabela 1, 2 e 3).

**Tabela 1. Valores de P de Tukey calculado para cobertura foliar entre os ambientes estudados.**

	Jazida	Clareira natural	Mata
Jazida	-	0,000022	0,000022
Clareira natural		-	0.912347
Mata			-

**Tabela 2. Valores de P de Tukey calculado para temperatura entre os ambientes estudados.**

	Jazida	Clareira natural	Mata
Jazida	-	<0.01	<0.01
Clareira natural		-	>0.05
Mata			-

**Tabela 3. Valores de P de Tukey calculado para umidade entre os ambientes estudados.**

	Jazida	Clareira natural	Mata
Jazida	-	<0.05	<0.05
Clareira natural		-	>0.05
Mata			-

### **3.2 Distribuição dos Artrópodes coletados nas armadilhas para Drosophilidae no Urucu.**

No final das três expedições à região do Urucu, foram coletados 7.587 indivíduos, sendo 4.955 Diptera, destes 4.355 da família Drosophilidae, representando 57,40% do total de indivíduos coletados. A maioria dos artrópodes foi identificada em nível de família, enquanto que Acari, Araneae, Collembola, Psocoptera e Lepidoptera permaneceram em nível de ordem. A tabela 4 mostra a abundância dos táxons de artrópodes no total das coletas realizadas no Urucu. A figura 12 apresenta a frequência relativa das ordens com mais de 50 indivíduos no total, nos três ambientes: clareiras antropizadas, clareira natural e mata contínua, com base no número de indivíduos por amostra em cada ambiente. Formicidae foi mais abundante nas clareiras antropizadas, enquanto que as demais famílias seguiram o mesmo padrão dos drosofilídeos, concentrando sua abundância nos ambientes naturais.

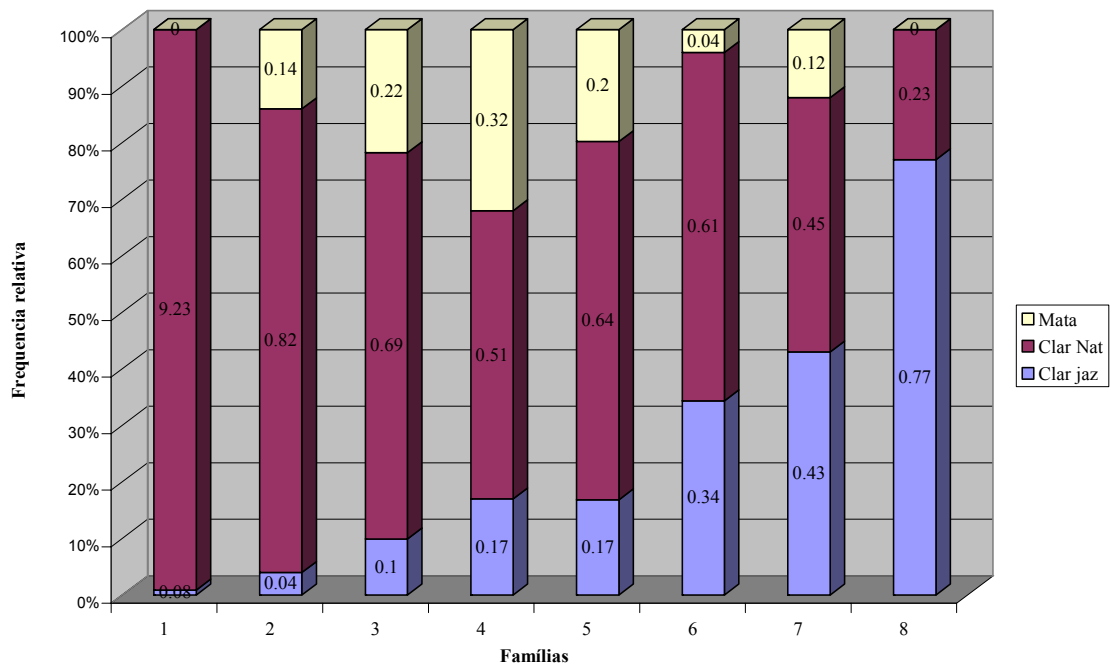


**Tabela 4: Frequência absoluta e relativa das ordens e famílias de artrópodes da fauna acompanhantes capturados nas armadilhas para Drosophilidae no Urucu.**

Ordens	Famílias	Frequência absoluta	Frequência relativa	Ordens	Famílias	Frequência absoluta	Frequência relativa
Coleóptera	Carabidae	1	0,0001%	Diptera	Drosophilidae	4355	0,5740%
	Cerambycidae	4	0,0005%		Cecidomyiidae	3	0,0004%
	Chrysomelidae	2	0,0003%		Ceratopogonidae	1	0,0001%
	Curculionidae	16	0,0021%		Mesembrinellidae	58	0,0076%
	Elateridae	1	0,0001%		Phoridae	16	0,0021%
	Histeridae	52	0,0067%		Psycodidae	2	0,0003%
	Nitidulidae	2042	0,0691%		Ropalomeridae	455	0,0599%
	Scolytidae	22	0,0029%		Sciaridae	3	0,0004%
	Staphilinidae	229	0,0302%		Tachinidae	1	0,0001%
	Diptera	Acaliptrata 1	8		0,0011%	Calliphoridae	3
Acaliptrata 2		20	0,0026%	Nereidae	1	0,0001%	
Acaliptrata 3		9	0,0012%	Sarcophagidae	1	0,0001%	
Acaliptrata 4		7	0,0009%	Hymenoptera	Ichneumonidae	3	0,0004%
Acaliptrata 5		6	0,0008%		Apidae	4	0,0005%
Acaliptrata 6		5	0,0007%		Chalcididae	31	0,0041%
			Formicidae		55	0,0072%	
			Vespidae	7	0,0009%		

Cont.

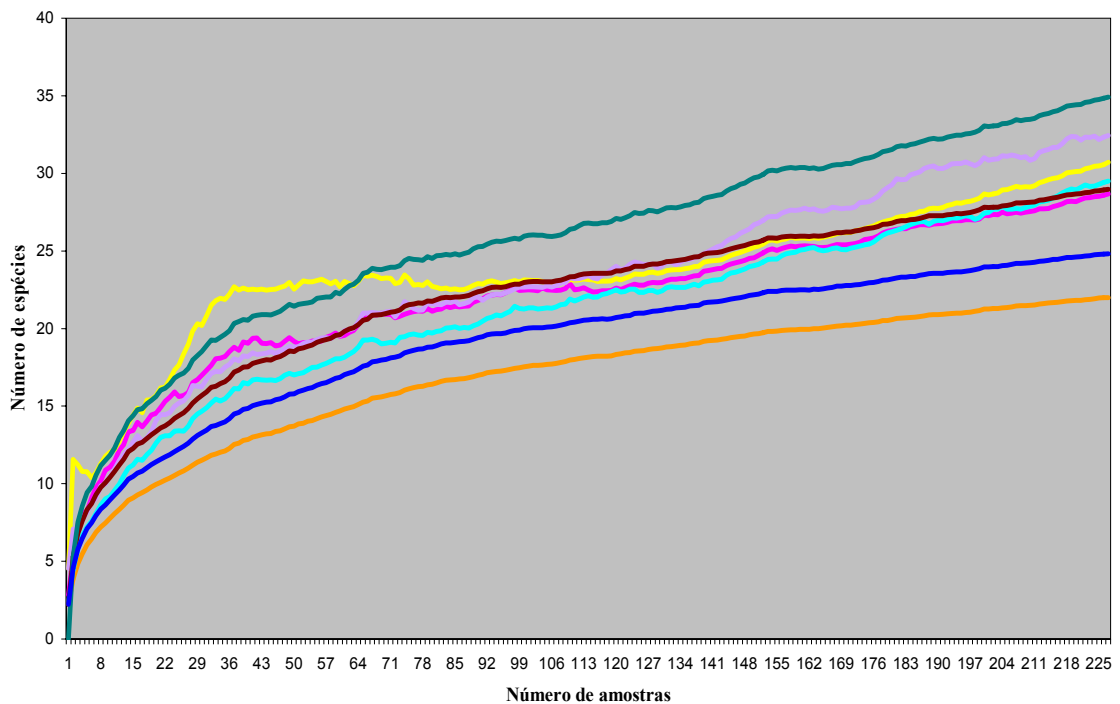
<b>Ordens</b>	<b>Famílias</b>	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>	<b>Ordens</b>	<b>Famílias</b>	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
Nematocera		1	0,0001%	Orthoptera	Acrididae	4	0,0005%
Psocoptera		5	0,0007%		Blatidae	52	0,0069%
					Tettigoniidae	12	0,0016%
Acari		70	0,0092%		Gryllidae	6	0,0008%
Dermaptera		3	0,0004%	Heteroptera	Neididae	1	0,0001%
Collembola		1	0,0001%		Cicadellidae	3	0,0004%
Araneae		1	0,0001%		Pentatomidae	3	0,0004%
Lepidóptera		2	0,0003%				



**Figura 12. Proporção de insetos das famílias coletadas nas armadilhas para Drosophilidae, nos três habitats de estudo da área do Urucu. Apresentados os táxons com valores absolutos superiores a 50 indivíduos. (1- Mesembrinellidae; 2- Blatidae; 3- Histerida; 4- Drosophilidae; 5- Nitidulidae; 6- Ropalomeridae; 7- Staphilinidae; 8- Formicidae).**

### 3.3 Estimativa de riqueza de espécies da família Drosophilidae.

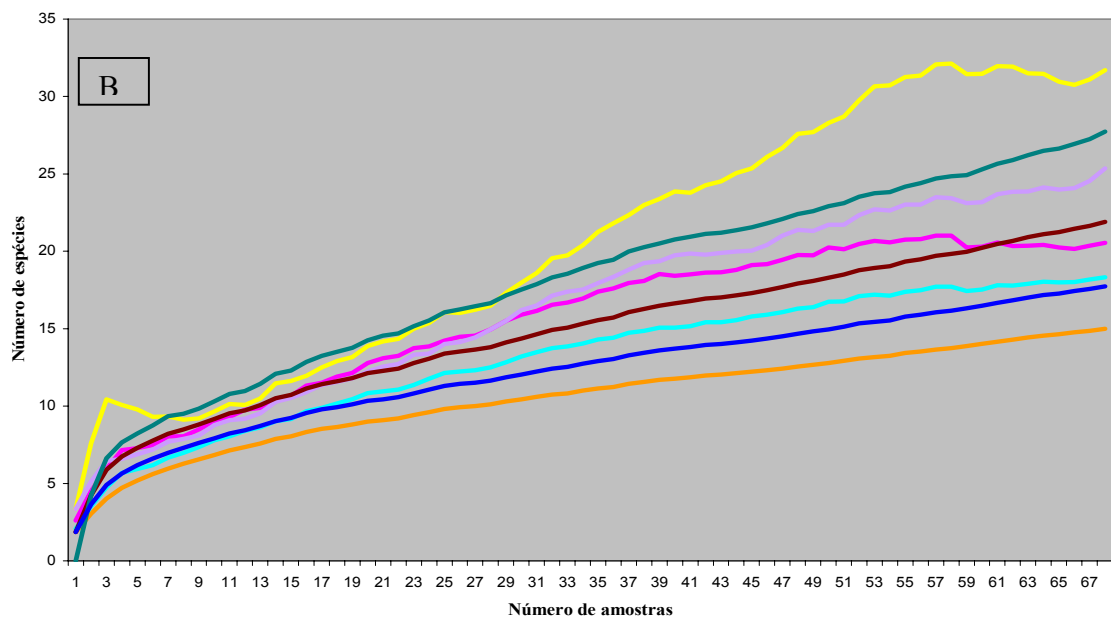
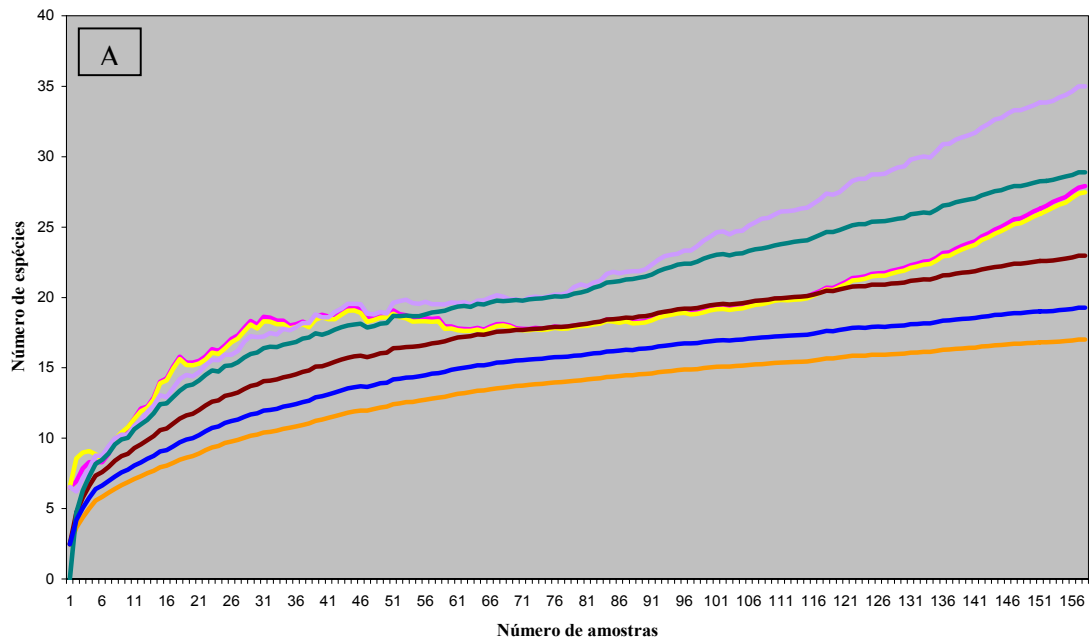
A riqueza observada para o total das amostras foi de 22 espécies em 227 amostras com 1.716 indivíduos no total. A menor estimativa foi a de Bootstrap com 25 espécies e a maior foi a de Jackknife 2, que indicou estimativa de riqueza de 35 espécies. No entanto os estimadores produziram curvas sem sinais de estabilização ao término do esforço amostral empregado (figura 13).



**Figura 13.** Estimativa de riqueza de espécies de *Drosophilidae* para área do Urucu, para 227 amostras, para sete estimadores. Jack 2 (Verde), Chao 2 (Violeta), ICE (Amarelo), Chao 1 (azul claro), Jack 1 (Marrom), ACE (Rosa) e Bootstrap (Azul).

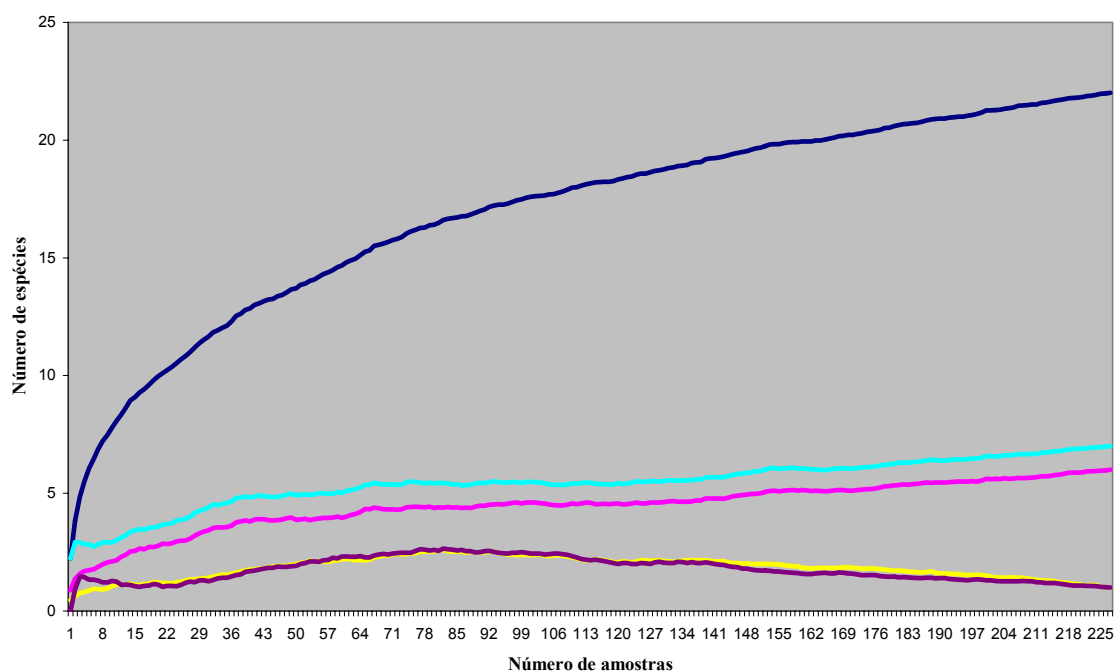
A análise de estimativa de riqueza também foi realizada separadamente para o ambiente antropizado e os naturais (mata e clareira natural, juntas). A estimativa de riqueza para a clareira antropizada (figura 14 A) foi calculada sobre 68 amostras com riqueza observada de 15 espécies, o estimador que tendeu a estabilização foi o ACE, que estimou 21 espécies. Os demais estimadores previram riqueza entre 18 e 32 espécies (Bootstrap menor estimador e ICE maior estimador), porém sem apresentar sinais de estabilização das curvas de acumulação. Para o ambiente natural (figura 14 B) as estimativas de riqueza variaram de 19 a 35 espécies (Bootstrap menor estimador e Chao 2 maior estimador), para

uma riqueza observada de 17 espécies, nestas simulações nenhum estimador demonstrou tendência a estabilização das curvas de acumulação.



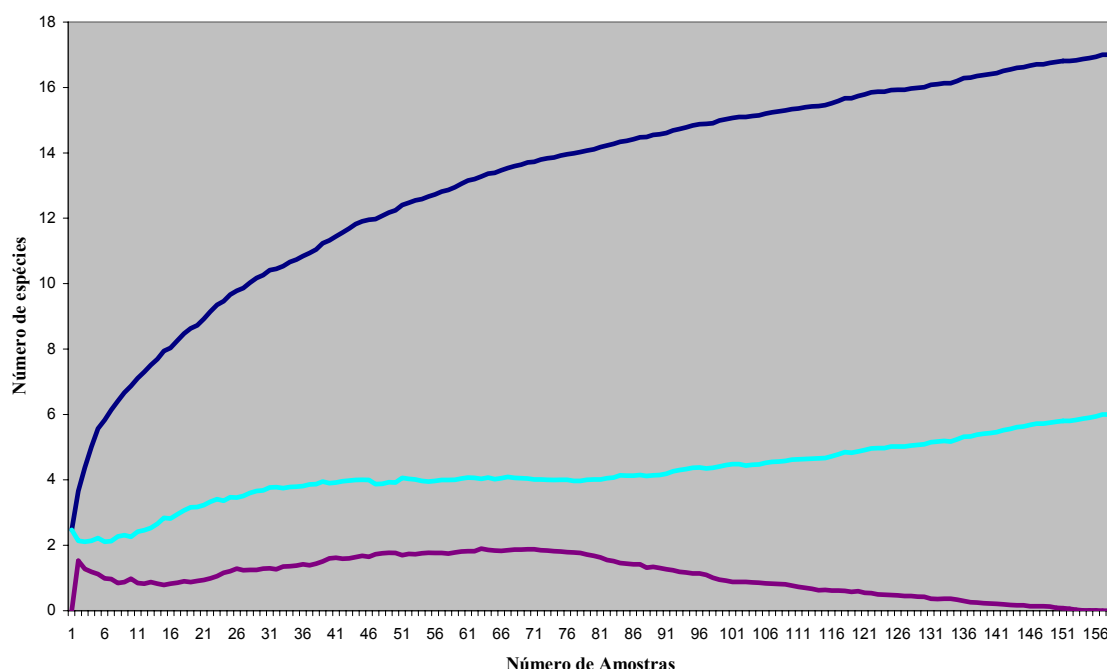
**Figura 14.** Estimativa da riqueza de espécies de *Drosophilidae* realizada para o ambiente antropizado (A) e os ambientes naturais (B) na área do Urucu, com base nos estimadores de riqueza, ICE (amarelo), Jack 2 (verde), Chão 2 (violeta), Jack 1 (marrom), ACE (rosa), Chao 1 (azul claro), Bootstrap (azul).

Para avaliar a eficiência da metodologia de amostragem empregada foi observado o comportamento das espécies raras ns amostras. A figura 15 representa as curvas de acumulação das espécies raras para o total da amostras, onde se pôde observar que seis espécies apresentaram apenas um indivíduo (únicos) e uma espécie foi representada por dois indivíduos (duplos). Sete espécies estiveram presentes em apenas uma amostra (unicatas) e uma espécie foi encontrada em duas amostras (duplicata). As curvas de duplos e duplicata apresentaram decréscimo a partir de 155 amostras. Enquanto para os únicos e unicata as curvas continuaram ascendendo, indicando ainda um incremento de riqueza com o esforço amostral.



**Figura 15. Curva acumulativa de espécies raras para o total das amostras. Observado (azul escuro); Unicata (azul claro); Únicos (rosa); Duplos (amarelo); Duplicate (marrom).**

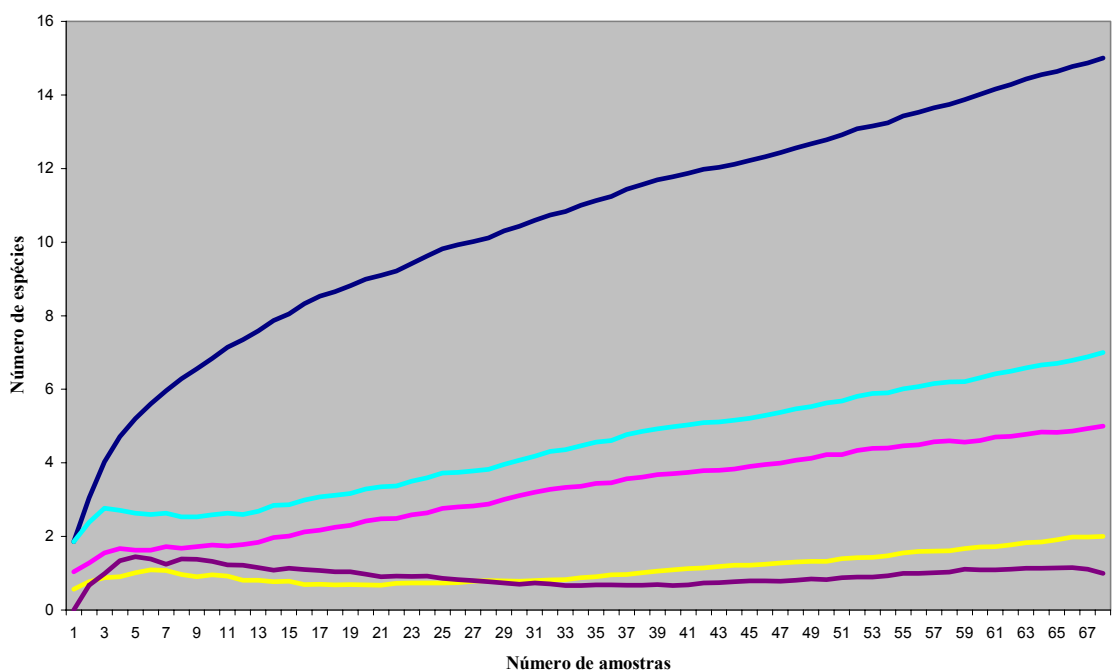
Na curva de acumulação das espécies raras para o ambiente natural pode-se observar que para 158 amostras e 17 espécies foram observados que doze espécies (60% podem ser incluídas na categoria raras, representadas por apenas um indivíduo ou presentes em duas amostras (duplicates). A curva de duplicates começou a diminuir a partir de 81 amostras ficando estável em 153 amostras, por outro lado a curva de Uniques continuou ascendendo (figura 16), a curva de Singletons está sobreposta aos Uniques, o mesmo acontecendo com a curva de Doubletons em relação à curva de Duplicates.



**Figura 16. Curva acumulativa de espécies raras para o ambiente natural. Observado (azul escuro); Uniques (azul claro); Duplicates (marrom).**

A figura 17 mostra as curvas de acumulação das espécies raras para o ambiente de jazida, observa-se que para 68 amostras cinco espécies estiveram representadas por um indivíduo (singletons), duas espécies foram representadas por dois indivíduos (doubletons),

enquanto que sete espécies estiveram presentes em uma amostra e uma espécie esteve presente em duas amostras. A curva de singletons e uniques continua ascendendo, enquanto que a curva de duplicates tendeu a estabilizar-se em 68 amostras e a curva dos doubletons continua com uma ascendência muito sutil. Isto significa que será necessário um acréscimo muito maior de esforço amostral em relação aos outros ambientes para que as curvas de únicos se estabilizem.



**Figura 17. Curva acumulativa de espécies raras para o ambiente de jazida. Observado (azul escuro); Uniques (azul claro); Singletons (rosa); Doubletons (amarelo); Duplicates (marrom).**

Os resultados das estimativas de riqueza de espécies e o desempenho dos estimadores de riqueza total e dos estimadores por sítio amostrado, bem como o percentual de completitude do inventário para o total das amostras e para cada sítio de coleta, estão sumarizados na tabela 5.



Para as 68 amostras na clareira antropizada o valor de completitude para o habitat foi de 66,7% . Isto indica que seria necessário um acréscimo de 34 amostras ou 33,3% de esforço para obter a riqueza real do ambiente antropizado, sem levar em consideração a possível ocorrência de novos únicos. Para o ambiente natural, o valor de completitude atingiu 68,4% para 159 amostras, sendo necessário acrescentar 50 amostras ou 31,6% a mais de esforço, no caso de nenhuma nova espécie coletada se enquadre na categoria única. O calculo do percentual de completitude do total de amostras foi de 72,7% para um total de 227 amostras. Com este resultado seria necessário um aumento em 85 amostras ou 27,3% de esforço para amostrar a riqueza real de Drosophilidae na área do Urucu. No entanto, considerando a curva ascendente dos únicos na figura 15, calcula-se que provavelmente será necessário um aumento no esforço amostral além do previsto pelo teste de completitude.

**Tabela 5. Valores obtidos nas análises de riqueza de espécies para o total de amostras e para cada sítio de coleta no inventário de drosofilídeos na área do Urucu.**

	Jazida	Ambiente natural	Área do Urucu
<b>Riqueza Observada</b>			
Número de amostras	68	158	227
Número de espécies	15	17	22
Número de singletons	5	6	6
Número de doubletons	2	0	1
Número de uniques	7	6	7
Número de duplicates	1	0	1
Compleitude do inventário	66,7%	68,4%	72,7%
<b>Riqueza Estimada</b>			
ACE	21	28	28
ICE	32	27	31
JACK 1	22	23	29
JACK 2	28	29	35
CHAO 1	19	35	30
CHAO 2	26	35	33
BOOTSTRAP	18	19	25

### **3.4 Diversidade entre os ambientes estudados.**

Os valores dos índices de diversidade para cada um dos ambientes estão apresentados na tabela 6. A clareira de jazida obteve os maiores valores de diversidade e equitabilidade em relação aos outros ambientes estudados. Levando em consideração o índice de Simpson este mesmo ambiente foi considerado o mais diverso.

A comparação do índice de dominância de Berger-Parker entre os ambientes mostrou pequenas diferenças entre a mata contínua, clareira de mata e clareiras antropizadas (tabela 6), indicando dominância ligeiramente maior do ambiente de mata.

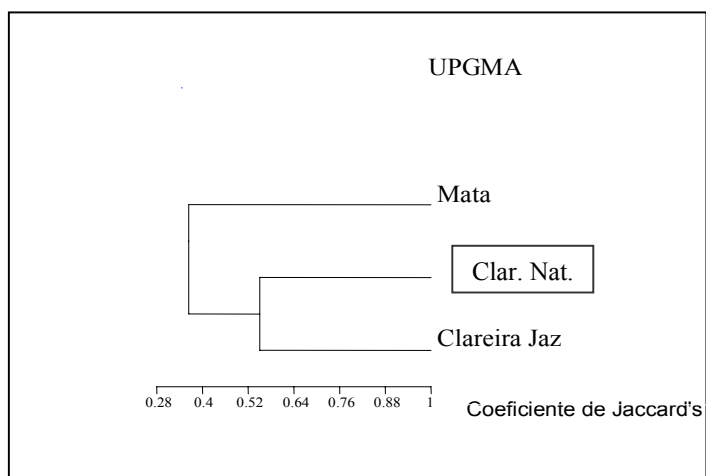
**Tabela 6. Valores dos índices de diversidade entre os habitats de estudo para o total de amostras na área do Urucu.**

<b>Índice de diversidade</b>	<b>Clareira Jazida</b>	<b>Clareira Natural</b>	<b>Mata</b>
<b>Shannon H' Log Base 10.</b>	0,774	0,686	0,477
<b>Shannon Hmax Log Base10.</b>	1,114	1,23	0,699
<b>Simpsons Diversity (1/D)</b>	4,646	3,921	2,629
<b>Equitabilidade J.</b>	.69	.56	.68
<b>Berger-Parker</b>	0,34	0,33	0,36

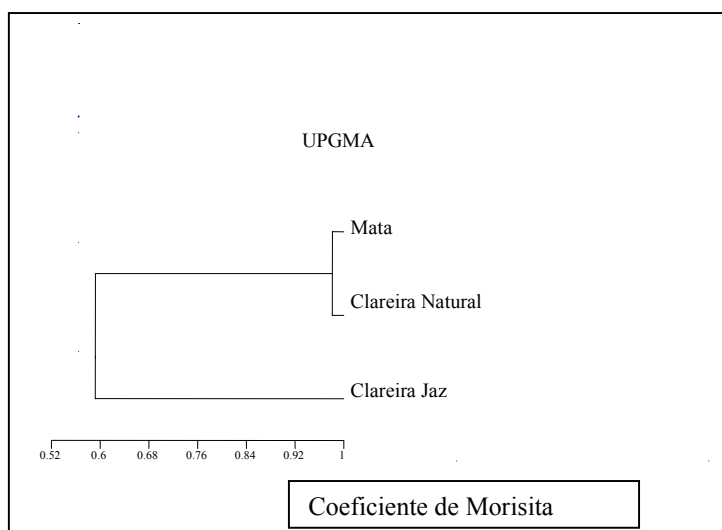
### **3.5 Similaridade entre os ambientes estudados.**

Considerando a presença e ausência de espécies nos ambientes, o índice de Jaccard apresentou 55% de semelhança para a clareira natural e clareira de jazida, enquanto que a similaridade entre esses dois habitats em relação à mata ficou em torno de 36,4%, mostrando que a clareira natural e a clareira de jazida, com relação à incidência de espécies, foram mais semelhantes entre si do que com a mata (figura 18). Em relação ao coeficiente de similaridade de Morisita os resultados mostram que quando se considerou também o padrão de abundância, a maior semelhança ficou entre mata e clareira natural com 98,1%

de similaridade, em comparação com os 59,2% de similaridade destes com a jazida. (figura 19).



**Figura 18. Dendrograma para coeficiente de Jaccard baseado no método UPGMA.**



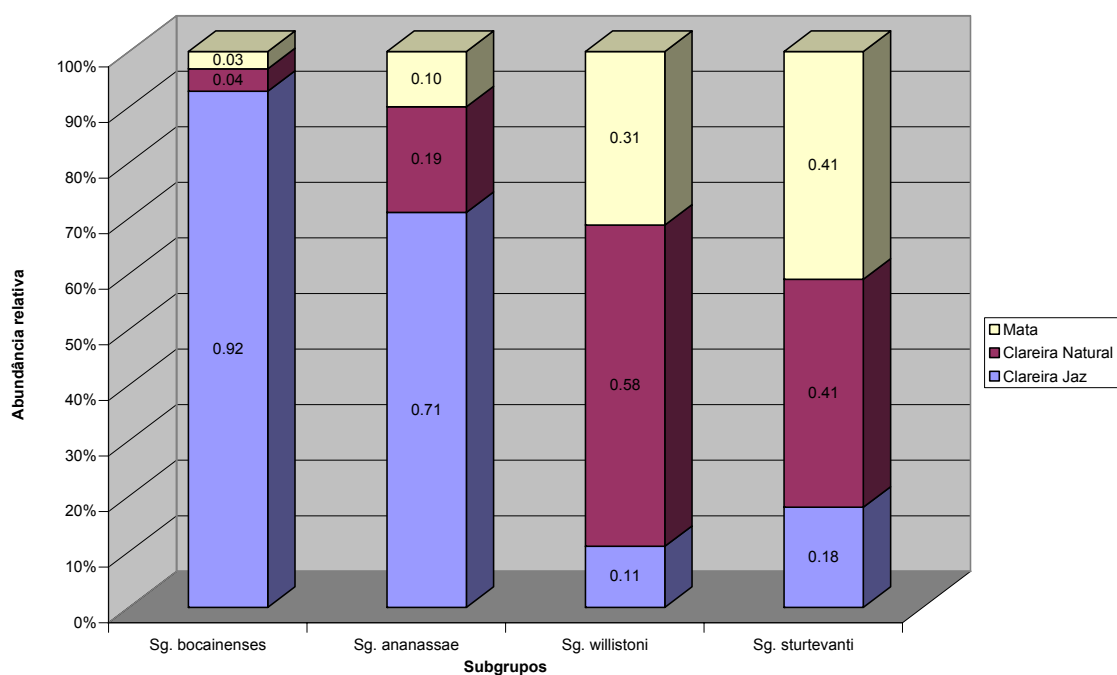
**Figura 19. Dendrograma para coeficiente de Morisita baseado no método UPGMA.**

### 3.6 Distribuição das abundâncias das espécies de Drosophilidae.

Entre os drosofilídeos foram determinadas 26 espécies, pertencentes a sete grupos, do gênero *Drosophila* (grupo canalinae, grupo cardini, grupo dreyfusi, grupo tripunctata que são do subgênero *Drosophila* e grupo melanogaster, grupo saltans, e grupo willistoni do subgênero *Sophophora*), além de quatro outros gêneros: *Chymomiza*, *Neotanygastrella*, *Scaptodrosophila* e *Zygothrica*. O gênero *Drosophila* foi o mais abundante, seguido de *Scaptodrosophila*, enquanto que *Zygothrica* foi representada por três indivíduos; *Neotanygastrella* e *Chymomiza* com apenas um indivíduo. Com relação à abundância relativa para o total das amostras, considerando machos e fêmeas, foi observado que o subgrupo willistoni foi mais representado, com 62,75% do total de Drosophilidae, seguido do subgrupo sturtevantii com 25,33%. O subgrupo ananassae representou 10,69% do total. Enquanto o subgrupo bocainense foi o menos representado com 1,25% do total. (tabela 7). Analisando os habitats separadamente em relação à ocorrência dos subgrupos de Drosophilidae foi observado que o subgrupo willistoni foi o dominante em clareiras naturais com 71,38% e na mata com 60%. Nas clareiras Antropizada o predominante foi o subgrupo ananassae com 40,14% dos drosofilídeos coletados. A figura 20 mostra graficamente a distribuição dos 4 subgrupos de Drosophilidae mais abundantes em relação aos ambientes estudados. Observa-se que o subgrupo sturtevantii apresentou mesma concentração para a área de mata e de clareira natural. O subgrupo willistoni obteve maiores proporções na clareira natural. Enquanto que os subgrupos ananassae e bocainense foram mais abundantes nas áreas de jazida.

**Tabela 7. Frequência absoluta e relativa dos subgrupos de Drosophilidae mais abundantes no Urucu, baseada em todos os indivíduos coletados.**

<i>Gênero</i>	<i>Subgênero</i>	<i>Grupo</i>	<i>Subgrupo</i>	<i>Frequência absoluta</i>	Frequência relativa
<i>Drosophila</i>	<i>Sophophora</i>	Willistoni	Sg. willistoni	2648	62,75%
<i>Drosophila</i>	<i>Sophophora</i>	Saltans	Sg. sturtevantii	1069	25,33%
<i>Drosophila</i>	<i>Sophophora</i>	Melanogaster	Sg. ananassae	451	10,69%
<i>Drosophila</i>	<i>Sophophora</i>	Willistoni	Sg. bocainense	52	1,23%



**Figura 20. Distribuição dos subgrupos mais abundantes de Drosophila em cada habitat. Levando em consideração todos os indivíduos coletados.**

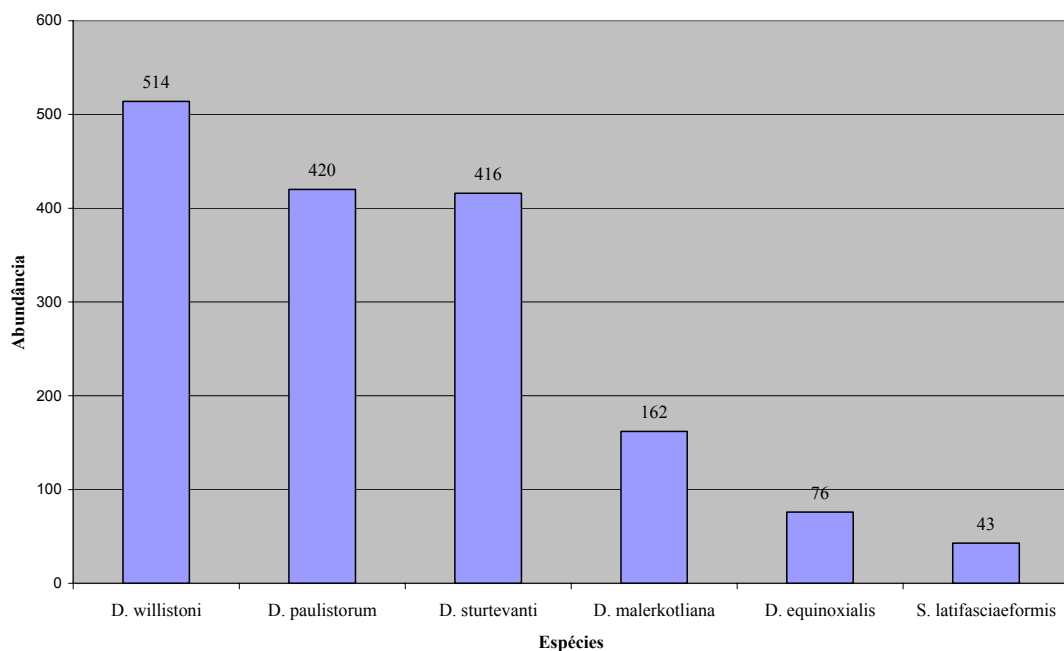
Quando as análises realizadas neste trabalho consideraram o nível específico, o total computado foi de 1.701 indivíduos. Pois neste caso apenas machos foram contados (tabela 8). Assim sendo, quatro táxons não entraram nestas análises (*D. neomorpha*, *N. brasiliensis*, *Zygothrica* e uma espécie do grupo dreyfusi), os quais foram representados apenas por fêmeas.

**Tabela 8. Frequência absoluta e relativa das espécies de Drosophilidae encontradas no Urucu, baseada apenas em dados de machos.**

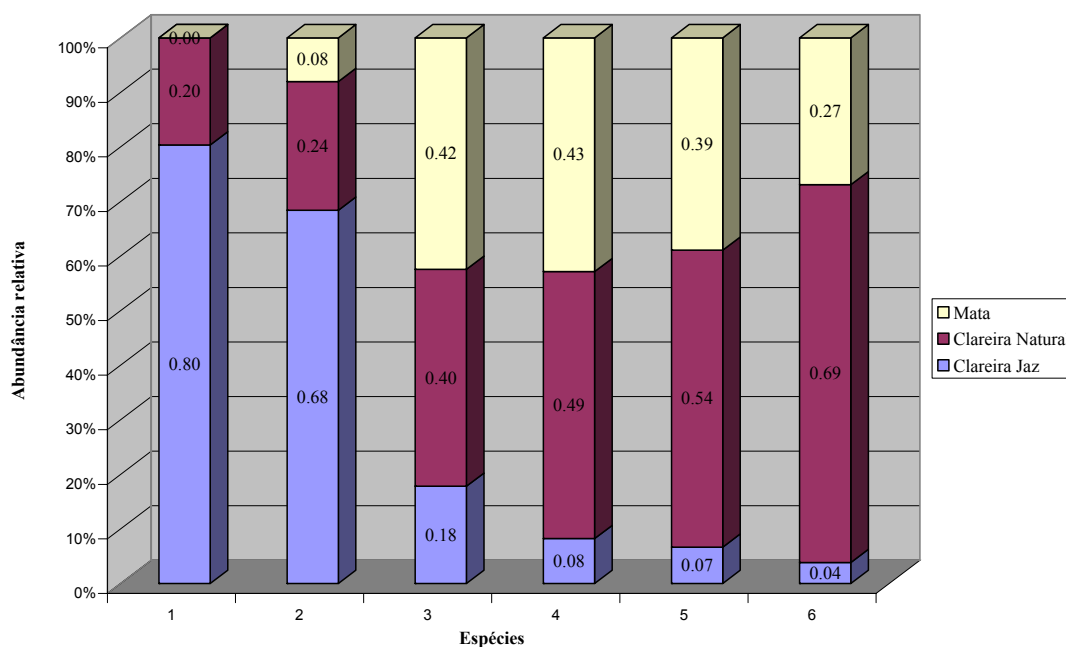
<b>Espécies</b>	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<i>Drosophila willistoni</i>	514	11,80%
<i>Drosophila paulistorum</i>	420	9,64%
<i>Drosophila sturtevanti</i>	416	9,55%
<i>Drosophila malerkotliana</i>	162	3,72%
<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	77	1,77%
<i>Drosophila equinoxialis</i>	76	1,75%
<i>Drosophila nebulosa</i>	38	0,87%
<i>Drosophila polymorpha</i>	16	0,37%
<i>Drosophila fumipennis</i>	13	0,30%
<i>Drosophila magalhaesi</i>	12	0,28%
<i>Drosophila cardini</i>	11	0,25%
<i>Drosophila ananassae</i>	8	0,18%
<i>Drosophila dacunhai</i>	8	0,18%
<i>Drosophila tropicalis</i>	6	0,14%
<i>Drosophila sp2</i>	4	0,09%
<i>Drosophila sellata</i>	3	0,07%
<i>Zygothrica sp1</i>	3	0,07%
<i>Drosophila prosaltans</i>	2	0,05%
<i>Drosophila canalinea</i>	2	0,05%
<i>Drosophila annulosa</i>	2	0,05%
<i>Drosophila impudica</i>	2	0,05%
<i>Drosophila melanogaster</i>	1	0,02%
<i>Drosophila neomorpha</i>	1	0,02%
<i>Drosophila sp1.</i>	1	0,02%
<i>Neotanygastrella brasiliensis</i>	1	0,02%
<i>Chymomiza sp</i>	1	0,02%



Das 24 espécies de Drosophilidae determinadas a partir das análises dos machos, seis ocorreram com mais de 30 indivíduos por espécies, sendo cinco espécies do subgênero *Sophophora* (*D. willstoni*, *D. paulistorum*, *D. equinoxialis*, *D. sturtevantii* e *D. malerkotliana*) e uma espécie de *Scaptodrosophila* (*S. latifasciaeformis*) (figura 21). Quando essas mesmas espécies foram analisadas nos diferentes ambientes de estudo foi possível observar que *D. willstoni*, *D. paulistorum* e *D. equinoxialis* foram mais abundantes nas clareiras naturais, enquanto que *D. sturtevantii* se distribuiu de maneira praticamente igual entre os dois ambientes naturais. *D. malerkotliana* e *S. latifasciaeformis* foram bem mais representadas no ambiente de clareira antropizada (figura 22).



**Figura 21. Abundância das espécies de Drosophilidae no total das amostras na área do Urucu. Apresentadas apenas as espécies com abundância absoluta acima de 30 indivíduos machos.**



**Figura 22. Proporção entre os ambientes das seis espécies de Drosophilidae mais abundantes. Valor relativo calculado com base na média do número de indivíduos por amostra em cada habitat (1-*S. latifasciaeformis*; 2- *D. malerkotliana*; 3- *D. sturtevantii*; 4-*D. willistoni*; 5-*D. paulistorum*; 6-*D. equinoxialis*).**

### 3.7 Abundância das espécies de Drosophilidae em função das variáveis ambientais.

As análises de regressão entre a abundância e as variáveis ambientais medidas foram realizadas para as seis espécies mais abundantes neste estudo.

Foi observado que *D. willistoni*, *D. paulistorum* e *D. sturtevantii* apresentaram correlações positivas entre abundância e o grau de cobertura foliar. Estas espécies apresentaram maiores abundâncias entre 45% e 90% de cobertura. *D. willistoni* e *D. sturtevantii* estiveram presentes nos habitats com índices de cobertura um pouco menores, sendo encontradas em até a 5% de cobertura, porém com poucos indivíduos. Para *D.*

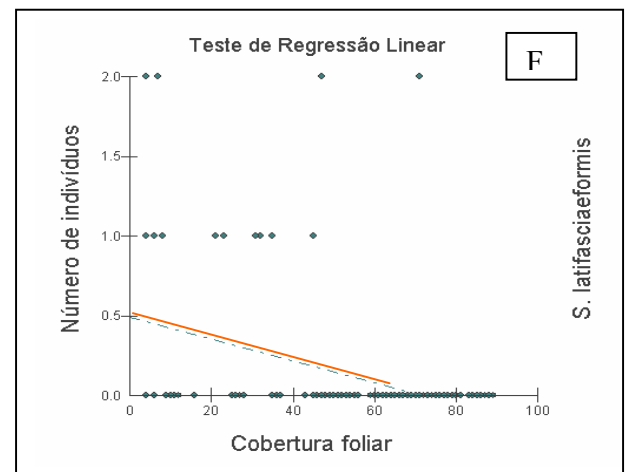
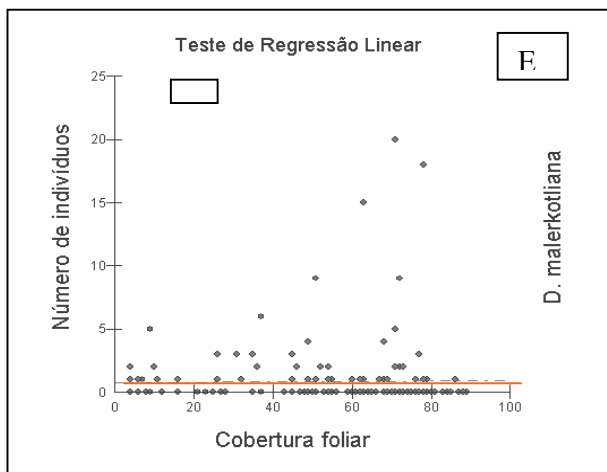
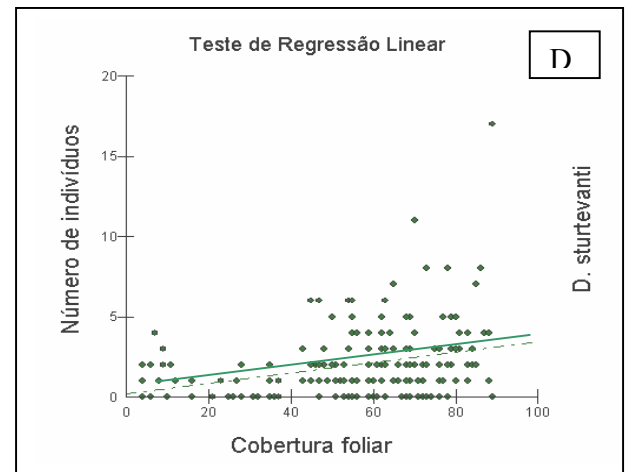
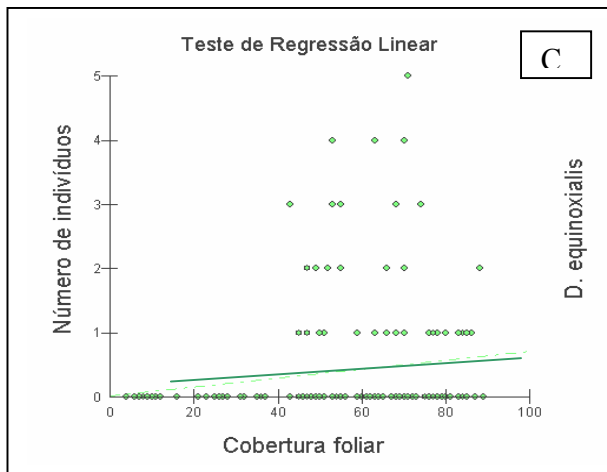
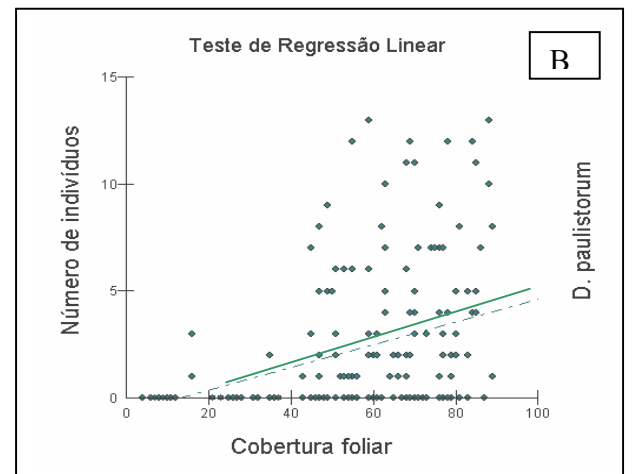
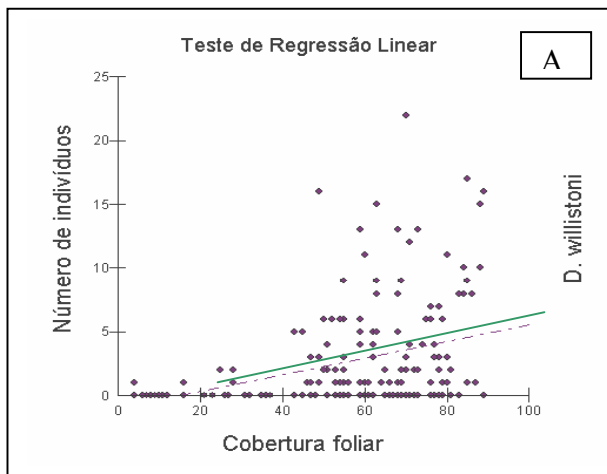
*equinoxialis*, 45% a 70% de cobertura foi o intervalo ideal, não tendo sido encontrada fora destes valores de cobertura. *D. malerkotliana* apresentou uniformidade na sua distribuição, sendo capturada em habitats com grau de cobertura foliar que variaram de 5% a 90%. *S. latifasciaeformis* foi a única espécie não capturada em ambientes com coberturas superiores a 45%, demonstrando correlação negativa entre grau de cobertura e sua abundância (figura 23 e tabela 9).

Em relação à temperatura, foi possível observar que a espécie *S. latifasciaeformis* apresentou correlações positivas com a temperatura, seus maiores valores de abundância ocorreram próximos a 35°C. Enquanto que para as espécies do subgrupo *willistoni* a correlação com a temperatura foi negativa. *D. willistoni* e *D. paulistorum* foram capturadas até em temperaturas de 35°C, porém com poucos indivíduos, o melhor intervalo de distribuição ficou em torno de 30°C a 31°C. A abundância de *D. equinoxialis* diminuiu consideravelmente com o aumento de temperatura, sem ocorrências acima de 31°C. *D. sturtevantii* também apresentou correlação negativa com a temperatura. Foi capturada em um intervalo maior de temperatura do que as espécies do subgrupo *willistoni*, entre 29 e 36°C, porém com maior abundância a 33°C (figura 24 e tabela 9).

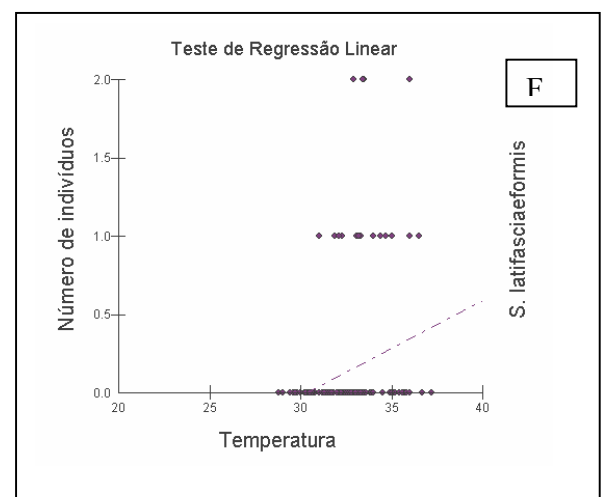
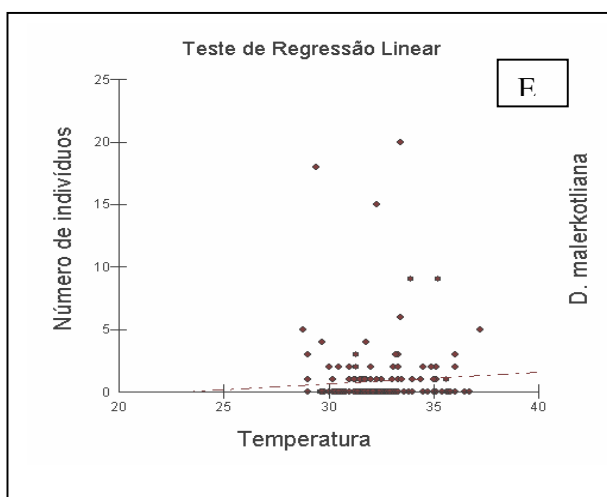
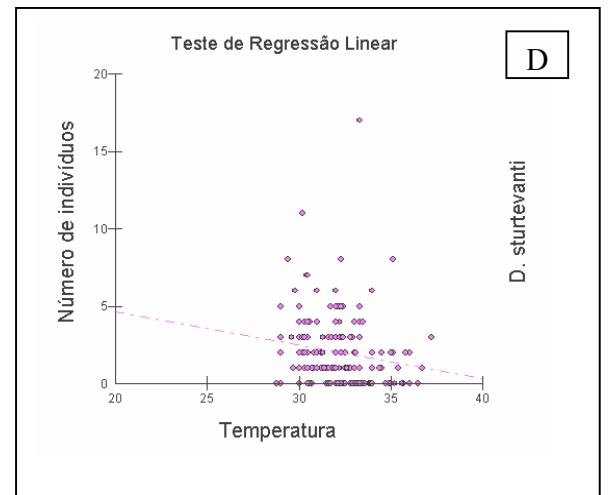
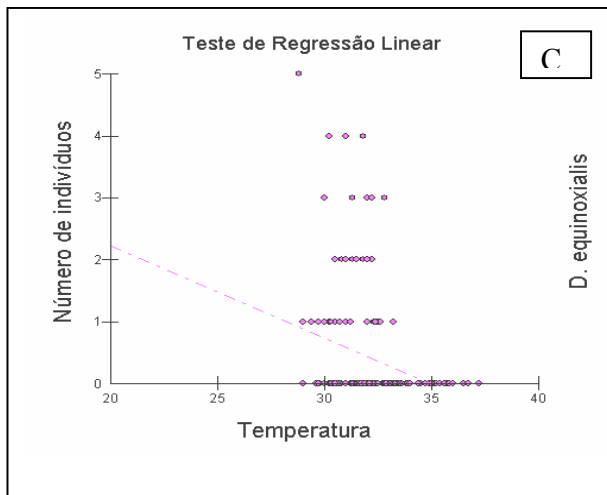
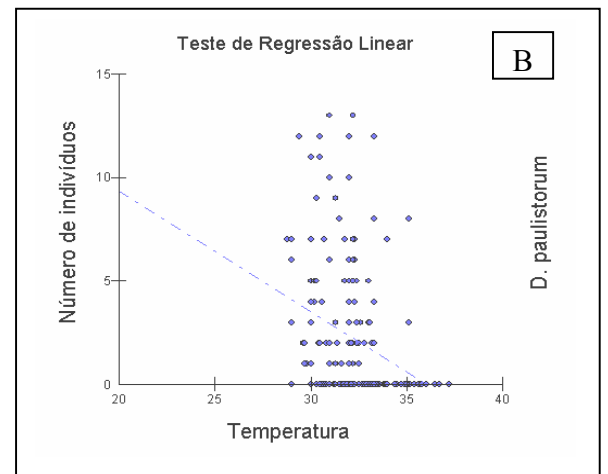
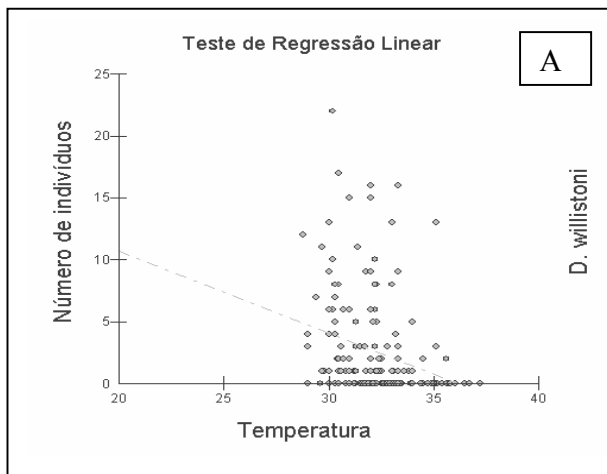
A abundância de *D. malerkotliana* não respondeu a variação de temperatura.

Entre as variáveis analisadas a umidade foi a que demonstrou maiores percentuais de variação explicada ( $R^2$ ) em relação a abundância das espécies. As três espécies do subgrupo *willistoni* (*D. willistoni*, *D. paulistorum* e *D. equinoxialis*) mantiveram um padrão de distribuição de abundância semelhante, com valores máximos em torno de 80-85% de umidade. Quanto mais úmido o ambiente, maior a abundância destas espécies. *D. sturtevantii* também apresentou correlação positiva com a umidade, com pico de abundância

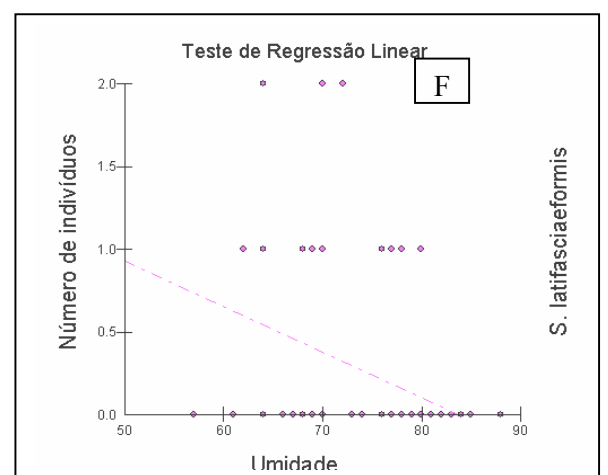
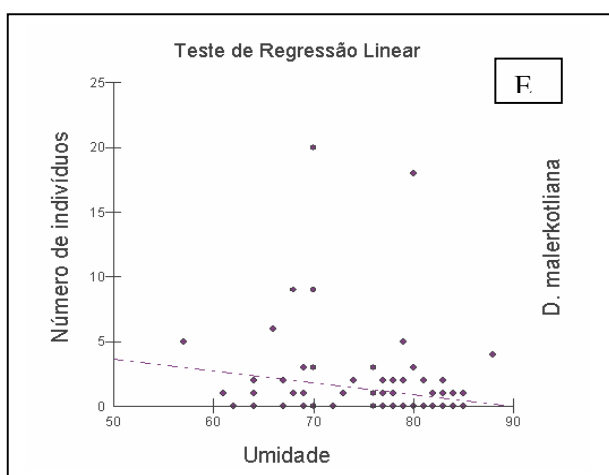
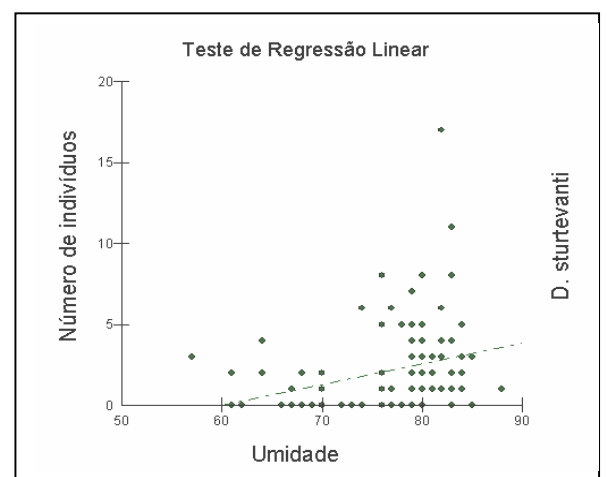
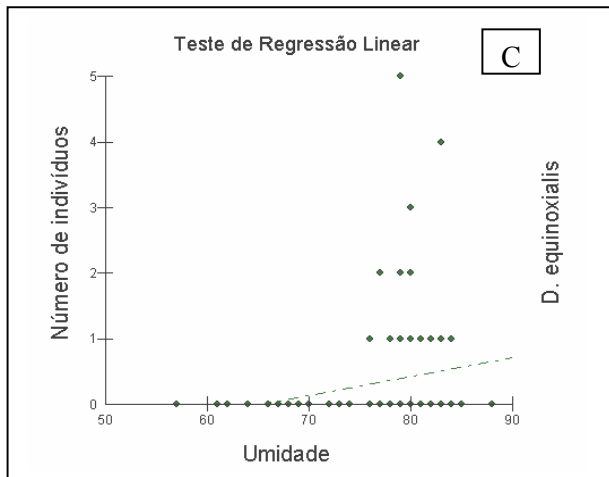
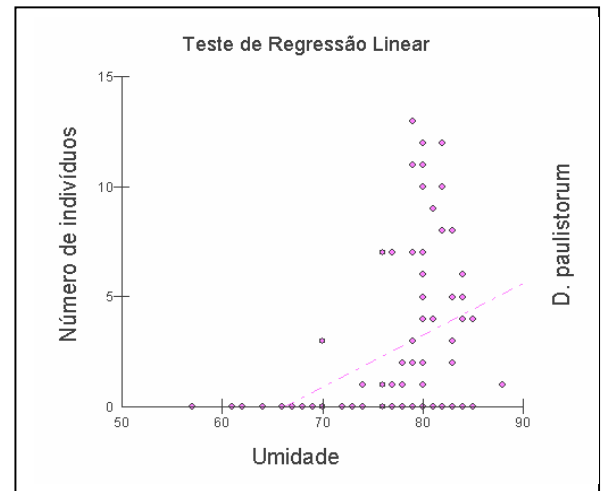
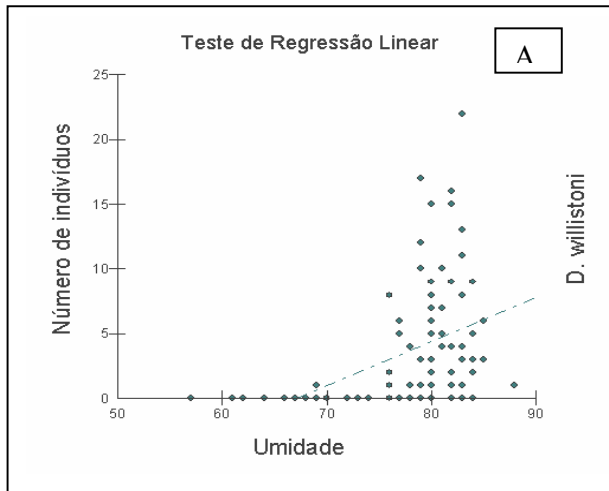
a 80%, porém esta espécie pôde ser encontrada até em ambientes com umidades inferiores a 60%. *D. malerkotliana* apesar de uma pequena proporção de variação explicada pela umidade, teve uma correlação negativa com a mesma. A espécie está presente a partir de 58% de umidade e aparenta ter seu ótimo em torno de 70% , sofrendo tendência a diminuição de abundancia em ambientes mais úmidos. A abundância de *S. latifasciaeformis*, correlaciona-se negativamente com a umidade encontrando as maiores abundâncias entre 65 e 75% (figura 25 e tabela 9).



**Figura 23. Análise de regressão entre as seis espécies mais abundantes e o grau de cobertura foliar para as áreas de estudo do Urucu.**



**Figura 24.** Análise de regressão entre as seis espécies mais abundantes e a Temperatura para as áreas de estudo do Urucu.



**Figura 25. Análise de regressão entre as seis espécies mais abundantes e o grau de umidade para as áreas de estudo do Urucu.**

A análise de regressão múltipla demonstrou que entre 20 e 30% da variação em abundância das espécies podem ser explicadas pelas variáveis ambientais medidas, exceção foi feita para *D. malerkotliana* cuja variação explicada foi inferior a 10% (tabela 10).

**Tabela 9. Análise de regressão individual para cada espécie a cada uma das variáveis ambientais.**

	Cobertura foliar		Temperatura		Umidade	
	R <sup>2</sup>	P	R <sup>2</sup>	P	R <sup>2</sup>	P
<i>D. willistoni</i>	13,35%	0,0000	7,24%	0,0003	22,55%	0,0000
<i>D. paulistorum</i>	13,32%	0,0000	8,52%	0,0001	17,48%	0,0000
<i>D. equinoxialis</i>	2,7%	0,0137	7,67%	0,0002	4,62%	0,0149
<i>D. sturtevantii</i>	10,68%	0,0000	2,66%	0,0249	8,98%	0,0015
<i>D. malerkotliana</i>	-0,53%	0,8510	-0,13%	0,6096	3,03%	0,0392
<i>S. latifasciaeformis</i>	17,17%	0,0000	7,13%	0,0003	12,84%	0,0003

**Tabela 10. Análise de regressão múltipla para cada uma das espécies e os três fatores ambientais.**

Espécies	R <sup>2</sup>	P
<i>D. willistoni</i>	26,9 %	0,0000
<i>D. paulistorum</i>	25%	0,0000
<i>D. equinoxialis</i>	11,4%	0,0002
<i>D. sturtevantii</i>	13,5%	0,0001
<i>D. malerkotliana</i>	13,5%	0,001
<i>S. latifasciaeformis</i>	18,7%	0,0000



### 3.8 Experimento

No experimento realizado no primeiro período foi observado um total de 2.875 emergências a partir de 302 fêmeas pertencentes a cinco espécies (*D. equinoxialis*, *D. paulistorum*, *D. willistoni*, *D. malerkotliana* e *D. tropicalis*). Quatro espécies foram bastante reprodutivas, *D. tropicalis* foi a única espécie que originou apenas um descendente das duas fêmeas capturadas.

Foram capturadas 12 fêmeas de *D. equinoxialis*, 6 na clareira natural e 6 na mata. Destas emergiram 163 indivíduos sendo 47 na clareira de mata e 116 na mata. Esta espécie apresentou bom desempenho nos dois ambientes, sem diferenças significativas entre as diferentes origens das fêmeas e à emergência da F1 na clareira e na mata ( $X^2$ ,  $P=0.8009$ ).

Os resultados das análises realizadas para *D. paulistorum* também mostrou que não existe diferença significativa em relação às emergências dos descendentes de fêmeas de qualquer origem. O resultado dessa comparação pelo teste  $X^2$  obteve um  $P=0,8407$  demonstrando que esta espécie não apresenta restrições para emergência de seus adultos nos dois ambientes.

*D. willistoni* foi mais uma das espécies utilizadas no experimento em que a origem da fêmea parental não determinou efeito seletivo para a emergência dos descendentes nos diferentes ambientes por onde esta fêmea circulou. Com 72 fêmeas capturadas, sendo 39 na clareira e 33 na mata obteve-se 311 emergentes na clareira e 324 na mata. Os valores das emergências foram comparados pelo  $X^2$  e foi observado que não houve diferença significativa com  $P=0,9727$ .

*D. malerkotliana* responde muito bem aos ambientes naturais, sendo capaz de emergir seus descendentes igualmente nos diferentes ambientes, ( $X^2P=0,811$ ).

No final do segundo experimento foi observado um total de 612 indivíduos emergentes de 154 fêmeas de cinco espécies de Drosophilidae (*D. equinoxialis*, *D. paulistorum*, *D. willistoni*, *D. malerkotliana* e *D. nebulosa*).

O maior número de emergências ocorreu no ambiente de mata com 374 indivíduos (60,52%) de cinco espécies *D. equinoxialis*, *D. paulistorum*, *D. willistoni*, *D. malerkotliana* e *D. nebulosa*. O segundo habitat com maior número de emergências foi a clareira natural com 202 indivíduos de F1 (32,67%) do total de indivíduos emergidos. Enquanto que na jazida apenas 42 indivíduos emergiram (6,80%) do total de indivíduos emergidos (tabela 11). O subgrupo *ananassae* foi o mais capturado, nele a espécie *D. malerkotliana* com 96 indivíduos, foi a mais abundante na jazida e a única espécie que emergiu nesse ambiente. As espécies do subgrupo *willistoni* apresentaram maior número de adultos emergidos na clareira natural. A espécie *D. sturtevanti* foi capturada em todos os três habitats, porém não emergiu em nenhum desses, devido ao tempo reservado ao experimento ter sido menor que o esperado para o desenvolvimento dessa espécie.

**Tabela 11. Valores absolutos obtidos da emergência de adultos das espécies de Drosophilidae em sete dias de observação em campo no segundo experimento. Entre parêntese o numero de fêmeas reprodutoras em cada ambiente.**

Espécies	Clareira natural	Clareira antropizada	Mata	Total
<i>D. equinoxialis</i>	2 (1)	0	12 (1)	14
<i>D. paulistorum</i>	36 (7)	0	53 (9)	89
<i>D. willistoni</i>	19 (3)	0	19 (3)	38
<i>D. malerkotliana</i>	145 (13)	42 (8)	285 (19)	472
<i>D. nebulosa</i>	0	0	5 (1)	5
Total	202	42	374	618

Foi realizada uma análise de variância para *D. malerkotliana*, para testar a abundância de emergentes dessa espécie em relação aos três ambientes. O resultado da ANOVA indicou diferença significativa (P=0,0014). O teste de Tukey demonstrou que a diferença foi significativa para as comparações entre clareiras antropizadas e os ambientes naturais (tabela 12).

**Tabela 12. Valores do Teste de Tukey entre os ambientes de estudo para a espécie *D. malerkotliana*.**

	Clareira	Jazida	Mata
Clareira {1}	-	0,022234	0,986619
Jazida {2}		-	0,007045
Mata {3}			-

As análises das emergências em função do habitat e origem das fêmeas não foram realizadas devido ao número insuficiente de emergências em todas as espécies e a ausência de captura de *D. malerkotliana* no ambiente de mata.

## **4. DISCUSSÃO**

### **4.1 Caracterização do habitat**

Através das análises estatísticas realizadas entre as variáveis ambientais obtidas nos três ambientes foi observado que a clareira natural e a mata não diferem significativamente em relação às condições ambientais avaliadas, porém esses dois ambientes diferem significativamente da clareira de jazida. Este ambiente de estudo é colonizado principalmente pelas espécies de Drosophilidae que respondem de forma satisfatória a temperaturas elevadas, ambiente seco e pouca cobertura foliar. Entretanto as espécies mais sensíveis a estas condições ambientais também circulam neste ambiente, podendo ser capturadas fora de seu ambiente natural. Isto pode explicar porque a clareira de jazida foi considerada o ambiente de maior riqueza de espécies de acordo com alguns dos índices de diversidade calculados.

### **4.2 Distribuição das famílias mais abundantes.**

Drosophilidae e mais duas famílias de Diptera (Mesembrinellidae e Ropalomeridae), assim como Coleoptera e Orthoptera concentraram suas abundâncias principalmente nas clareiras naturais, seguido do ambiente de mata. Enquanto Formicidae que são insetos sociais e cosmopolitas e vivem praticamente em todos os ambientes

terrestres predominou nas clareiras de jazida, apresentando suas maiores proporções, em torno de 77% do total de insetos coletado. Os insetos da família Formicidae geralmente são saprófagos ou predadores de imaturos de insetos, suas abundâncias aumentam no período chuvoso (Marques, 2002). A família Ropalomeridae, faz parte do grupo de insetos que se alimenta de frutos em decomposição (Prado 1963), sua maior abundância ocorre nos períodos de dezembro a maio, coincidindo com o período de maior frutificação dos vegetais (Soto-Manitui & Lezama, 1988). Parsons (1943) estudando insetos da ordem Coleoptera, mais especificamente a família Nitidulidae, mostrou que estes insetos também apresentam preferência pelo mesmo recurso utilizado pelos drosophilídeos, frutos fermentados. A presença de Staphilinidae nas armadilhas pode ser explicada pelo fato de que são insetos potencialmente predadores de larvas e adultos de Drosophilidae, também apresentam padrão de vôo a um metro e meio do solo a procura de presa e hospedeiro (Abreu *et al.*, 2001), exatamente a altura em que as armadilhas de Drosophilidae foram expostas em campo. A família Blatidae é saprófaga e, os indivíduos desta família costumam buscar abrigo em lugares quentes e úmidos, sob casca de árvores e sobrevoarem sub-bosque a procura de alimento e parceiros para acasalamento (Nolasco S., 1999; Buzzi, Z. J., 2002).

#### **4.3 Estimativa de riqueza**

De acordo com os estimadores de riqueza, os estudos realizados na área do urucu indicam uma riqueza real de 34 espécies de Drosophilidae. Este número é ligeiramente menor que a média registrada por localidades no Brasil (40 espécies, Sene *et al.*, 1980). A riqueza de espécies encontrada na área do Urucu pode estar refletindo a forma de coleta empregada, a qual foi desenhada para comparar os padrões de abundância das espécies de

*Drosophilidae* nativas e invasoras nos diferentes ambientes que compõe a área do Urucu, dentro de condições limitadas de acesso a área de estudo. A baixa riqueza de espécies pode estar refletindo o tempo reduzido de exposição da armadilha em campo (Dobzhansky & Pavan, 1950). A idade do fruto é uma variável importante para a distribuição de abundância das espécies que utilizam frutos como sítio de oviposição e alimentação, as espécies de *Drosophila* apresentam diferenças na atratividade por frutos com tempos variados de exposição ao solo (Martins, 1996).

No presente trabalho quase todos os estimadores não apresentam sinais de estabilização até ao final do esforço amostral empregado. O que se observa é que as curvas continuam ascendendo para todos os ambientes em relação a todos os estimadores, incluindo a curva de acumulação de espécies observadas, exceção para o ambiente de jazida, que apresentou um único estimador (ACE) que tendeu a estabilização com 20 espécies estimadas. A curva do estimador ICE apresentou, em todos os sítios, um acentuado crescimento inicial seguido de uma queda. Este comportamento faz com que o estimador seja pouca confiável quando o número de amostras é baixo, uma vez que ele pode superestimar o número de espécies.

Este estudo não apresentou nenhum bom estimador de riqueza, segundo os parâmetros de classificação de Toti *et al.* (2000). Isto significa que o esforço amostral empreendido foi insuficiente para amostrar a riqueza da área do Urucu. Principalmente quando comparado com outros trabalhos realizados em áreas alteradas, Miranda-Santos (2001) utilizando também apenas isca de banana realizou coletas no município de Igarapé-Açu (nordeste do Pará) e a riqueza estimada foi em torno de 40 espécies com o dobro de

amostra. Neste caso a região estudada não apresentava uma matriz definida, a qual era formada por um mosaico de fragmentos de florestas e áreas agrícolas, o que contribuiu para a captura de espécies de diferentes origens.

As estimativas de riqueza de espécies encontradas ao final das coletas no Urucu refletem bem o método empregado e a utilização de um protocolo estruturado. Foi observado que os estimadores de riqueza estimaram para a área do Urucu como um todo e para os ambientes naturais o mesmo valor de riqueza, 35 espécies, e o mesmo valor absoluto de únicos. Nos dois ambientes, as curvas de únicos continuaram aumentando com o esforço amostral. Segundo Toti *et al.* (2000) a análise de espécies raras é de fundamental importância para garantir a confiabilidade dos resultados, pois indica em quanto será necessário aumentar o número de coletas até que as espécies únicas tornem-se comuns, e assim riqueza real possa ser mostrada.

Os valores de completitude das coletas entre os ambientes estudados mostraram que apesar do ambiente natural ter sido amostrado três vezes mais que o ambiente antropizado, o percentual de completitude entre os dois ambientes apresentou diferença menor que 2% (16 amostras), mostrando que o ambiente natural precisa de um acréscimo maior no número de amostras que em relação ao ambiente antropizado para chegar a riqueza total de Drosophilidae na área do Urucu, ou seja, com o esforço amostral empreendido no trabalho a clareia de jazida foi melhor amostrada do que os ambientes naturais.

#### **4.4 Diversidade das espécies entre os ambientes estudados.**

Moreno (2001) afirma que a riqueza de espécies é apenas um dos componentes da diversidade biológica e deve ser utilizada em conjunto com índices de diversidade.

Com relação aos índices de diversidade das espécies, foi observado neste estudo maior diversidade no ambiente alterado, este resultado é observado para o índice de Shannon -Wiener ( $H'$ ) e J (equitabilidade) que indicou maior diversidade para a clareira de jazida, pois este é um índice influenciado pela presença de espécies raras, logo este índice indica que as espécies estão distribuídas mais uniformemente em termos de abundância neste ambiente. Resultados diferentes foram encontrados para o índice de diversidade Simpson que apontou o ambiente de mata como sendo o mais diverso, ou seja, com menor probabilidade que dois indivíduos selecionados ao caso pertençam a mesma espécie. No entanto o índice de Berger-Parker apontou a clareira natural como o ambiente mais diverso, por apresentar menor dominância das espécies de Drosophilidae. Observa-se assim que os estimadores de riqueza são melhores para descrever a estrutura de comunidade do que o efeito de perturbação ambiental.

#### **4.5 Similaridade entre os ambientes estudados**

Os valores de similaridade entre os ambientes estudados apontam diferenças na composição e abundância das espécies em relação aos três ambientes. Este padrão é demonstrado pelo índice de Jaccard que leva em consideração a incidência das espécies, indicando que a composição das espécies é bastante similar entre a clareira natural e a clareira antropizada, apresentando maior diferença desses dois ambientes em relação a



mata. Quando foi considerado o índice de Morisita, que é influenciado pela abundância das espécies compartilhadas, a composição das espécies mostra-se mais diferenciada entre os ambientes naturais e antropizados, apoiando então as conclusões de Avondet et al. (2003) que a comunidade de Drosophilidae não muda dentro de habitats semelhantes. Porém a alteração na composição de espécies provocada pela perturbação ambiental é facilitada pelo estabelecimento de espécies cosmopolitas, oportunistas e bem adaptadas as novas condições. O índice de similaridade mostrou melhor as diferenças entre os ambientes do que os de diversidade, indicando que não é o número, mas sim a composição de espécies que é mais afetada pela formação das clareiras antrópicas.

#### **4.6 Distribuição das abundâncias das espécies de Drosophilidae.**

Os padrões de abundância das espécies de Drosophilidae em diferentes ambientes têm sido explicados com base em análises das variáveis ambientais (David *et al.*, 2004).

Neste estudo observou-se a predominância do subgênero *Sophophora* pertencentes ao gênero *Drosophila*, os quais são drosofilídeos Neotropicais e predominantemente frugívoros (Throckmorton, 1975). Armadilhas contendo iscas de frutas (principalmente banana) têm sido muito utilizadas em coletas de drosofilídeos na América do Sul (Dobzhansky & Pavan, 1943 e 1950; Valente & Morales, 1985; Sene *et al.* 1980; Praxedes, 2005; Medeiros, 2006). Apesar de a banana ser bastante utilizado em coleta de drosofilídeos (Valente & Morales, 1985; Bonorino & Valente, 1989), outros frutos também são utilizados em levantamentos de espécies dessa família. Santos & Martins (no prelo) e Martins (2001) realizaram trabalhos com diferentes frutos nativos presentes no solo, em área de floresta e observaram a presença de elevado número de espécies do subgênero

*Sophophora*. A mesma observação foi realizada por Dobzhansky & Pavan (1950) e Pavan (1957) que a abundância das espécies de *Drosophila* aumenta em período de frutificação de grandes variedades de vegetais.

Trabalhos realizados com guildas de Drosophilidae em áreas bem preservadas demonstram que espécies do subgrupo willistoni, estão relacionadas à ambientes de florestas (Martins, 1987; Tidon-Sklorz & Sene, 1999), e mesmo em áreas semi-abertas, sem influencia da atividade humana, e que apresentam umidade relativa do ar elevada é observada a presença dessas espécies, pois a mata que circunda a área aberta influencia a distribuição dessas espécies (Pavan, 1959; Tidon-Sklorz & Sene, 1999). Dentro do grupo willistoni, as espécies *D. nebulosa* e *D. fumipennis* do subgrupo bocainensis também estiveram representadas nas coletas do Urucu, com apenas 1,23% do total. Apesar de não serem muito abundantes 90% de seus representantes ocorreram no ambiente de jazida, diferindo significativamente das demais espécies desse grupo, que foram capturadas predominantemente nas matas na área do urucu. Isto demonstra diferenças ecológicas evidentes entre os subgrupos de espécies do grupo willistoni.

Praticamente todos os representantes do grupo saltans foram de *D. sturtevanti*, que predominou em ambiente de mata. Enquanto que *D. prosaltans* teve apenas um representante. Sene *et al.*, 1980 e Val & Kaneshiro, 1988, realizaram trabalho em áreas de Cerrado e encontraram um número elevado de *D. sturtevanti*, acreditando que estas espécies apresentam preferência por este tipo de ambiente. Nas análises do presente estudo, *D. sturtevanti* apresentou resposta ampla aos gradientes de variação de luz, temperatura e umidade. Mas em termos da sua distribuição de abundância os resultados demonstraram

que esta espécie concentra maior afinidade com os ambientes florestados, apresentando graus de tolerância que permitiriam colonizar também áreas mais abertas.

O grupo melanogaster foi representado praticamente apenas por *D. malerkotliana*, Por não fazer distinção clara entre ambiente natural e ambiente alterado, esta espécie foi capturada nos três ambientes com abundâncias elevadas. *D. ananassae* que foi pouco representada, é também uma espécie cosmopolita de origem asiática, porém, assim como as demais espécies cosmopolitas do subgrupo, está mais relacionada a áreas de maior influência urbana (Martins, 1989). *D. melanogaster*, uma espécie tipicamente doméstica, foi representada por apenas um indivíduo. A baixa frequência das espécies do grupo melanogaster pode ser indicativa do grau de integridade da área, provavelmente garantido pela alta proporção de matriz florestal que circunda as clareiras antropizada.

Outro fato notável é a ausência de *Zaprionus indianus*, espécie de origem africana (Gupta, 1970), recentemente introduzida no Brasil (Vilela, 1999), muito comum em ambientes perturbados, principalmente em áreas de Savana (Tidon *et al.*, 2003). Esta espécie foi coletada em abundâncias elevadas em várias regiões do Brasil. Em São Paulo na região de Valinhos, onde é produzido o figo, esta espécie está atingindo o *status* de praga (Stein *et al.*, 1999), em áreas de pastagens na região de Alta Floresta (Miranda-Santos, 2005), assim como em áreas de cultivo de maracujá no município de Igarapé-Açu/Pa (Miranda-Santos & Martins, 2001). No entanto para a região do Urucu não foi obtido registro dessa espécie, podendo ser este mais um indicativo da influencia da integridade da matriz florestal que circunda a base do Urucu.

*Scaptodrosophila latifasciaeformis* completa o grupo de espécies mais abundante, apesar de ter sido bem menos representada no total de indivíduos coletados. Esta espécie

esteve presente apenas no ambiente de jazida. Segundo Carroll & Dingle (1996) *S. latifasciaeformis* apresenta clara afinidade por áreas abertas com temperaturas relativamente elevadas. Pelos resultados das análises de correlação com as variáveis ambientais ficou bastante claro que *S. latifasciaeformis* possui todas as características de espécie de área aberta.

A umidade foi a variável que mais explicou a distribuição das espécies de Drosophilidae na área do Urucu, resultado que corrobora com os achados por Medeiros (2006) em experimentos realizados com espécies de Drosophilidae no Estado de São Paulo. Contrastando com os trabalhos de Avondet *et al.* (2003) e David *et al.* (2005) que relatam que a variável mais importante para distribuição das espécies dentro do ambiente é a temperatura.

O padrão de distribuição das abundâncias dos subgrupos é, em geral, acompanhado pelas espécies. Esta informação pode ser útil para o caso de levantamentos rápidos onde pode não ser possível a determinação de todas as espécies. A utilização dos subgrupos pode vir a ser uma boa estratégia para realização de análises onde todos os indivíduos são contabilizados, o que não acontece quando as análises são realizadas com indivíduos que estejam em níveis específicos, onde apenas os machos são utilizados nas análises.

#### **4.7 Padrões de emergência e abundância das espécies envolvidas no experimento.**

Diversos experimentos têm avaliado a sobrevivência de espécies de Drosophilidae (Wertheim *et al.*, 2002; Alamiri, 2000; Budnik & Brncic, 1976; Patterson, 1943) e de outros dípteros (Kruger, 2002; Lomônaco & Almeida, 1995) em relação as variáveis climáticas. A diferença deste trabalho está no desenho experimental adotado. A maioria dos

trabalhos é conduzida em laboratório, simulando as condições de temperatura, umidade e luminosidade do campo, enquanto que o trabalho atual foi realizado diretamente no campo.

As espécies do Subgrupo willistoni que participaram do experimento (*D. willistoni*, *D. paulistorum* e *D. equinoxialis*) responderam de forma semelhante em relação à emergência dos adultos. Não se observou efeito da origem da fêmea sobre o número de emergências entre áreas de clareiras e mata. Os resultados indicam que o desempenho dessas espécies não é afetado pelas clareiras naturais, inclusive nestas clareiras estão presentes espécies com preferência por ambientes menos fechado em relação ao grau de cobertura foliar (*D. paulistorum* e *D. equinoxialis*), as quais apresentam maiores abundâncias nesses ambientes. As espécies desse subgrupo não se desenvolveram no ambiente de jazida, provavelmente devido a sensibilidade destas espécies às temperaturas elevadas e aos ambientes com pouca umidade, evitando a desidratação, principalmente de seus imaturos (Toda & Kimura, 1997).

*D. malerkotliana* espécie invasora e adaptada a ambientes perturbados (Val & Sene, 1980; Martins, 1989) apresentou boa performance em relação emergência de seus descendentes nos diferentes ambientes. No entanto a maior emergência da espécie ocorreu no ambiente de mata, mostrando que apesar de ser uma espécie invasora está muito bem adaptada aos ambientes mais preservados (Martins, 1989). O mesmo foi observado por Miranda-Santos (2005) realizando coletas em Alta floresta (nordeste do Estado do Pará) que capturou esta espécie no interior de fragmentos florestais, demonstrando a afinidade pelos ambientes mais úmidos disponíveis. No entanto em com relação aos adultos capturados a espécie foi pouco freqüente no interior da mata. Provavelmente a baixa abundância desta espécie no interior da floresta intacta está relacionada a uma possível

competição inter-específica onde as espécies nativas estão de algum modo levando vantagem.

Segundo David *et al.* (2004) as variáveis ambientais são fatores limitantes para o desenvolvimento de muitas espécies de Drosophilidae. As espécies respondem de acordo com suas diferenças de tolerância ambiental, dependendo da região e do habitat quais as espécies estão adaptadas (Srivastava & Singh, 1998). Os limites de tolerância às variáveis ambientais são variados, porém sempre se relacionam diretamente com a postura de ovos, desenvolvimento das espécies e com as características morfológicas do indivíduo (David *et al.*, 2004).

Os habitats de clareira natural e mata, onde ocorreu sucesso nas emergências da maioria dos indivíduos, apresentam condições ambientais, que de acordo com David *et al.* (2004), estão dentro dos limites necessários para o bom desenvolvimento das espécies, que conseguem desenvolver-se dentro de um intervalo de temperatura que vai de 12° a 32°C, sendo 25°C a temperatura ideal com maior índice de desenvolvimento. Fora deste intervalo de temperatura, a postura de ovos vai diminuindo progressivamente até chegar a 0% de emergência e 100% de mortalidade dos ovos. A maioria dos experimentos realizados com controle de temperatura e umidade cita 75% como o valor médio ideal da umidade relativa do ar, assim como a temperatura este é o melhor valor para controle de desenvolvimento dos indivíduos, podendo variar de 65% a 85% (Kruger *et al.*, 2002).

As espécies de Drosophilidae podem ser indicadoras da qualidade do ambiente, dependendo da avaliação ambiental que se pretende realizar. A abundância das espécies de Drosophilidae pode ser considerada como um bom parâmetro para avaliar o grau de

perturbação a que uma área está submetida as clareiras antropizadas. O teste de emergência das espécies foi fundamental para completar esta avaliação.

Duas espécies do subgrupo *willistoni* (*D. paulistorum* e *D. equinoxialis*) apresentam potencial como indicadoras das condições ambientais, associando as condições de maior preservação. Estas espécies são extremamente abundantes sob condições normais da floresta preservada e são também bastante sensíveis a variações que ultrapassem os limiares de variação encontrados neles, perdendo totalmente a capacidade de reproduzirem-se, são as espécies estenotópicas para ambientes prístinos. É interessante notar que adultos de *D. willistoni* podem ocorrer com certa abundância nas áreas antropizadas sem, no entanto, de acordo com os achados deste estudo, possuir desempenho reprodutivo nestas áreas, pelas características desta espécie, ela não é considerada como bom indicador das condições ambientais.

A espécie *S. latifasciaeformis* e o subgrupo *bocainensis* são considerados estenotópicos para áreas abertas, pois estes indivíduos são capturados apenas neste tipo de ambiente. As temperaturas mais baixas e a maior umidade limitam a distribuição desses indivíduos nos ambientes.

O subgrupo *melanogaster* também é considerado estenotópico, porém com forte afinidade com áreas urbanizadas. A ausência deste subgrupo em determinado ambiente indica o quanto este ambiente está preservado.

No subgrupo *ananassae*, *D. malerkotliana* é uma espécie de ambiente alterado, que segundo Wertheim *et al.* (2002) e JR David *et al.* (2004), apresenta grande plasticidade fenotípica, porém foi muito freqüente nos ambientes naturais. Dessa forma, a ampla

distribuição de suas abundâncias permite que esta seja considerada uma espécie euritópica, que em geral não são muito úteis como indicador de ambiente alterado.

O subgrupo *sturtevanti* representado pela espécie *D. sturtevanti*, foi capturado em todos os ambientes estudados com distribuição de abundâncias semelhantes entre os habitats. Por não apresentar sua ecologia definida *D. sturtevanti* é caracterizada como espécie euritópica, pois padrões de abundância não diferem em diferentes condições ambientais.

Para estudos subseqüentes é necessária a realização de um protocolo que envolva um numero maior de coletas, utilizando-se maior tempo de exposição da isca em campo. Isto permitirá trabalhar com maior abundância das espécies, diminuído o grau de raridade. Também dispor de maior tempo de observação no desenvolvimento dessas espécies nos diferentes ambientes da área do Urucu, poderá ajudar a inferir com mais consistência o uso do habitat pelas espécies de Drosophilidae no monitoramento da recuperação das clareiras antropizadas.



## 5. CONCLUSÕES

Quase todas as ordens de insetos avaliadas neste estudo seguiram um mesmo padrão de abundância, sendo mais freqüentes nos ambientes naturais. Apenas Hymenoptera (Formicidae) não seguiu este padrão de distribuição nos ambientes estudados, sendo mais abundante na clareira de jazida do que nos ambientes naturais.

A maior estimativa de riqueza de espécies de Drosophilidae indicou em torno de 35 espécies para a área. Estes valores não são conclusivos, as avaliações indicam que as amostras foram insuficientes para estimar a riqueza local.

Os índices de Diversidade demonstraram ser mais úteis para descrever a estrutura de comunidade do que para definir o grau de perturbação dos ambientes.

Os coeficientes de Similaridade parecem descrever melhor as mudanças na comunidade decorrentes das alterações ambientais.

As espécies nativas de Drosophilidae mais abundantes neste estudo pertencem ao subgrupo willistoni (*Drosophila*, *Sophophora*), que foi o mais abundante em todas as coletas, apesar de pouco representado na clareira de jazida. O subgrupo é composto por quatro espécies crípticas, todas estritamente associadas a floresta.

As espécies invasoras ou cosmopolitas foram pouco abundantes e suas maiores concentrações ocorreram nas clareiras de poços e jazidas.

Três espécies foram consideradas estenotópicas: *D. paulistorum* e *D. equinoxialis* que podem ser indicadoras de floresta pristina, e *S. latifasciaeformis* com potencial para indicar ambientes alterados.

*D. willistoni*, *D. malerkotliana* e *D. sturtevanti*, por apresentarem distribuições de abundâncias mais amplas, podendo ocorrer em todos os ambientes estudados, foram consideradas espécies euritópicas que em geral não são muito úteis como indicadores.

Por ser a única entre as espécies invasoras com alta afinidade com os ambientes de floresta, o status de abundância de *D. malerkotliana*, no interior das florestas pode ser utilizado como indicativo das condições de integridade da mesma, já que sua penetração e sucesso nestes ambientes parecem depender da competição com as espécies nativas.

Após todas as observações e análises realizadas, pode-se concluir que quanto mais bem estudado é o grupo ou espécie em termos de sua biologia, ecologia e distribuição geográfica, maior é o potencial para que o mesmo seja utilizado como indicador das condições ambientais.

Considerando as avaliações deste estudo, a área do Urucu, apesar do forte impacto presente nas clareiras de poços e jazidas, encontra-se ainda em bom estado de preservação na sua matriz original. Isto indica um alto potencial de sucesso para as ações de recuperação das clareiras antropizadas, desde que as técnicas empregadas privilegiem a utilização das espécies nativas. O monitoramento destas ações, conduzido pelo acompanhamento das comunidades de drosofilídeos, poderá apresentar um bom indicativo dos seus efeitos sobre os insetos e outros animais saprófitos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R. L. S.; FONSECA, C. R. V.; HURTADO-GUERRERO, C.; PAULA, E. V. C. M. 2001. Preferência de vôo de nove espécies da família Scolytidae (Insecta: Coleóptera) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, **32**(1):61-68.
- ALAMIRI, Z. 2000. Oviposition Behaviour in four species of *Drosophila*. **Gayana (Concepción)**, **64**(2): p 1-14.
- ANDERSEN, A. N. 1997. Ants as indicators of ecosystem restoration following mining: a functional group approach. In: P. HALE and D. LAMB, editors, **Conservation Outside Nature Reserves**. Center for Conservation Biology, University of Queensland. p. 319-325.
- AVONDET, J. L.; BLAIR, R. B.; BERG, D. J. & EBBERT, M. A. 2003. *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) response to changes in ecological parameters across an urban gradient. **Environmental Entomology**, Lanham, **32**(2):347-358.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; Kalif, K.; CARVALHO JUNIOR, O. 2004. As madeiras e a Conservação da Fauna. **Revista Ciência Hoje**. **34**:(202).
- AZEVEDO-RAMOS, C.; NASI, R. & CARVALHO JUNIOR, O. 2002. Animal indicators, tool to assess biotic integrity after logging tropical forests? **Cifor Report**.
- BAWA, K. S.; PERRY, D. R. & BEACH, J. H. 1985a. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual Systems and incompatibility mechanism. **American Journal of Botany**. **72**. p 346-356.

- BEGON, M. 1982. **Yeast and *Drosophila*** p. 345-384. In: M. Ashburner; H. L. Carson & J. N. Thompson, Jr. (eds.), **The Genetics and Biology of *Drosophila*, 3b**. Nova Iorque, Academic.
- BOCK, I. E. & WHEELER, M. R. 1972. The *Drosophila melanogaster* species Group. **Studies in Genetics**. Austin, University of Texas Publications, **7213**: p.1-02.
- BORINO, C. B. C. & DA SILVA VALENTE, V. L. 1989. Studies on wild and urban populations and breeding sites of *Drosophila nebulosa*. **Revista Brasileira de Biologia**, **49**:771-776.
- BRASIL, 1978. Levantamento de recursos naturais. Ministério das Minas e Energia (MME). Rio de Janeiro, **Projeto Radambrasil**. Folha SB-20, Purus, **17**: p. 573.
- BREUER, M. E. & ROCHA, R. F. 1971. Genitália masculina de algumas espécies de *Drosophila* dos grupos “repleta” e “tripunctata” (Diptera, Drosophilidae). **Papéis avulsos de Zoologia**, São Paulo, **25** (15): 125-137.
- BREUER, M. E. & PAVAN, C. 1954. Genitália Masculina de “*Drosophila*” do grupo “dreyfusi” (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **14**: p. 465-475.
- BROWN, K. S. J. 1997b. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forest: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, **1**: 25-42.
- BROWN, K. S. J. 1997a Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. **Indicadores Ambientais**. Departamento de Ciências Ambientais, PUC-SP, Sorocaba, p.143-155.
- BROWN, K. S. J. 1996b. The conservation of threatened Brazilian butterflies. Pp 45-62, In: Hirowatari, S. A. A. T.; ISHII, M. & BROWER, L. P. (eds). **Decline and**

- conservation of butterflies in Japan**, III. Lepidopterological Society of Japan/  
Nippon Life Insurance Foundation.Osaka.
- BROWN, K. S. J. 1996a. The use of insects in the study, inventory, conservation e  
monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional  
land use systems. In S. A. Ae, T. Hirowatari, M. Ishii & L. P. Brower (eds), **Decline  
and conservation of butterflies in Japan**. Nippon Lif Insurance Foundation.
- BROWN, K. S. J. 1994. Conservation of Neotropical environments: insects as indicadores.  
In: N. M. Collins & J. A. Thomas (eds), **The conservation of insects and their  
habitat**, pp. 349-404. London: Academic Press.
- BROWN, K. S. J. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators., In:  
COLLINS, N. M. & THOMAS, J. A. (eds). The conservation of insects and their  
habitats. **Royal Entomological Society Symposium XV**, pp 349-404, Academic  
Press, London.
- BROWN, J. H. 1995. **Macroecology**. Chicago: University of Chicago Press, **1**: p. 269.
- BROWN, K. S. J. & FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. In: JOLY, C. A. & BICUDO, C. E. M.  
(eds). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao  
final do Século XX**, 5 – Invertebrados terrestres/ BRANDÃO, C. R. F. &  
CANCELLO, E. M. (eds). pp. 225-243. São Paulo: FAPESP.
- BUDNIK, M. & BRNCIC, D. 1976. Effects of larval biotic residues on viability in four  
species of *Drosophila*. **Reprinted from Evolution**, **29(4)**: p. 777-780.
- BURLA, H., DA CUNHA, A. B., CORDEIRO, A. R., DOBZHANSKY, T.,  
MALOGOLOWKIN, C. & PAVAN, C. 1949. The willistoni group of sibling species  
of *Drosophila*. **Evolution**, Lancaster, PA, **3**: p.300-314.

- BUZZI, Z. J.; MIYAZAKI, R. D. 1993. **Entomologia didática**. Curitiba. p 262.
- BUZZI, Z. J. 2002. A família Blattidae. **Entomologia didática**. Curitiba: Editora UFPR, 4:148-156.
- CARROLL, S. P. & DINGLE, H. 1996. The biology of post-invasion events. **Biological Conservation**, Amsterdam, 78:207-214.
- CARSON, M. 1971. The ecology of *Drosophila* breeding sites. In: "Harold I. Lyon Arboretum Lecture. **Honolulu**, University of Hawaii, 2: p. 1-27.
- CHAPMAN, C. A.; BALCOMB, S. R.; GILLESPIE, T. R. SKORUPA, J. P. and STRUHSAKER, T. T. 1999. Long-term effects of logging on Africa Primate Communities: a 28 year comparison from Kibale National Park, Uganda. **Conservation Biology**. 14: 207-217.
- CHERNAKI, A. M. & ALMEIDA L. M. 2000. Exigências Térmicas, Período de Desenvolvimento e Sobrevivência de Imaturos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer)(Coleoptera: Tenebrionidae). **Ecology, Behavior and Bionomics**. Departamento de Zoologia, UFPR-Curitiba.
- CODY, W. J.; MOTLEY, R. M. & FULLERTON L. W. 1977. The Computation of Real Fractional Order (Bessel) Functions of the Second Kind. **Transactions on Mathematical Software**, 3(3):232-239.
- COLWELL, R. K. 1997. EstimateS: statistical estimation of specie richness e shared species from samples versão 5.0. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. 1996. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation, p 101-118. In: D. L. HAWKSWORTH (Ed.) **Biodiversity**

- Measurement and estimation.** London, Chapman & Hall in association with The Royal Society, 132p.
- CUNHA, A. B. 1955. Sobre duas raças de *Drosophila neocardini* Streisinger (Drosophilidae, Díptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, p. 117-125.
- DIDHAM, R. K. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central amazonia in Tropical forests remnants: **Ecology, conservation and Management of fragmented communities** (Laurance, W. F. and Bierregaard, R. O., eds.), University of Chicago Press. **5**: p. 55-70.
- DOBZHANSKY, T. & PAVAN, C. 1943. Studies on Brazil species of *Drosophila*. **Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Série Biologia**, São Paulo, **36**:7-72.
- DOBZHANSKY, T. & PAVAN, C. 1950. Local and seasonal variation in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brasil. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, **19**:1-14.
- ED.AYRES. 2006. A mais acelera da extinção em massa da história da terra. Disponível na internet. <http://www.wiuma.org.br/03/01/2006>.
- EGGLETON, P. ; BIGNELL, D. E.; SANDS, W. A.; WAITE, B.; WOOD, T. G.; LAWTON, J. H. 1995. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, **11**. p. 85-98.
- EHRlich, P. R.; MURPHY, D. D.; SINGER, M. C.; SHERWOOD, C. B.; WHITE, R. R. & BROWN, I. L. 1980. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to the California drought. **Oecologia**. **46**, p 101-105.

- ERWIN, T. L. 1982. Small terrestrial ground-beetles of Central America (Carabidae: Bembidiina and Anillina). **Proc. Cal. Acad. Sci.**, **42**(19):455-496.
- FITTKAU, E. J.; KLINGE, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, **46**(1): p. 2-14.
- FROTA-PESSOA, O. 1954. Revision of the *Tripunctata* group of with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, **15**:253-330.
- FROTA-PESSOA, O. & WHEELER, M. R. 1951. A revision of the genus *Neotanygastrella* Duda (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, **11**:145-151.
- GHAZOUL, L. & HELLIER, A. 2000. Setting critical limits to ecological indicators of sustainable tropical forestry. **International Forestry Review**, **2**(4): 126-133.
- GRACE, J. 1995. Measurement of wind speed near vegetation. New York: Chapman 7 hall, p 57-73.
- GUPTA, J. P. 1970. Description of a New Species of *Phorticella Zaprius* (Drosophilidae) from India. **Proc. Indian Nat. Sci. Academic**. **36**:62-70.
- HEED, W. B. & WHEELER, M. R. 1957. Thirteen new species in the genus *Drosophila* from the Neotropical Region. **The University of Texas Publication**, Austin, **5721**: 17-38.
- JEAN, R. D.; ROLAND, A.; PIERRE, C.; MOHAMED, C.; PATRICIA, G.; GEORGES, P. & BRIGITTE, M. 2004. Comparative life histories and ecophysiology of *Drosophila melanogaster* and *D. simulans*. **Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. Genetica** **120**:151-163.



- JEAN, R. D.; GILBERT, P.; LEGOUT, H.; PÉTAVY, G.; CAPY, P. & MORETEAU, B. 2005. Isofemales lines in *Drosophila*: an empirical approach to quantitative trait analysis in natural populations. **Nature Publishing Group All rights reserved. Heredit**, **94**:3-12.
- JOHNS, A. D. 1986. Effects of selective logging on the behavioral ecology of west Malaysian Primates. **Ecology**, **67**: 684-694.
- JOHNS, A.G. 1997. **Timber production and biodiversity conservation in tropical rain forests**. Cambridge Studies in Applied Ecology and Resource Management, Cambridge University Press, Cambridge.
- KAGEYAMA, P. Y. & GANDARA, F. B. 2000. Revegetação de áreas ciliares. pp. 249-269, In Rodrigues R. R. & Leitão Filho, H. F. **Mata Ciliares: Uma abordagem multidisciplinar**. Edusp, Fapesp, São Paulo.
- KANESHIRO, K. Y. 1969. A study of the relationships of Hawaiian *Drosophila* species based on the external male genitalia. **University of Texas Publication**. Austin, **6918**:55-70.
- KING, J. R. ANDERSEN, A. N. & CUTTER, A. D. 1998. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. **Biodiversity and Conservation**, **7**: 1627-1638.
- KLEIN, B. C. 1989. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetle Communities in Central Amazonia. **Ecology**, **70**(6): pp. 1715-1725.
- KREBS, C. J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper Collins Publishers. New York. pp. 1-350.

- KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. **Ecological Applications**, **2**: 203-217.
- KRÜGER, R. F.; RIBEIRO, P. B.; CARVALHO, C. J. B.; LAMBRECHT, F. M.; NUNES, A. M. 2002. Longevidade oviposição de *Ophyra albuquerquei* (Diptera, Muscidae) em condições de laboratório. Departamento de Zoologia, UFPR- Curitiba.
- LASALLE, J. & GAUDE, I. D. 1991. Parasitic hymenoptera and the biodiversity crisis. **Redia**. LXXIV (3): 315-334.
- LIMA FILHO, D. A.; MATOS, F. D. A.; REVILLA, J.; CÔELHO, L.S.; RAMOS, J. F. & SANTOS, J. L. 2001. Inventário florístico de floresta ombrófila densa de terra firme, na região do Urucu-Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, **31**(4):565-579.
- LOMÔNACO, C.; ALMEIDA, J. R. 1995. Sazonalidade e uso de recursos para alimentação e oviposição de Dípteros Muscóideos na restinga de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista brasileira Entomologia**, **39** (4).
- LONGINO, J. T. 1994. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. **Biology International**, **28**:3-13.
- LOUETTE, M.; BIJNENS, L.; UPOKI AGENONG'A, D & FOTSO, R. C. 1995. The utility of birds as bioindicators: case studies in equatorial africa. **Journal Zoologica**, **125**(1): p. 157-165.
- LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD, R. O. JR; RYLANDS, A. B.; MALCOLM, J. R.; QUINTELA, C. E.; HARPER, L. H.; BROWN, K. S. JR; POWELL, A. H.; POWELL, G. V. N.; SCHUBART, H. O. R.; HAYS, M. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULE, M. E. (Ed), **Conservation**

- Biology:** The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Associates Inc, Sunderland, Massachusetts, p. 185-257.
- MAGALHÃES, L. M. 1962. Notes on the taxonomy, morphology, and distribution of the saltans group of *Drosophila*, With descriptions of four new species. The **University of Texas Publications**, Austin, **6205**:134-154.
- MAGURRAN, A. E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. New Jersey, Princeton University Press. 192p.
- MAJER, L. D. 1987. Invertebrates as indicators for management. **Nature Conservation of Role Remnants of Native Vegetation**, **4**: p.353.
- MALOGOLOWKIN, C. 1952. Sobre a genitália dos “Drosophilidae” (Diptera). III grupo willistoni do gênero *Drosophila*. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **12** (1):79-96.
- MARGULES, C. R.; REDHEAD, T. D.; HUTCHINSON, M. F. & FAITH, D. P. 1995. Biorap. Guidelines for using the Biorap methodology and tools. **Commonwealth Scientific, Industrial, and Research Organization**, Canberra, Australian Capital Territory.
- MARQUES, A. P. C.; ALE-ROCHA, R. & TELES, B.R. 2004. Flutuação Populacional de *Willistoniella* Mik e *Ropalomera* Wiedemann (Diptera: Ropalomeridae) na Amazônia Central. **Neotropical Entomology**, **33**(5):661-664.
- MARQUES, A. P. C.; ALE-ROCHA, R. & RAFAEL, J. A. 2002. Levantamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em residências de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, **32**(1):133-140.

- MARTINS PINTO, M. Recuperação de áreas degradadas. Ecolatina Belo Horizonte. Fonte Expresso Brasil. <http://www.Google.com.br>. Disponível na internet em 03/01/2006.
- MARTINS, M. B. 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, serie. Zoologica, **3**(2).
- MARTINS, M. B. 1989. Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Acta Amazônica** **19**: 265-271.
- MARTINS, M. B. 1996. **Drosófilas e outros insetos associados a frutos de *Parahancornia* disperso sobre o solo da floresta**. Tese de Doutorado, Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 190p.
- MARTINS, B. M. 2001. Guilds of Drosophilids on Forest Fragments. In: Lessons from Amazonia. **The ecology and conservation of a fragmented forest**. R.O.Bierregaard, Gascon, C., Lovejoy, T. Mesquita, R. Yale University Press
- MARTINS, V. S. 2001. **Recuperação de matas ciliares**. Fonte resumida Editora Aprenda. Faculdade Viçosa-MG.
- MASON, D. 1996. Responses of Venezuelan Understory birds to selective logging, enrichment strips, and vine cutting. **Biotropica** **28**:296-309.
- MATA, R. M.; TIDON, R. 2004. Pequenos Informantes. **Ciência Hoje**, **32**(192):64.
- MATSUMOTO, T. 1976. The role of térmites in na equatorial rain forest ecosystem of west Malaya. I. Population density biomass carbon nitrogen and calorific content and respiration rate. **Oecologia**, **22**:153-178.

- MEDEIROS, H. F. 2004. **Relações entre características bionômicas e fisiológicas de espécies de *Drosophila* e a distribuição de suas abundâncias na natureza.** Tese de doutorado. Campinas, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 142p.
- MEGALE, L. G. 2006. O Planeta está de olho em nossa Biodiversidade. Disponível na internet: <http://Google.com.br> . Biodiversidade, 03/01/2006.
- MIRANDA-SANTOS, R. 2001. **Mapeamento da diversidade de drosofilídeos no mosaico de paisagem em Igarapé-açu, região Bragantina, Estado do Pará.** Trabalho de Conclusão de Curso. Belém, Universidade Federal do Pará, 66p.
- MIRANDA-SANTOS, R. 2005. **Análise do efeito da fragmentação florestal sobre a estrutura da comunidade de drosofilídeos (Diptera) em uma região do extremo sul da Amazônia.** Tese de Mestrado. Belém, Departamento de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, 79p.
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T – **Manuales y Tesis**, SEA, 1. Zaragoza. 84p.
- NEW, T. R. 1997. Are Lepidoptera an effective umbrella group for biodiversity conservation? **Journal of Insect Conservation**, 1 p.5-12.
- NEW, T. R. ; PYLE, R. M.; THOMAS, J. A. THOMAS, C. D. & HAMMOND, P. C. 1995. Butterfly conservation and management. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 40 p.56-83.
- NOLASCO, S. 1999. A vida secreta das baratas. **Vetores & Pragmas**, 2(5):14-15.
- PARSONS, C. T. 1943. A revision of Nearctic Nitidulidae (Coleoptera). **Bulletin of comparative zoology** 92:121-248.

- PAVAN, C. 1959. Relações entre populações naturais de drosófila e o meio ambiente. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo. **Biologia Geral** n. 11.
- PAVAN, C. 1950. Espécies brasileiras de *Drosophila* II. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras**, Universidade de São Paulo, **8**(111):1-37.
- PAVAN, C. & CUNHA, A. B. 1947. Espécies brasileiras de *Drosophila*. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras**, Universidade de São Paulo, **7**(86):20-64.
- PEARMAN, P. B. 1997. Correlates of Amphibian Diversity in an Altered Landscape of Amazonian Ecuador: Correlaciones de la Diversidad de Anfíbios en un Paisaje Alterado de la Amazonía Ecuatoriana. **Conservation Biology**, **11**(5):1211-1225
- PÉTAVY, G.; DAVID, J. R.; DEBAT, V.; GIBERT, P. & MORETEAU, B. 2004. Specific effects of cycling stressful temperatures upon phenotypic and genetic variability of size traits in *Drosophila melanogaster*. **Evolutionary Ecology Research**, **6**:873-890.
- PIELOU, E. C. 1975. **Ecological Diversity**. John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 165p.
- PRADO, A. P. 1963. Primeira contribuição ao conhecimento da família Rhopalomeridae (Diptera). **Mems. Instituto Oswaldo Cruz**, **61**: 459-470.
- PRAXEDES, C. L. B. 2005. **Inventário de Drosophilidae, com ênfase em *Drosophila (Sophophora)* na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará, Brasil**. Tese de Mestrado. Departamento de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi. 78p.

- REIS, A.; ZAMBORIN, R. M. & NAKAZANO, E. M. 1990. **Recuperação de áreas Florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal.** Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.
- ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. 1993. **Freshwater biomonitoring and benthic microinvertebrates.** Chapman and Hall, Nova York.
- ROVEDDER, A. P.; VENTURINI, S.; SPAGNOLLO, E. & ANTONIOLLI, Z. I. 2001. **Colêmbolos como indicadores biológicos em solos areníticos da região sudoeste do Rio Grande do Sul.** Departamento de solos/PPGA-UFSM. Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- SENE, F.M.; VAL, F. C; VILELA, C. R. & PEREIRA, M. A. Q. R. 1980. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **33**: 315-326
- SENE, F. M.; PEREIRA, M. A. Q. R.; VILELA, C. R. & BIZZO, N. M. V. 1981. Influence of different ways to set baits for collection of *Drosophila* flies in three natural environments. **Journal of Animal Ecology**, London, **62**(4):720-736.
- SHORROCKS, B. 1982. The breeding sites of temperate woodland *Drosophila*. In: M., Ashburner; H. L. Carson & J. N. Thompson, Jr (eds), the **Genetics of Biology of *Drosophila***. V **3b**. p.388-482. Nova Iorque, Academic.
- SHORROCKS, B. 1975. The distribution and abundance of woodland species of British *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). Department of pure and Applied Zoology, the University, Leeds. **Journal Animal Ecology**, v. **44**, p 851-864.

- SOTO-MANITU, J. & LEZAMA, H. J. 1988. Population fluctuations of *Ropalomera* Wiedemman (Diptera: Ropalomeridae) in Costa Rica. **Revista Biologia Tropical**, **36**: 549-550.
- SPASSKY, B. 1957. Morphological differences between sibling species of *Drosophila*. **The University of Texas Publication**, Austin, **5721**:48-61.
- SPELLERBERG, I. F. & SAWYER, J. W. D. 1996. Standards for biodiversity: a proposal based on biodiversity standards for forest plantations. Springer Netherlands. **Biodiversity and Conservation**, **5**(4):447-459.
- SRIVASTAVA, T. & SINGH, B. N. 1998. Effects of temperatura on oviposition in four species of the *melanogaster* Group of *Drosophila*. **Banaras Hindu University, Varanase**, Genetics Laboratory, Departament of Zoology, India.
- STEIN, C.P., TEIXEIRA, E.P. & NOVO, J.P.S. 1999. Mosca do figo - *Zaprionus indianus*. [online] disponível na internet via [WWW.URL: http://www.iac.br/~cenfit/artigos/zaprionus](http://www.iac.br/~cenfit/artigos/zaprionus). Arquivo consultado em 15/03/2006.
- STURTEVANT, A.H. 1942. The classification of the genus *Drosophila*, with description of nine new species. **University of Texas Publications**, **4213**:5-51.
- THERBORGH, J. 1983. **Five new world primates: a study in comparative ecology**. Princeton University Press, 260p.
- THOMAZINI, M. J. & THOMAZINI, A. P. B. W. 2000. **A Fragmentação Florestal e a Diversidade de Insetos nas Florestas Tropicais Úmidas**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Embrapa Acre. Documento 57.
- THROCKMORTON, L. H. 1975. The phylogeny, ecology and geography of *Drosophila*. In: R.C. King, (ed.), **Handbook of Genetics**, v. **3**. Nova Iorque, Plenum.



- TIDON- SKLORZ, R. & SENE, F.M. 1999. *Drosophila*. In: C.R.F. Brandão & E.M. Canello(eds.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. 5º v. Invertebrados terrestres. FAPESP, São Paulo.
- TIDON- SKLORZ, R.; LEITE, D. F. & LEÃO, B. F. D. 2003. Impact of the colonisation of *Zaprionus* (Diptera: Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. **Biological Conservation**, Amsterdam, **112**(3):299-305.
- THIOLLAY, J.M. 1992. Influence of Selective Logging on Bird Species Diversity in a Guianan Rain Forest. **Conservation Biology**. V. **6**(1), pp. 47-63.
- TODA, M. J. & KIMURA, M. T. 1997. Life-history traits related to host selection in mycophagous drosophilids. **Journal of Animal Ecology**. Cambridge, **66**(1):154-166
- TOSI, D.; MARTINS, M. B.; VILELA, C. R. & PEREIRA, M. A. Q. R. 1990. On a new cave-dwelling species of bat-guano-breeding *Drosophila* closely related to *D. repleta* Wollaston (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Genética**, **13** (1):19-31.
- TOTI, D. S.; COYLE, F. A. & MILLER, J. A. 2000. A Structure Inventory of Appalachian Grass Bald and Heath Bald Spider Assemblages and a test of Species Richness Estimator Performance. **The Journal of Arachnology**, **28**:329-345.
- TURNER, I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**, v. **33**, p. 200-209.
- VAL, F. C. 1982. The male genitalia of some Neotropical *Drosophila*: Notes and illustrations. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **34** (27):309-347.
- VAL, F.C. & KANESHIRO, K.Y. 1988. **Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica da Boracéia, on the coastal range of the state São Paulo, Brasil:**

- geographical distribution.** In: P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (eds), **Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns.** Academia Brasileira de Ciências, rio de Janeiro.
- VALENTE, V. L. S. & MORAES, N. B. 1985. New inversion and qualitative description of inversion heterozygotes in natural populations of *Drosophila willistoni* inhabiting regions in the state of Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Genética**, **8**:167-173.
- VAL, F.C & SENE F.M. 1980. A newly introduce *Drosophila* species in Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **33**: 293-298.
- VAN DER LINDE, MARC. 1992. **Linking land use and biodiversity: *Drosophila* species as an indicator system.**
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, 124p.
- VILELA,C. R. 1999. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) currently colosing the Neotropical Region? **Drosophila Information Service**, Norman, **82**:37-38.
- VILELA,C. R. & BÄCHILI, G. 1990. Taxonomic studies on neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). **Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft**, Shaffhausen; Lausanne; Zurich, **63**(Suppl.):1-332.
- VILELA, C. R.; PEREIRA, M. A. Q.R.&SENE, F. M. 1983. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil: II The repleta group. **Ciencia e Cultura**, São Paulo, **35**(1):66-70.

- VITT, L. J.; AVILA-PIRES, T. C. S.; CALDWELL, J. P. & OLIVEIRA, V. R. L. 1998. The Impact of Individual Tree Harvesting on Thermal Environments of Lizards in Amazonian Rain Forest. **Conservation Biology**, V **12**(3): p 654.
- WERTHEIM, B.; DICKE, M.; VET, L.E.M. 2002. Behavioural plasticity in support of a benefit for aggregation pheromone use in *Drosophila melanogaster*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, **103**: 61-71.
- WHEELER, M. R. 1949. Taxonomic studies on the Drosophilidae. **The University of Texas Publication**, Austin, **4920**:157-195.
- WHEELER, M. R. & KAMBYSELLIS, M. P. 1966. Notes on the Drosophilidae (Diptera) of Samoa. **University of Texas Publication**, Austin, **6615**:533-565.
- WHITMAN, A. A.; HAGAN, J. M. & BROKAW, N. V. L. (1998) Effects of Selection Logging on Birds in Northern Belize<sup>1</sup>. **Biotropica**, **30** (3), 449-457.