

Osvaldo do Amaral

**Biodiversidade e Sazonalidade
de Drosophilídeos na Estação
Ecológica de Paulo de Faria/SP
com Ênfase nas Espécies
Invasoras e Efeito de Borda.**



1910001321



**BIODIVERSIDADE E SAZONALIDADE DE
DROSOFILÍDEOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA
DE PAULO DE FARIA/SP COM ÊNFASE NAS
ESPÉCIES INVASORAS E EFEITO DE BORDA.**

OSVALDO DO AMARAL

Dissertação apresentada para
obtenção do Título de Mestre
em Genética.

São José do Rio Preto - SP

BIODIVERSIDADE E SAZONALIDADE DE DROSOFILÍDEOS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE PAULO DE FARIA - SP COM ÊNFASE NAS ESPÉCIES INVASORAS E EFEITO DE BORDA.

OSVALDO DO AMARAL



T. 1321/05

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Genética,
como parte das exigências para
obtenção do Título de Mestre.

Orientador:

Profa. Dra. Lilian Madi-Ravazzi

São José do Rio Preto – SP

Outubro de 2004

+575
A485b

13/01/2005

Doação

R\$ 26,00

Autor(a)

076/2005

Amaral, Osvaldo do.

Biodiversidade e sazonalidade de drosofilídeos na Estação Ecológica De Paulo de Faria / SP: com ênfase nas espécies invasoras e efeito de Borda / Osvaldo do Amaral – São José do Rio Preto : [s.n.], 2004
119 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Lilian Madi-Ravazzi

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Drosófila . 2. Diversidade biológica. 2. Drosofilídeos - Efeito de borda. 3. Drosofilídeos – Sazonalidade. 4. Espécies invasoras. 5. Biodiversidade. I. Madi-Ravazzi, Lilian. II. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 595.77

OSVALDO DO AMARAL

BIODIVERSIDADE E SAZONALIDADE DE DROSOFILÍDEOS NA ESTAÇÃO
ECOLÓGICA DE PAULO DE FÁRIA - SP COM ÊNFASE NAS ESPÉCIES
INVASORAS E EFEITO DE BORDA.

O presente trabalho foi realizado no Departamento de Biologia do Instituto de
Biotecnologia, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto da Universidade
Estadual Paulista, sob orientação da Profª Drª Lílían Madi-Ravazzi.

Presidente e Orientador

2º Examinador

3º Examinador

São José do Rio Preto, _____ de _____ de _____

OSVALDO DO AMARAL

BIODIVERSIDADE E SAZONALIDADE DE DROSOFILÍDEOS NA ESTAÇÃO
ECOLÓGICA DE PAULO DE FARIA - SP COM ÊNFASE NAS ESPÉCIES
INVASORAS E EFEITO DE BORDA.

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador.....

2º Examinador.....

3º Examinador.....

São José do Rio Preto,...../...../.....

Ao Prof. Dr. Alfredo Pereira Martins, que inicialmente escandalizou o meu interesse pelo curso e pelo incentivo fundamental para que este trabalho fosse realizado.

Ao Dr. Antônio Baroni Giannini Junior e Dra. Ana Paula Perez, pessoas que me ajudaram muito e permitiram que minha tese chegasse ao final.

À Profa. Dra. Denise Ross Perez pela ajuda incondicional na análise ecológica dos dados.

À Profa. Dra. Rosine Tereza Ranga pela ajuda na escolha da área de estudo.

Aos professores do curso de Pós-Graduação do IBILCE-UNESP, por terem contribuído para minha formação acadêmica.

À Profa. Dra. Hermione Elly Mello de Campos Brando, Profa. Dra. Maria Tereza Vieira de Azevedo Góes e Profa. Dra. Marlene Kyomi Hosato Kobayashi pelo incentivo e sempre sempre presente na busca.

**À minha esposa Lúcia, meus filhos Mateus e Caroline,
minha mãe Catharina, que me apoiaram e
não competiram pela minha atenção,
souberam entender minha ausência e,
mesmo sentindo-a, apoiaram-me na minha busca.**

Às amigas, Adriana Granato, Leiza Penardi e Talina Pinho, pela amizade e pelo convívio social.

Aos colegas, Antônio Roberto de Marco, José Aparecido Souza, José Aparecido Nunes e Walter de Oliveira, pela amizade, solidariedade e competência na realização de meus trabalhos.

Às amigas Alessandra Terça e Sandra Regina de Carvalho-Manhães, pela companheirismo e amizade dedicadas.

Aos vigias da Estação Ecológica de Paulo de Faria pela ajuda prestada.

Ao Prof. Dr. Alfredo Peixoto Martins, que inicialmente acendeu o meu interesse pelo curso e pelo incentivo fundamental para que este trabalho fosse realizado.

Ao Dr. Antonio Benoni Giansante Junior e a Dra. Ana Paula Perez, pessoas que me ajudaram muito e permitiram que minha tese chegasse ao final.

À Profa. Dra. Denise Rosa Feres pela ajuda incondicional na análise ecológica dos dados.

À Profa. Dra. Neuza Taroga Ranga pela ajuda na escolha da área de estudo.

Aos professores do curso de Pós-Graduação do IBILCE-UNESP, por terem contribuído para minha formação acadêmica.

À Profa. Dra. Hermione Elly Melara de Campos Bicudo, Profa. Dra. Maria Tercilia Vilela de Azeredo Oliveira e Profa. Dra. Marlene Kiyoni Hosaki Kobayashi pelo incentivo e sorriso sempre presente na face.

Aos Mestrandos em Biologia Animal, Tiago Gomes dos Santos pela ajuda na interpretação das análises de riqueza e Renato Buasso pela ajuda na interpretação das análises de diversidade e pelo companheirismo durante as coletas.

Aos funcionários do Departamento de Biologia, Simone Carvalho Fernandes, Sebastião Dias Barbosa e Paulo Antonio Maziero, pela presteza e dedicação no desempenho de suas atividades.

Às estagiárias, Adriana Granzoto, Leiza Penariol e Taline Pínola pela amizade e pelo convívio social

Aos motoristas, Antonio Roberto di Marco, José Aparecido Goularte, José Aparecido Nunes e Walter de Oliveira, pela amizade, seriedade e competência na realização de suas funções.

Às amigas Alessandra Laranja e Sandra Regina de Carvalho Marchesin, pelo companheirismo e amizade dedicados.

Aos vigias da Estação Ecológica de Paulo de Faria pela ajuda prestada.

À Profa. Maria Aparecida Fortuna Clara e ao Prof. José Leudes Zerzi, respectivamente, Diretora e Vice-Diretor da Escola Estadual Hans Wirth, pela ajuda, incentivo e compreensão da minha ausência nos momentos importantes da vida escolar.

Aos colegas docentes da Escola Hans Wirth pelo apoio ao longo deste trabalho, principalmente à Carlos Roberto de Oliveira, Ana Paula Maioli Martins e Valéria de Almeida Xavier Lopes, pelo incentivo nos momentos difíceis pelos quais passei.

A Ana Maria Firmino Galdi e Cileusa Esteves Gonçalves por organizarem minha vida escolar.

A Marcius Delano, Vânia Lúcia Moraes e a Sra. Maria de Lurdes Taquetti de Oliveira pela disposição que tiveram em ajudar em qualquer situação, sem nunca medirem nenhum esforço para tal.

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Lílían Madi-Ravazzi, não existem palavras com significado suficiente para expressar o tamanho do meu agradecimento. Foi uma verdadeira mestra, mostrando-me caminhos e seguindo por eles comigo. Agradeço também pela paciência que teve diante de minhas teimosias. Muito obrigado.

A Deus Pai, Todo Poderoso, por ter me concedido o dom da vida, permitindo que eu a trilhasse com dignidade, dando-me assim, a oportunidade da realização deste trabalho.

*O Homem não teria alcançado o possível se
repetidas vezes não tivesse
tentado o impossível.
(Max Weber)*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
1.1 Biodiversidade	4
1.2 Estado da borda	7
1.3 Estação Ecológica de Paulo de Faria	8
1.3.1 Geologia e Geomorfologia	8
1.3.2 Solo	9
1.3.3 Vegetação	10
1.3.4 Fauna	10
1.4 Espécies do gênero <i>Drosophila</i> como indicadores biológicos	10
1.5 Drosophilids invasores na região neotropical: um enfoque em <i>Zaprionus indianus</i>	10
2. OBJETIVOS	10
Nada lhe posso dar que já não existam em você mesmo. Não posso abrir-lhe outro mundo de imagens, além daquele que há em sua própria alma. Nada lhe posso dar a não ser a oportunidade, o impulso, a chave. Eu ajudarei a tornar visível o seu próprio mundo, e isso é tudo.	21
(Herman Hesse)	22
2.1 Diversidade das espécies	22
2.1.1 Simetria entre as áreas	23
2.1.2 Análise de correlação	23
2.1.3 Riqueza	23
2.1.4 Análise Gráfica	23
3. RESULTADOS	26
3.1 Abundância x sazonalidade, X temperatura, X pluviosidade na borda e no interior da mata	26
3.2 Análise de abundância e produção sexual entre as espécies	27
3.3 Frequência das espécies e grupos de espécies	29
3.4 Curvas de constância de dominância e de diversidade	40
3.5 Estimativa de riqueza	40
3.6 Diversidade	42
3.7 Relação entre a abundância e a diversidade das espécies neotropicais com as espécies invasoras e com <i>Zaprionus indianus</i>	48
3.8 Emergência de <i>Drosophila</i> dos frutos coletados na borda e interior da mata	49
3.9 Simetria entre a área da borda e do interior da mata	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1 Biodiversidade	2
1.2 Efeito de borda	4
1.3 Estação Ecológica de Paulo de Faria	7
1.3.1 Geologia e Geomorfologia	8
1.3.2 Solo	8
1.3.3 Vegetação	9
1.3.4 Clima	10
1.4 Espécies do gênero <i>Drosophila</i> como indicadores biológicos	10
1.5 Drosofilídeos invasores na região Neotropical: um enfoque em <i>Zaprionus Indianus</i>	13
OBJETIVOS	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	
2.1 Preparação das armadilhas	18
2.2 Metodologia das coletas	18
2.2.1 Com armadilhas	18
2.2.2 Coletas dos frutos	19
2.3 Identificação das moscas	19
2.4 Local da coleta	21
2.5 Análise dos Resultados	21
2.5.1 Diversidade das espécies	22
2.5.2 Similaridade entre as áreas	22
2.5.3 Análise de correlação	23
2.5.4 Riqueza	23
2.5.5 Análise Gráfica	23
3. RESULTADOS	
3.1 Abundância X sazonalidade, X temperatura, X pluviosidade na borda e no interior da mata	26
3.2 Níveis de abundância e proporção sexual entre as espécies	27
3.3 Frequência das espécies e grupos de espécies	29
3.4 Curvas do componente da dominância e da diversidade	45
3.5 Estimativa da riqueza	45
3.6 Diversidade	48
3.7 Relação entre a abundância e sazonalidade das espécies neotropicais com as espécies invasoras e com <i>Zaprionus indianus</i>	48
3.8 Emergência de drosofilídeos dos frutos coletados na borda e interior da mata	49
3.9 Similaridade entre a área da borda e do interior da mata	56

3.10 Algumas considerações sobre as espécies e os grupos mais abundantes	66
4. DISCUSSÃO	
Abundância, sazonalidade e fatores climáticos	72
Níveis de abundância entre as espécies	79
Emergência de drosofilífeos dos frutos coletados	81
Dominância, diversidade, riqueza e similaridade	83
Efeito de borda, espécies invasoras e bio-indicadoras	86
5. CONCLUSÕES	
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
7. APÊNDICE	107
8. RESUMO	110
9. SUMMARY	115

INTRODUÇÃO

1.1 Biodiversidade

Biodiversidade refere-se ao conjunto de organismos vivos que habitam um determinado espaço geográfico, incluindo a diversidade genética, de espécies e de ecossistemas.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a biodiversidade é a variedade de seres vivos e dos ecossistemas que os compõem. Ela é considerada um dos pilares do desenvolvimento sustentável, pois garante a estabilidade dos ecossistemas e a produção de alimentos e medicamentos.

O termo "biodiversidade" foi cunhado em 1985 por Walter Meentemeyer, um ecólogo americano. Desde então, tornou-se um dos conceitos mais utilizados na biologia e na conservação ambiental.

INTRODUÇÃO

A biodiversidade é a variedade de seres vivos e dos ecossistemas que os compõem. Ela é considerada um dos pilares do desenvolvimento sustentável, pois garante a estabilidade dos ecossistemas e a produção de alimentos e medicamentos. A biodiversidade é ameaçada por atividades humanas, como o desmatamento e a poluição, o que pode levar à extinção de espécies e à degradação dos ecossistemas.

Portanto, é fundamental adotar medidas para a conservação da biodiversidade, como a criação de áreas protegidas e a implementação de políticas públicas que promovam o uso sustentável dos recursos naturais. A biodiversidade é um patrimônio comum a todos e sua preservação é essencial para a qualidade de vida e o bem-estar das futuras gerações.

1.1 Biodiversidade

Biodiversidade é um dos muitos termos que, embora grandemente aplicado em biologia, permanece inconsistente ou às vezes inadequadamente definido.

Darwin foi o primeiro a tentar explicar como muitas espécies diferentes surgiram, ao estabelecer as primeiras bases para a biologia moderna, ao longo do desenvolvimento de suas idéias sobre evolução, há mais de um século em seu trabalho principal "*The Origin of Species*", em que por meio da seleção natural, leva a esperar muitas formas diferentes de seres vivos.

O termo "biodiversidade" tem sido usado como um sinônimo de "variedade de vida". Muitas definições são simplesmente expansão ou modificações desse tema básico. Frequentemente essas definições enfatizam as múltiplas divisões e níveis nos quais essas variedades, diversidade ou heterogeneidade podem ser observadas.

Uma das definições mais amplamente citada é de OTA (1987), que menciona que a "Diversidade Biológica refere-se à variedade e à variabilidade entre os organismos vivos e as complexas relações ecológicas entre eles e onde ocorrem". A diversidade também pode ser definida como o número de diferentes características e sua frequência relativa. Para a diversidade biológica esses itens são organizados em muitos níveis, variando desde o ecossistema completo até a estrutura química que é a base molecular da hereditariedade.

Partindo do pressuposto que a biodiversidade não é um conceito abstrato, verifica-se que em alguns sentidos pode ser operacional. A biodiversidade pode ser quantificada e isso tem sido feito em termos de diversidade específica ou genética. A medida da diversidade é complexa, e em geral, existem duas formas de medidas: a) aquelas que realizam simples contagem de entidades; b) e aquelas que também tentam incorporar alguns elementos em suas diferenças (HURLBERT'S,

1971). Muito do que se conhece sobre medidas de biodiversidade em biologia foi derivado de estudos teóricos que combinam números de espécies e equidade de sua abundância (GRASSLE et al., 1979; MAGURRAN, 1988).

Bowmans (1993) descreveu o termo biodiversidade como sinônimo de conservação da natureza, ou melhor, como uma manifestação dessa situação.

O conceito de diversidade possui dois componentes: a) a riqueza, também chamada de densidade de espécies, baseada no número total de espécies presentes; e b) a uniformidade, baseada na abundância relativa de espécies e no grau de dominância ou falta dessa (ODUM, 1988).

Mensurar a riqueza em espécies de um determinado grupo taxonômico em um determinado local não é uma tarefa simples. Embora inventários de fauna tradicionais permitam acessar rapidamente esse número, resultados de diferentes estudos dificilmente podem ser comparados. Isso porque esses inventários, além de terem sido originados de diferentes métodos de coleta, em geral mostram grandes variações quanto ao esforço de amostragem (WALTHER et al., 1995). Uma das maneiras para resolver esse problema é o uso de métodos de estimativa de riqueza a partir de dados amostrais.

Atualmente, há uma grande variedade de métodos de estimativa de riqueza, cada um com diferentes princípios de funcionamento.

Os métodos de estimativa mais utilizados podem ser divididos em três categorias, de acordo com suas premissas e com o tipo de dados necessários para estimar o número total de espécies da comunidade. Os métodos do primeiro grupo se baseiam na distribuição de abundância das espécies, os do segundo grupo nas curvas de acumulação de espécies e os do terceiro no número de espécies raras nas amostras (SANTOS, 2004).

É difícil avaliar se a riqueza estimada por um método é igual à riqueza real, uma vez que é muito difícil, coletar todas as espécies de um

determinado grupo em um local. Se isso fosse simples, os métodos de estimativa não seriam necessários. Por isto, os estudos que avaliam a exatidão de estimativas de riqueza baseiam-se em comunidades pouco diversas ou simulações por computador. No primeiro caso, incluem-se duas publicações: uma com comunidades de parasitas com até 10 espécies (WALTHER; MORAND, 1998) e outro com plantas acima de 1,5 cm DAP em cinco fragmentos florestais (HELLMAN; FOWLER, 1999) que abrigavam no máximo 56 espécies. Estes autores mostraram que o grau de exatidão varia entre os métodos e em relação ao esforço de coleta. Em geral, foi observado que a diferença entre a riqueza estimada e a riqueza real diminui com o aumento do número de amostras. Esta avaliação se torna mais complicada quando se trabalha com comunidades com muitas espécies. Segundo Palmer (1990), embora a maioria dos métodos resultem em estimativas bem próximas da riqueza real para comunidades pouco diversas, o mesmo não acontece com alguns deles quando o valor a ser estimado é muito alto.

Mesmo que a maioria dos métodos subestime a riqueza da comunidade (BALTANÁS, 1992), isso não constitui um grande problema, uma vez que o que em geral se espera das estimativas de riqueza é obter parâmetros para comparações entre inventários (SANTOS, 2004).

A diversidade de espécie tende a aumentar com o tamanho da área e desde altas latitudes em direção ao Equador. A diversidade tende a ser reduzida em comunidades bióticas que sofrem estresse, porém também pode ser reduzida pela competição em comunidades antigas e ambientes físicos estáveis (ODUM, 1988).

1.2 Efeito de borda

Nos últimos anos, biólogos evolutivos e conservacionistas têm focado atenção crescente nas florestas tropicais, por duas razões principais: primeiro, estes habitats cobrem apenas 7% da superfície da

Terra, e têm mais da metade da totalidade das espécies atuais; segundo, as florestas estão sendo destruídas tão rapidamente que elas poderão desaparecer, levando à extinção de centenas de milhares de espécies (WILSON, 1988).

Segundo Viana (1990), um fragmento florestal pode ser definido como qualquer área de vegetação natural contínua, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, culturas agrícolas, etc.), capaz de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen, e/ou sementes.

Após a fragmentação, um ambiente florestal sofre uma série de alterações. Entre essas, pode-se citar mudanças no microclima e na estrutura física dos fragmentos (KAPOS, 1989).

Um dos fatores que mais afetam o fragmento florestal é o efeito de borda. A noção geral de que os efeitos de borda são deletérios para o fragmento florestal é amplamente aceita, contudo há pouco consenso a respeito do que é uma borda, como mensurar os efeitos de borda ou ainda quanto ou como eles são deletérios (MURCIA, 1995).

Uma borda é definida ecologicamente como o local onde duas ou mais comunidades de plantas se encontram ou ainda, onde dois ecossistemas se encontram (HANSON, 1962). Isso pode ser visto com mais facilidade quando se nota uma linha dividindo diferentes tipos de vegetação. Por exemplo: uma mata ao lado de uma comunidade de gramíneas ou pasto é conhecida como borda florestal. Tal área de transição que caracteriza a divisão de duas comunidades é chamada de ecótone. Tanto o número de espécies quanto a densidade populacional de algumas espécies, são maiores no ecótone do que nas comunidades adjacentes, visto que a comunidade do ecótone contém muitos dos organismos de cada uma das comunidades superpostas e, além desses, organismos característicos e, às vezes, restritos ao próprio ecótone. Portanto, o efeito de borda é definido como uma tendência de aumento de variedade e densidade de organismos nas zonas de contato entre comunidades (ODUM, 1985).



Murcia op. cit. classificou os efeitos de borda em um remanescente florestal como resultantes de: a) efeitos abióticos, como a temperatura e a umidade do ar, o déficit da pressão do vapor, a umidade do solo e a intensidade de luz. Dois fatores são apontados como sendo reguladores dos efeitos de borda abióticos: a orientação da bússola e a fisionomia. A orientação da bússola determina o quanto à borda é exposta a radiação solar. A fisionomia de uma borda pode afetar a intensidade dos efeitos de borda porque reduz a quantidade de luz incidente que alcança o sub-bosque; b) efeitos biológicos diretos, que envolvem mudanças na distribuição e abundância de espécies causadas diretamente pelas condições físicas próxima à borda e à tolerância fisiológica das espécies; e, c) efeitos biológicos indiretos que se manifestam nas interações interespecíficas das populações, tais como predação, competição, herbivoria, parasitismo, polinização e dispersão.

A fragmentação do habitat normalmente implica na diminuição da diversidade de espécies. Por exemplo, o processo de fragmentação na floresta Amazônica está associado com mudanças abióticas incluindo temperatura, umidade relativa, luz e exposição ao vento (LOVEJOY et al., 1986).

A consequência imediata da fragmentação é a redução da área de habitat disponível. Esses processos levam a uma drástica redução na diversidade biótica local, seja imediatamente, por meio da perda da área, ou a longo prazo, pelos efeitos do isolamento. A perda da área pode excluir imediatamente algumas espécies se as mesmas forem raras ou estiverem distribuídas em manchas. Além disso, os pequenos tamanhos populacionais das espécies remanescentes as tornam vulneráveis à extinção por consequência dos processos ambientais que ocorrem ao acaso, tais como catástrofes, e também devido aos efeitos deletérios resultantes do cruzamento de indivíduos geneticamente muito próximos.

1.3 A Estação Ecológica de Paulo de Faria

Segundo Tomassetto (2003), em 23 de setembro de 1981 a Estação Ecológica de Paulo de Faria (E.E.P.F.) foi criada pelo Decreto Estadual nº 17.724 e, em 16 de outubro de 1981, foi estabelecido um contrato de comodato entre a CESP e o governo do Estado de São Paulo, por meio da Coordenadoria de Pesquisa de recursos Naturais/Instituto Florestal, da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, visando a constituição de uma Estação Ecológica na área e a sua transferência definitiva à Secretaria mediante permuta, em um prazo de 20 anos.

A E. E. P. F. é uma floresta estacional semidecidual que abrange uma área de 435,73 hectares, sendo o único fragmento desse tipo de vegetação nessa região sob a custódia do Estado.

A estação ecológica encontra-se circundada por extensas pastagens, destinada à pecuária extensiva de corte, sendo observados apenas alguns fragmentos (não maiores que 2ha) nas redondezas.

Por ser um dos maiores e últimos fragmentos florestais da região, a E.E.P.F. também tem grande importância como área de preservação de espécies animais, inclusive algumas ameaçadas de extinção.

Atualmente, um de seus maiores problemas é o mesmo que acomete a maioria das unidades de conservação do país, a situação de abandono, sem os mínimos recursos para manutenção de uma fiscalização adequada da área e as condições precárias de instalação e transporte para que seus funcionários trabalhem.

A floresta estacional semidecidual foi à formação florestal mais rápida e extensamente devastada no Estado de São Paulo e em toda a sua área de ocorrência natural. Portanto, a conservação dessa formação é de fundamental importância, devendo ser encarada de modo mais sério pelas autoridades e também pelos diversos segmentos da sociedade, para que não se condene à extinção, num futuro próximo, um grande

número de espécies animais e vegetais, inclusive de espécies ainda não conhecidas.

1.3.1 Geologia e geomorfologia

A E.E.P.F. localiza-se na Bacia Sedimentar do Paraná e está incluída no Planalto Arenítico Basáltico do Estado de São Paulo, ou Planalto Ocidental (EITEN, 1970), que ocupa uma área de cerca de 50% do Estado de São Paulo.

O Planalto Ocidental compreende as regiões que se estendem para noroeste das Cuestas Basálticas. As maiores altitudes atingem cerca de 740m próximo à cidade de Monte Alto, embora a maior parte do relevo encontre-se a menos de 600m de altitude (SÃO PAULO, 2000). De acordo com Ab'Saber (1971), o relevo varia de suave a fortemente ondulado, havendo ocorrência de colinas médias a amplas e morretes, sendo os declives normalmente inferiores a 15%.

Segundo Troppmair (1969), a província geomorfológica do Planalto Ocidental apresenta características climáticas e pedológicas mais ou menos homogêneas, suficientes para abrigar um tipo de vegetação, especificamente a floresta Estacional Semidecidual, que se apresenta associada em diferentes regiões a cerrados e campos cerrados, provavelmente por influência edáfica.

1.3.2 Solo

O levantamento do solo da E.E.P.F. foi realizado por Stranghetti(1996). O solo dominante da Estação Ecológica pertence à unidade taxonômica Latossolo Roxo (L.R.), comumente conhecido como Terra Roxa (BRASIL, 1960). A textura do solo da área estudada é argilosa com permeabilidade moderada.



1.3.3 Vegetação

De acordo com a classificação do IBGE (1992), a Estação Ecológica de Paulo de Faria localiza-se na Região Fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual. Na interpretação das imagens tomadas pelo satélite TM LANDSAT, em 03 de outubro de 1988, da vegetação na E.E.P.F. foram identificadas como formações a Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado. Stranghetti; Taroda-Ranga (1998) não observaram a ocorrência da formação Cerrado, nem mesmo espécies exclusivas de cerrado. No entanto, mencionaram que levando-se em consideração os dados da flora, clima e solo, a vegetação da E.E.P.F. enquadra-se na classificação de Floresta Estacional Semidecidual, segundo Veloso et al., (1991) e, segundo a divisão fitogeográfica de Rizzini (1963), no Complexo do Brasil Central, na Subprovíncia do Planalto Central, como Floresta Mesófila Semidecídua.

A vegetação na área de estudo é densa, com dossel variando entre 15 e 20m, sendo comum a presença de indivíduos emergentes com mais de 25m. O estrato herbáceo-arbustivo consta, além de ervas e arbustos, de indivíduos jovens das espécies arbóreas. A ocorrência de lianas é bastante freqüente em determinados trechos, formando densos emaranhados que dificultam a locomoção através da floresta. Em alguns casos, essas lianas ocupam totalmente a copa das árvores, exercendo uma sobrecarga considerável de peso, sendo responsáveis, muitas vezes, pela queda das mesmas (TOMASSETTO, 2003).

O número de espécies epífitas e hemiepífitas observado é relativamente baixo quando comparado às florestas pluviais, sendo encontrado apenas nas copas das árvores mais altas. A baixa freqüência de epífitas deve-se aos longos períodos de estiagem e à alta luminosidade nas copas das árvores, que torna o ambiente desfavorável à maioria das espécies (TOMASSETTO, op.cit.).



1.3.4 Clima

O clima da região é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com chuvas de verão e estiagem no inverno, com base na classificação de Köpen (1948). Nos meses de outubro a março ocorrem as maiores médias pluviométricas (978mm) e térmicas (26,4°C), sendo os meses de abril a setembro mais frios (21,0°C) e mais secos (167mm) (BARCHA; ARID, 1971).

1.4 Espécies do gênero *Drosophila* como indicadores biológicos

Os insetos compreendem cerca de 59% de todos os animais do planeta (751.000 espécies formalmente descritas) (WILSON, 1994). Mesmo assim, têm sido pouco usados como “bandeiras” na conservação das áreas naturais. As aves e os mamíferos ainda são os grupos mais apreciados por conservacionistas, de um modo geral (BROWN, 1997a). A utilidade dos insetos como indicadores ambientais, no entanto, é incontestável e a literatura recente está recheada de trabalhos confirmando esse fato (BROWN, 1991, 1996a, 1996b, 1997a, 1997b; PARSONS, 1991; KREMEN 1992; PEARSON; CASSOLA, 1992; HALFFTER; FAVILA, 1993; KREMEN et al., 1993, 1994; LONGINO, 1994; FAVILA; HALFFER, 1997; ANDERSEN, 1997; der LINDE; SEVENSTER, 2002; FOOTE; CARSON, 2004).

O habitat é, sem dúvida, um fator importante na composição da fauna de drosofilídeos, principalmente quanto às épocas de floração e frutificação de várias espécies vegetais que fornecem os sítios de oviposição e alimentação da comunidade. Quanto mais heterogêneo for o ambiente, maiores são as associações possíveis, refletindo seus efeitos na diversidade e na abundância das espécies desse gênero no local em questão. Nas matas, onde a estabilidade do ambiente é definida pelo seu longo período de formação e, além disso, pelas poucas ocasiões nas

quais esse sistema é perturbado, existe uma especialização dos indivíduos que coexistem em ciclos determinados de crescimento e contração no tamanho populacional (LOURENÇO, 1993).

Moscas do gênero *Drosophila* são insetos altamente sensíveis a pequenas modificações do ambiente e isso se reflete no tamanho e na composição das populações naturais.

Segundo BRNCIC et al. (1985) a sazonalidade de cada espécie na natureza é um produto de um longo e contínuo processo de adaptação às condições ambientais nas quais as espécies normalmente vivem. Assim, condições climáticas existentes nas diferentes estações do ano podem constituir um fator crítico nas flutuações das populações. É conhecido que mudanças na temperatura e na umidade relativa do ar quase sempre afetam parâmetros vitais das espécies de *Drosophila* como a viabilidade, a fertilidade, o tempo de desenvolvimento e outros fatores que influenciam as taxas de aumento e de sobrevivência da população. Assim, a temperatura afeta o vigor das moscas e, portanto o número de espécimes que se deslocam até a isca. Além disto, a temperatura, umidade e intensidade luminosa também influenciam no fornecimento de recursos, principalmente, quanto às épocas de floração e frutificação de várias espécies vegetais que fornecem os sítios de oviposição e alimentação da comunidade.

A grande distribuição das espécies de *Drosophila*, a sua estreita relação com diferentes tipos de ambientes e a sua alta susceptibilidade às modificações dos mesmos faz desse organismo um indicador biológico potencial do *status* dos ecossistemas (PARSONS, 1991; der LINDE; SEVENSTER, 2002, FOOTE; CARSON, 2004).

A ausência de espécies raras e especializadas de *Drosophila* pode ser um sinal precoce da deterioração do habitat (PARSONS, 1991). Isto pode ocorrer diretamente por distúrbios provocados pelo homem, tais como o desmatamento e a invasão de espécies exóticas de plantas ou de insetos competidores, ou indiretamente, via mudanças climáticas.

O termo espécie indicadora pode ter vários significados (SPERLLERBERG, 1994), incluindo: (1) uma espécie cuja presença indica a presença de um conjunto de outras espécies e cuja ausência indica a perda daquele conjunto inteiro de espécies; (2) uma espécie chave (TERBORGH, 1986), que é uma espécie cuja adição ou perda em um ecossistema causa grandes mudanças na abundância e ocorrência de ao menos uma outra espécie (MILLS et al., 1993); (3) uma espécie cuja presença indica condições abióticas criadas por atividades humanas, como a poluição do ar ou água, freqüentemente chamada de espécies indicadoras de poluição; (4) uma espécie dominante que fornece muito da biomassa ou do número de indivíduos em uma área; (5) uma espécie que indica uma condição ambiental em particular, como certos tipos de rochas ou solos (KLINKA et al. 1989); (6) uma espécie sensível a mudanças ambientais, como o aquecimento global (PARSONS, 1991), algumas vezes chamadas bio-indicadoras; e (7) uma espécie indicadora de gerenciamento, considerada como uma espécie que reflete o efeito de um regime em perturbação ou da eficácia do esforço para diminuir o efeito da perturbação (MILLEDGE et al., 1991). Os tipos 1, 2 e 4 têm sido propostos como indicadores da diversidade biológica e os tipos 3, 5, 6 e 7 como indicadores das condições bióticas e ou mudanças nos processos ecológicos (LINDENMAYER; MARGULES; BOTKIN et al., 2000).

Drosophila melanogaster é uma espécie sinantrópica e sua presença pode ser considerada como indicadora de atividade humana nas proximidades (TIDON-SKLORZ et al., 1994). Estudos com *D. subosbscura* (RODRÍGUEZ-TRELLES; RODRIGUEZ; SCHEINER, 1998) têm sugerido que os polimorfismos cromossômicos dessa espécie estão respondendo ao aquecimento global. Ainda Saavedra et al., 1995 propuseram que *D. willistoni* deva ser considerada como uma espécie bio-indicadora de áreas bem preservadas, enquanto que *D. simulans* esteja associada com ambientes alterados.

maiores mais de 2.000 espécies de *Drosophila*, mais de 60% delas alçadas ao gênero *Drosophila*. Certas de a fauna

1.5 Drosofilídeos invasores na região neotropical: um enfoque em *Zaprionus indianus*

As seis grandes regiões biogeográficas correspondem às massas de terras isoladas há muitos milhões de anos pela deriva continental. Ao longo daquele isolamento, os animais e as plantas de cada região desenvolveram características distintas e independentes das mudanças evolutivas em outras regiões (RICKLEFS, 2004)

Muitas espécies de animais têm sido transportadas pelo homem a regiões onde não eram nativas, algumas deliberadamente e outras acidentalmente. Muitos desses “alienígenas” desapareceram logo, outros permaneceram raros e outros ainda espalharam-se e tornaram-se abundantes. Em cada caso, o resultado depende do grau em que o novo ambiente é adequado, do grau de competição com as espécies nativas e da suscetibilidade aos predadores e doenças do novo local (STORER et al., 2000).

A invasão de espécies em um novo ecossistema é um processo conhecido como invasão biológica, e é considerado como a segunda mais importante causa da perda da biodiversidade, após apenas a destruição e a fragmentação de habitat. (VITOUSEK et al., 1997).

Graças à migração humana e ao comércio, o número de espécies colonizadoras em novos habitats tem aumentado substancialmente nos dois últimos séculos (di CASTRI, 1989, apud MACK et al., 2000).

A família Drosophilidae possui representantes em praticamente todas as partes do mundo, em diversos tipos de ecossistemas. Algumas espécies são endêmicas de determinadas regiões, outras são cosmopolitas, sendo que muitas dessa última categoria dispersaram-se pelo mundo devido à sua capacidade de associação ao homem. Atualmente, são conhecidas mais de 2.800 espécies de Drosophilidae, mais de 60% delas alocadas no gênero *Drosophila*. Certamente, a fauna

das regiões temperadas é muito mais conhecida do que a das regiões tropicais, onde provavelmente existem centenas de espécies ainda por descrever (WHEELER, 1986).

Em 1999 no mundo, eram conhecidas mais de 1.700 espécies de *Drosophila* válidas nominalmente. Das mais de 130 espécies de *Drosophila* conhecidas no Brasil, 93 já foram registradas no Estado de São Paulo (TIDON-SKLORZ; SENE, 1999). Dentre estas, 8 espécies são introduzidas: *Drosophila ananassae*, *D. busckii*, *D. hydei*, *D. immigrans*, *D. kikkawai*, *D. malerkotliana*, *D. melanogaster* e *D. simulans*. Várias delas são espécies sinantrópicas e colonizaram a área após a chegada do homem. Ainda, espécies da fauna nativa são encontradas em todos os ambientes fitogeográficos do estado, demonstrando o grau de plasticidade adaptativa do gênero.

Recentemente a fauna de drosofilídeos brasileira foi invadida por uma nova espécie que tem se expandido rapidamente por todo o território brasileiro, que é a *Zaprionus indianus*. (VILELA, 1999).

Zaprionus indianus Gupta, 1970 (Díptera, Drosophilidae), é uma espécie polífaga que ocorre principalmente nas regiões Afrotropical, Oriental e Australiana. Embora tenha sido descrita na Índia, *Zaprionus indianus* é nativo da África tropical (TSACAS, 1980) onde é descrito com outro nome (*Z. colari*). O gênero *Zaprionus* Coquillett, 1901 é composto atualmente por dois sub-gêneros, com um total de 56 espécies, sendo que *Z. indianus* parece ser a única que está se disseminando nas regiões tropicais, provavelmente devido à intensificação do comércio mundial de frutas (STEIN et al., 2004). Essa espécie provavelmente invadiu a região neotropical no início de 1999 pelo sudeste do Brasil, por meio do transporte humano, e, posteriormente, se expandiu para outras regiões (TIDON, FERREIRA-LEITE, LEO, 2003).

A mosca-do-figo foi registrada no início de 1999 no Município de Valinhos (SP) atacando figos. Ovos, larvas e adultos da praga foram

constatados em um grande número de frutos inchados e maduros que se tornavam impróprios para o consumo (VILELA et al., 2001).

Zaprionus indianus, como acontece com a maioria das espécies da família Drosophilidae, se alimenta fundamentalmente de bactérias e leveduras que participam da fermentação de substratos ricos em carboidratos, especialmente frutos em decomposição. As substâncias voláteis que se originam durante o processo de fermentação desses substratos funcionam como o principal atrativo para essas moscas. Desse modo, o substrato em fermentação é geralmente utilizado pelos adultos como local de alimentação, corte e oviposição, e pelas larvas, como sítio de desenvolvimento e, por vezes, de pupariação (VILELA, Op. cit.).

Lachaise e Tsacas (1983), assinalam que esta espécie tem hábito generalista, utilizando diversos tipos de substratos e exibe adaptação às várias condições climáticas. De acordo com esses autores a mosca do figo já foi encontrada em 74 espécies de 31 famílias de plantas. Entre essas plantas estão: abacate, abacaxi, cajá-mirim, goiaba, mamão, banana, carambola, cítricos, manga, nêspira e figo. No Brasil, Vilela et al (2001) relacionam sua ocorrência em diferentes frutos: caqui, seriguela, goiaba, carambola, cinanomo, jambolão, laranja-lima, mexerica-do-rio e figo coletados por diferentes pesquisadores. Além desses, (Pínola, et al., 2003) coletou *Z. indianus*, em acerola e em calabura, espécie de árvore introduzida utilizada na arborização, no verão dos anos 2002 e 2003 em pomares da região de São José do Rio Preto/SP.

Após o ano de 1999, outros drosofilistas coletaram *Z. indianus* na América do Sul (TORRES, 2000; MORAES et al., 2000; GONI et al., 2001; TONI et al., 2001; TIDON; FERREIRA-LEITE; LEO, 2003; TORRES; MADI-RAVAZZI, 2004) indicando a rápida expansão dessa espécie na biota neotropical. O acompanhamento dessa invasão nos diferentes ecossistemas poderá orientar os estudos sobre a interferência dessa introdução nas comunidades de drosofilídeos e em quais ecossistemas irá ocorrer no continente Americano. Além disso, torna-se importante saber

se essa espécie poderá vir a constituir, de fato, uma praga agrícola de interesse.

Assim, o presente projeto teve por objetivos principais:

- a) avaliar a abundância e a sazonalidade de drosofilídeos na Estação Ecológica de Paulo de Faria nas estações quente/úmida e fria/seca em áreas de borda e no interior da mata;
- b) avaliar as duas áreas em estudo quanto à riqueza e à diversidade de espécies;
- c) comparar a abundância das espécies de *Drosophila* invasoras; endêmicas e de *Z. indianus*, nas duas estações e nas duas áreas em estudo;
- d) diagnosticar espécies de drosofilídeos como bio-indicadoras da integridade do hábitat.



2.1 Preparação das armadilhas

As armadilhas foram feitas com garrafas plásticas de álcool, das quais foi retirada a parte de cima para permitir a entrada das moscas. O resíduo da garrafa foi coberto com papel "contact" preto do tipo adesivo para impedir a passagem de luz para o interior. Para evitar a predação de insetos por outras aranhas foram colocadas redes de aranha na boca de cada garrafa.

Foi utilizada uma levedura biológica com fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*). Em cada armadilha foi colocada uma banana madura com casca cortada em três pedaços, que foram inseridos no fundo da garrafa. Em seguida foi adicionado um pouco de fermento biológico fresco e a mistura foi macerada com uma faca de cozinha. As armadilhas foram

MATERIAL E MÉTODOS

2.2 Metodologia das coletas

2.2.1 Com armadilhas

As armadilhas contendo as iscas foram colocadas com dois dias de antecedência à coleta, próximas aos galhos das árvores, a uma altura de 1,5 m do solo e foram coletadas a cada 10 dias.

A captura das moscas foi realizada com o auxílio de uma rede entomológica e com a utilização de uma rede de 1,5 m de diâmetro.

Feito isso, realizou-se, com cuidado, a rede de 1,5 m de diâmetro e fez-se movimentos de vai e vem com a rede. Assim, as moscas se depositavam no fundo da rede e eram capturadas.

2.1 Preparação das armadilhas

As armadilhas foram feitas com garrafas plásticas de álcool, das quais foi retirada a parte de cima para permitir a entrada das moscas. O restante da garrafa foi coberto com papel "contact" preto do tipo adesivo para impedir a passagem de luz para o interior. Para evitar a predação da isca por outros animais foram colocadas telas de arame na boca de cada garrafa.

Foi utilizada isca de banana nanica com fermento biológico (*Sacharomyces cerevisiae*). Em cada armadilha foi colocada uma banana madura com casca, cortada em três pedaços, que foram inseridos no fundo da garrafa. Em seguida, foi acrescentado um pouco de fermento biológico fresco e a mistura foi macerada com uma faca de cozinha. As armadilhas foram preparadas no local das coletas.

2.2 Metodologia das coletas

2.2.1 Com armadilhas

As armadilhas contendo as iscas foram colocadas com dois dias de antecedência à coleta, presas aos galhos das árvores, a uma altura de aproximadamente 1,5m do solo e dispostas em linha reta, distando 10m uma das outras.

A captura das moscas foi realizada com o auxílio de uma rede entomológica feita de tecido de organza, que foi suavemente colocada sobre a parte superior (aberta) da armadilha suspensa.

Feito isso, retirou-se, com cuidado, a rede da armadilha e fez-se movimentos de vai e vem com a rede. Assim, as moscas se depositavam no fundo da rede e com o auxílio de um tubo de excursão, foram capturadas as moscas.

As moscas capturadas foram transferidas para um outro tubo, contendo meio de cultura. Foi anotado nos tubos a data e o local da coleta.

Na área da Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP, foram colocadas 20 armadilhas (10 na borda da mata e 10 no interior da mata) e todas as coletas foram realizadas no período da manhã após as 9h00.

Foram medidas a temperatura e a umidade relativa do ar do local de coleta. O índice pluviométrico foi fornecido pela Casa da Agricultura do município de Paulo de Faria/SP.

2.2.2 Coleta dos frutos

Foram coletados casualmente frutos caídos no chão a pelo menos dois dias. Os frutos foram colocados em recipientes de tamanho adequado contendo em seu interior papel de filtro umedecido, areia fina ou meio de cultura de banana. Os recipientes foram armazenados em câmara fria, a uma temperatura de $20^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$.

A emergência foi verificada diariamente, durante um período de trinta dias. Os drosofilídeos foram retirados do recipiente no qual os frutos foram depositados, por meio de um pequeno aspirador, sendo posteriormente identificados como descrito no item 2.3.

A descrição das espécies de frutíferas encontra-se no apêndice.

2.3. Identificação das moscas

A triagem foi realizada no laboratório, onde as moscas foram separadas por sexo e por grupo de acordo com a morfologia externa. Posteriormente, os espécimes foram identificados com o auxílio de um estereomicroscópio e de bibliografia especializada, como descrições e chaves de identificação (FREIRE-MAIA; PAVAN, 1950; MAGALHÃES; BJÖRNBERG, 1957; MAGALHÃES, 1962; VILELA, 1983).



A maioria dos machos identificados foi descartada e alguns machos foram alfinetados conforme a técnica descrita no último parágrafo deste item. As fêmeas das espécies crípticas foram colocadas, individualmente, em tubos, para o estabelecimento de isolinhagens. Com esse procedimento, foi possível identificar as espécies pela análise da terminália dos machos, descendentes das linhagens isofêmeas. Para a análise da terminália foi utilizada a técnica de Kaneshiro (1969), com modificações, como descrita a seguir.

Com o auxílio de um estereomicroscópio e de estiletes, os dois terços distais do abdome das moscas foram extraídos e colocados em um tubo de microcentrífuga contendo KOH 10%. Esses tubos foram fervidos durante 15 minutos (em banho-maria) e depois o material foi lavado com água. Feito isso, o material foi recolocado em tubos de microcentrífuga contendo o corante Gage (4 partes Gage:1 parte de ácido acético glacial) e fervido por mais 15 minutos. Em seguida, o material foi transferido para uma lâmina escavada contendo uma gota de creosoto. Com o auxílio de um estereomicroscópio e de estiletes, o edeago foi separado das outras partes que compõem a terminália masculina (hipândrio e epândrio). Depois, o edeago foi colocado em uma pequena gota de Bálsamo de Canadá depositada previamente na lâmina. Ao redor da gota foram colocadas lascas de vidro (calços), obtidas de lamínulas fragmentadas, e, em seguida, o material foi recoberto com uma lamínula. Esse procedimento evita que a lamínula fique em contato direto com o edeago, o que poderia danificar sua estrutura.

Outra técnica utilizada para a identificação das espécies crípticas, por meio da terminália do macho, foi proposta por Spassky (1957). A técnica consiste em colocar os machos eterizados em posição lateral, sobre uma placa de acrílico para ser observado em estereomicroscópio. Em seguida, coloca-se suavemente um estilete sobre o abdome de modo transversal e, com uma leve pressão, o aparato complexo do edeago é



exposto. Com alguma prática, esse método permite uma identificação segura de algumas espécies.

Foi utilizada a técnica de dupla montagem para os espécimes-testemunhos. O exemplar foi montado com um micro-alfinete que é apostado de isopor, o qual foi montado em um alfinete maior (alfinete entomológico nº 1). Outra maneira utilizada foi colocar os espécimes no vértice dobrado de um pequeno triângulo de papel resistente, cuja base foi espetada por um alfinete nº 1. O material foi etiquetado de acordo com o padrão entomológico.

2.4 Local da coleta

A Estação Ecológica de Paulo de Faria está localizada na região norte do Estado de São Paulo, no município de Paulo de Faria, à margem esquerda do rio Grande (represa de Água Vermelha), divisa com o Estado de Minas Gerais. A E.E.P.F. encontra-se em altitude que varia de 400 a 495m e sua posição geográfica é determinada pelas coordenadas 19°55'S e 49°32'W, abrangendo uma área de 435,73 ha (Figura 1).

O clima da região é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com chuvas de verão e estiagem no inverno, com base na classificação de Köpen (1948). Nos meses de outubro a março ocorrem as maiores médias pluviométricas (978 mm) e térmicas (26,4° C), sendo os meses de abril a setembro mais frios (21,0 °C) e mais secos (167mm) (BARCHA e ARID, 1971).

2.5 Análise dos resultados

As áreas de estudo foram caracterizadas por sua riqueza, abundância, dominância, diversidade e equidade.

A abundância, a riqueza e a dominância foram analisadas de forma descritiva a partir da elaboração de gráficos.



2.5.1 Diversidade das Espécies

A diversidade foi calculada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener, a partir da equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Onde: H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener; s = número de espécies e $p_i = N_i / N$; N_i = número total de indivíduos das espécies i amostradas; N = número total de indivíduos amostrados (Krebs, 1989).

A eqüidade ou uniformidade foi calculada através do índice de Pielou, a partir da equação:

$$e = \frac{H'}{\log S}$$

Onde: e = eqüidade; H' = Índice de Shannon-Wiener; S = número de espécies, (Odum, 1988).

2.5.2 Similaridade entre as áreas

A similaridade entre as áreas foi verificada pela aplicação de um índice binário (Jaccard), para comparar a composição das espécies, e, de um índice quantitativo (Morisita-Horn e Bray-Curtis), para analisar a semelhança na abundância das espécies. Os programas utilizados para essas análises foram o Fitopac 1 (SHEPHERD, 1995) e o Biodiversity Professional 2.

2.5.3 Análise de correlação

A relação entre a abundância de espécies, a riqueza, a temperatura e a precipitação pluviométrica foi analisada por meio do Coeficiente de correlação de Pearson (r), a um nível de significância de 5% (ZAR, 1999). Para isso foi utilizado o programa MINITAB 10® para Microsoft Windows®.

2.5.4 Riqueza

A eficiência da metodologia da amostragem foi verificada pela aplicação de estimadores de riqueza, com o programa Estimate Swin 7.0 (COLWELL, 2004) por meio dos Índices não paramétricos Jackknife 1 que estimou a riqueza total somando a riqueza observada (o número de espécies coletadas) a um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras e do número de amostras e, por meio do Índice não-paramétrico ACE que estimou a riqueza da área estudada trabalhando com a abundância das espécies raras.

2.5.5 Análise Gráfica

Todos os gráficos presentes no trabalho foram elaborados no programa Excel® 7.0 para Microsoft Windows®.

Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Paulo de Faria no Estado de São Paulo e a localização da área de estudo (área 1). Adaptado de Branghetti e Terada-Ranga, 1998.

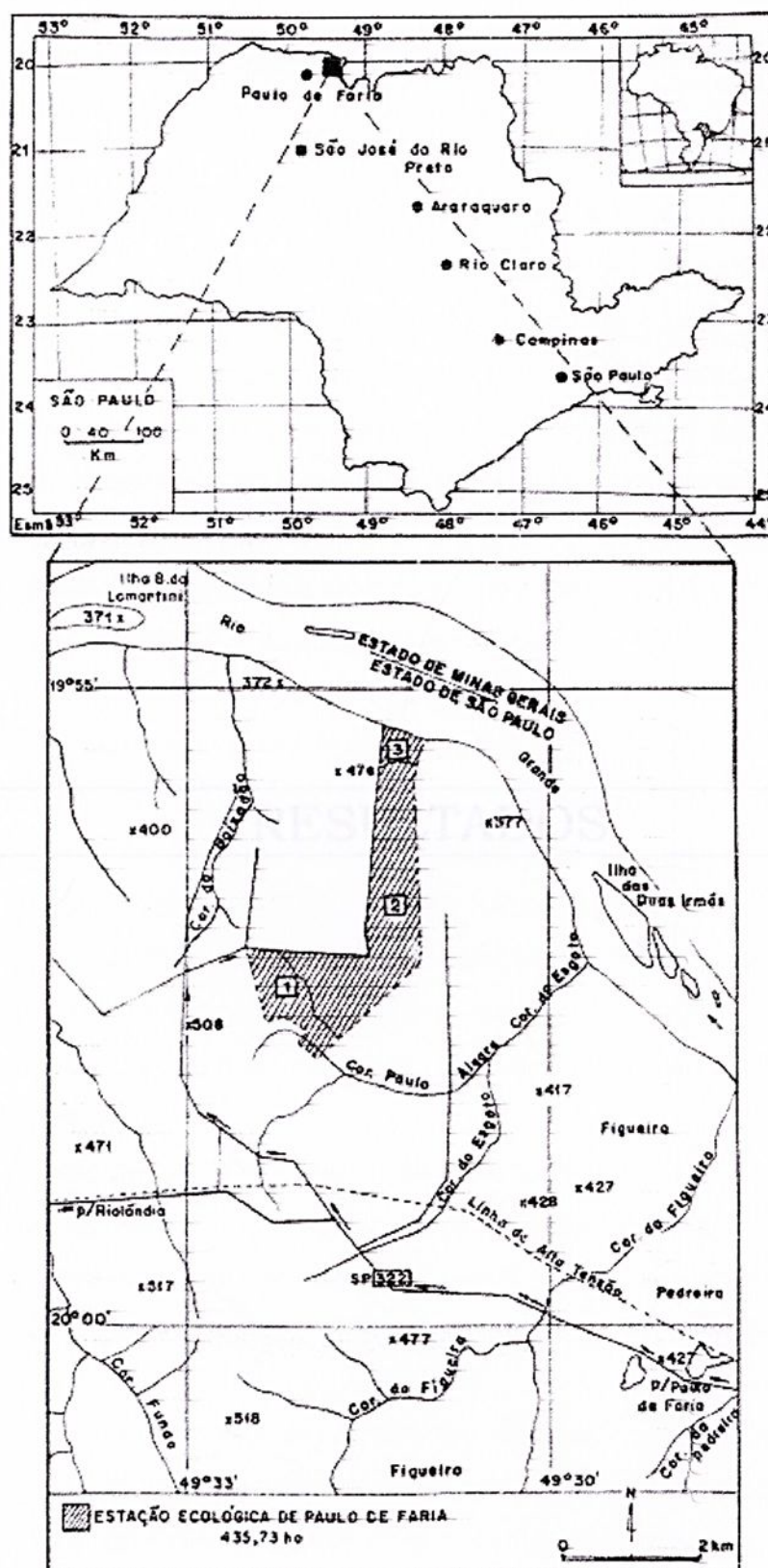


Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Paulo de Faria no Estado de São Paulo e a localização da área de estudo (área 1). Adaptado de Stranghetti e Taroda-Ranga, 1998.

3.1 Abundância X sazonalidade, X temperatura, X pluviosidade na borda e no interior da mata

No período de maio de 2003 a abril de 2004 foram realizadas 12 coletas mensais na Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP. Foram coletados um total de 12.642 *drosofilídeos*, 8.180 na borda e 4.462 no interior da mata, que foram distribuídos em 24 espécies, mais os subgrupos *saltans* e *willstoni* e os grupos *repleta*, *guarani* e *tripunctata* (tabela 1). As fêmeas do grupo *repleta* e do subgrupo *saltans* que não produziram descendentes, assim como espécies do grupo *guarani* e *tripunctata* e subgrupo *willstoni*, que não foram identificados em nível de espécie foram incluídas no grupo a que pertencem.

No presente trabalho, a abundância e a porcentagem total dos *drosofilídeos* capturados na borda e no interior da mata são apresentadas. A abundância é o número de indivíduos coletados em uma única amostra.

RESULTADOS

Os maiores valores de abundância foram obtidos nas coletas de dezembro a março. Em dezembro foram capturados 4.043 *drosofilídeos*, em janeiro 1.169, em fevereiro 1.635 e em março 3.308. Os 10.155 *drosofilídeos* capturados nesse período correspondem a 80,32% do total de moscas coletadas.

Os meses de outubro e novembro, também incluídos na estação quente e úmida, mostraram baixos valores de abundância, 177 e 343 *drosofilídeos*, respectivamente. Estes também foram os meses com os menores índices pluviométricos, 40mm em outubro e 70mm em novembro (tabelas 3 e 4).

Pode-se verificar que o período de maio a novembro de 2003 apresentou valores de abundância relativamente baixos (total de 1.371 *drosofilídeos*) e também coincidiu com o período de menores índices pluviométricos (tabelas 3 e 4).

3.1 Abundância X sazonalidade, X temperatura, X pluviosidade na borda e no interior da mata

No período de maio de 2003 a abril de 2004 foram realizadas 12 coletas mensais na Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP. Foram coletados um total de 12.642 drosofilídeos, 8.180 na borda e 4.462 no interior da mata, que foram distribuídos em 24 espécies, mais os subgrupos *saltans* e *willistoni*, e os grupos *repleta*, *guarani* e *tripunctata* (tabela 1) As fêmeas do grupo *repleta* e do subgrupo *saltans* que não produziram descendentes, assim como espécies do grupo *guarani* e *tripunctata* e subgrupo *willistoni*, que não foram identificados em nível de espécie foram incluídas no grupo a que pertencem.

No presente trabalho, a abundância e a porcentagem total dos drosofilídeos capturados na borda e no interior da mata mês a mês estão incluídos na tabela 2, e nas figuras 2 e 3. A abundância refere-se ao número total de indivíduos coletados de cada espécie ou grupo.

Os maiores valores de abundância foram obtidos nas coletas de dezembro a março. Em dezembro foram capturados 4.043 drosofilídeos, em janeiro 1.169, em fevereiro 1.635 e em março 3.308. Os 10.155 drosofilídeos capturados nesse período correspondem a 80,32% do total de moscas coletadas.

Os meses de outubro e novembro, também incluídos na estação quente e úmida, mostraram baixos valores de abundância, 177 e 343 drosofilídeos respectivamente. Estes também foram os meses com os menores índices pluviométricos, 40mm em outubro e 70mm em novembro (tabelas 3 e 4).

Pode-se verificar que o período de maio a novembro de 2003 apresentou valores de abundância relativamente baixa (total de 1.371 drosofilídeos) e também coincidiu com o período de menores índices pluviométricos (tabelas 3 e 4).



No mês de abril foi observada uma abundância relativamente alta de 1.116 moscas capturadas, embora esse mês esteja incluído na estação fria e seca. Ainda, em 2004 foi verificado um alto índice pluviométrico (105mm) e uma temperatura de 25,6° C neste mês.

Foi observada correlação positiva forte ($p \leq 0,05$) entre a abundância e a pluviosidade na estação fria e seca na área de borda ($r = 0,92$) e no interior da mata ($r = 0,73$) e também na estação quente e úmida para a área da borda ($r = 0,76$) e para o interior da mata ($r = 0,90$) (tabelas 3 e 4). Não foi encontrada correlação significativa entre a abundância total e a temperatura em nenhuma das áreas estudadas.

A maior quantidade de drosofilídeos foi obtida na área de borda (64,70%) em contraste com o interior da mata (35,30%). Isto foi verificado para todos os meses de coleta dentro das duas estações (figura 2).

No mês de março a abundância entre as duas áreas foi muito próxima, mas mesmo assim foi maior para a borda (1.703 drosofilídeos capturados na borda e 1.605 no interior).

Foram observadas correlações positivas fortes ($p \leq 0,05$) entre a abundância e a pluviosidade para *D. sturtevantii* na borda ($r = 0,86$) e no interior ($r = 0,72$), para *D. polymorpha* na borda ($r = 0,71$) e no interior ($r = 0,73$), para o subgrupo *willistoni* somente na borda ($r = 0,80$), para *D. malerkotliana* na borda ($r = 0,70$) e no interior ($r = 0,73$) e para *Zaprionus indianus* na borda ($r = 0,71$) (tabela 5 e figuras 4A-D, 5A-D, 6A-D. Entre as espécies mais abundantes *D. simulans* foi a única que não apresentou correlação positiva forte com a pluviosidade (figura 6C-D).

3.2 Níveis de abundância e proporção sexual entre as espécies

As espécies foram classificadas em relação à abundância, de acordo com o seguinte critério: as espécies da série A são as mais abundantes, com valores percentuais acima de 10%, as espécies da série B são as de abundância intermediária, com percentuais de 1 a 10%, e as

espécies da série C com pouca abundância, com percentuais inferiores a 1%. As tabelas 6 e 7 mostram a disposição das espécies nas 3 séries das áreas da borda e do interior e a proporção sexual para cada espécie.

Na borda da mata, três espécies apresentaram abundância elevada (série A): *D. simulans* (38,30%), *Zaprionus indianus* (20,34%), *D. sturtevantii* (17,09%) e o subgrupo *willistoni* (11,55%). Estas espécies juntas representam 87,29% de todos os indivíduos capturados na borda. Quatro espécies apresentaram abundância intermediária (série B): *D. malerkotliana* (2,90%), *D. polymorpha* (2,57%), *Scaptodrosophila latifasciaeformis* (2,42%) e *D. paranaensis* (2,22%). A série C é formada por 15 espécies e 4 grupos, sendo que *D. nigricurua*, *D. ornatifrons* e *D. coroica*, foram as mais raras, com apenas 01 indivíduo cada uma (0,01%). Os grupos *saltans*, *repleta*, *tripunctata* e *guarani* estão presentes nessa série.

No interior da mata, apenas uma espécie e um subgrupo tiveram abundância elevada (série A): subgrupo *willistoni* (66,63%) e *D. sturtevantii* (11,70%). A dominância dessas espécies representou 78,32% do total. Três espécies apresentaram abundância intermediária (série B): *D. simulans* (9,19%), *Zaprionus indianus* (5,47%) e *D. polymorpha* (1,57%). Na série C, formada por espécies com baixa abundância, foram incluídas 16 espécies e 4 grupos. As espécies *D. ornatifrons* e *D. pallidipennis* e o grupo *guarani* apresentaram apenas 1 espécime cada (0,02%).

As áreas apresentaram diferenças quanto à dominância das espécies. *D. simulans* e *Zaprionus indianus* foram as espécies mais abundantes na borda e apresentaram dominância intermediária no interior. *D. malerkotliana* (2,57%), *Scaptodrosophila latifasciaeformis* (2,42%) e *D. paranaensis* (2,22%) pertencentes ao grupo das espécies intermediárias na borda, apresentaram-se abundância raras no interior (0,92%, 0,47% e 0,58% respectivamente), (Figura 7 A-B).

D. sturtevantii foi abundante na borda (17,09%) e no interior da mata (11,70%) e *D. polymorpha* mostrou abundância intermediária na borda (2,57%) e no interior da mata (1,57%).

De modo geral, a proporção sexual dos indivíduos coletados foi equitativa para todas as espécies, com uma porcentagem de fêmeas (56,38%) ligeiramente maior do que a de machos (43,62%) nas duas áreas em estudo, com exceção para *D. sturtevantii*, em que o número de fêmeas (68,80%) foi maior do que o de machos (31,20%) nas áreas da borda e do interior da mata.

3.3 Frequência das espécies e dos grupos de espécies

A frequência das espécies foi considerada como o número de vezes em que cada espécie ocorreu nas 12 coletas realizadas (tabela 8).

Na área da borda da mata, entre as espécies do grupo das mais abundantes, ou série A, somente *D. sturtevantii* apresentou 100% de frequência. *D. simulans* e *Zaprionus indianus* tiveram uma frequência de 91,70% e o subgrupo *willistoni* apresentou uma frequência de 50,00%. As espécies incluídas na série B, também foram frequentes, como, *D. paranaensis* (50,00%), *D. polymorpha* (75,00%) e *Scaptodrosophila latifasciaeformis* (58,30%).

Algumas espécies raras foram frequentes nas coletas, como *D. austrosaltans* (50,00%), *D. mercatorum* (50,00%), *D. prosaltans* (58,30%) e o grupo *repleta* (66,70%).

No interior da mata, entre as espécies do grupo das mais abundantes (série A), *D. sturtevantii* apresentou uma frequência de 83,30% e o subgrupo *willistoni* 75,00%. *D. simulans* incluída no grupo de abundância intermediária apresentou uma frequência de 83,3%, *D. polymorpha* de 66,70% e *Zaprionus indianus* de 58,30%. Nessa área também foi observada uma alta frequência para algumas espécies raras como: *D. paranaensis* (58,30%), *D. nebulosa* (58,30%), *Scaptodrosophila*

latifasciaeformis (50,00%), *D. mediopunctata* (41,70%), *D. paramediostriata* (41,70%) e o grupo *repleta* (41,70%).

grupo *undulatus*

D. undatus Pavan & Costa, 1947

grupo *laevigata*

D. laevigata Stål, 1916

D. maculata Stål, 1916

D. p. synopta Dechamps & Pavan, 1943

grupo *grisea*

D. grisea Duf. 1927 = *D. sparsa* Delisle & Pavan, 1943

D. grisea Delisle & Pavan, 1943

grupo *fulvipes*

D. fulvipes Stål, 1921

grupo *metastriata*

D. metastriata Pavan & Costa, 1946

D. metastriata Meigs, 1934

D. metastriata Stål, 1919

grupo *repleta*

D. repleta Delisle & Pavan, 1943

grupo *repleta*

D. repleta Peterson & Wheeler, 1942

D. repleta Westwood, 1832

D. repleta Peterson & Wheeler, 1942

D. repleta in Peterson & Wheeler, in Peterson, 1943

D. repleta Duf. 1927

grupo *repleta*

D. repleta Spassky, 1957

D. repleta Duf. 1927

D. repleta Duf. 1927

grupo *repleta*

D. repleta Delisle & Pavan, 1943

D. repleta Delisle & Pavan, 1943

grupo *repleta*

D. repleta Stål, 1916

D. repleta Stål, 1916

grupo *repleta*

D. repleta Delisle & Pavan, 1943

D. repleta Delisle & Pavan, 1943

Tabela 1. Relação das espécies de drosofilídeos capturados na borda e no interior da mata da Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP.

grupo *annulimana*

D. ararama Pavan e Cunha, 1947

grupo *cardini*

D. cardini Sturtevant, 1916

D. neocardini Streisinger, 1946

D. polymorpha Dobzhansky e Pavan, 1943

grupo *guarani*

D. ornatifrons Duda 1927 = *D. guarani* Dobzhansky e Pavan, 1943

D. guaru Dobzhansky e Pavan, 1943

grupo *immigrans*

D. immigrans Sturtevant, 1921

grupo *melanogaster*

D. malerkotliana Parshad e Paika, 1964

D. melanogaster Meigen, 1830

D. simulans Sturtevant, 1919

grupo *pallidipennis*

D. pallidipennis Dobzhansky e Pavan, 1943

grupo *repleta*

D. buzzatii Patterson e Wheeler, 1942

D. coroica Wasserman, 1962

D. mercatorum Patterson e Wheeler, 1942

D. nigricruria Patterson e Mainland, in Patterson, 1943

D. paranaensis Barros, 1950

grupo *saltans*

D. austrosaltans Spassky, 1957

D. prosaltans Duda, 1927

D. sturtevantii Duda, 1927

grupo *tripunctata*

D. mediopunctata Dobzhansky e Pavan, 1943

D. paramediostriata Townsend e Wheeler, 1955

grupo *willistoni*

D. nebulosa Sturtevant, 1916

subgrupo *willistoni*

outros drosofilídeos

Scaptodrosophila latifasciaeformis Duda, 1940

Zaprionus indianus Gupta, 1970

Tabela 2. Abundância (N) e porcentagem (%) de drosofilídeos coletados de maio a outubro/2003 em áreas de borda e do interior da mata na Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP.

Espécies	Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro	
	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
<i>D. sturtevanti</i>	08 (26,7)	05 (50,0)	07 (14,9)	-	01 (2,3)	10 (45,4)	02 (1,3)	5 (7,0)	01 (0,4)	03 (01,7)	08 (6,6)	12 (21,8)
<i>D. mercatorum</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	01 (0,4)	01 (0,6)	-	-
<i>D. paranaensis</i>	05 (16,7)	-	06 (12,8)	-	01 (2,3)	-	73 (48,3)	11 (15,5)	06 (2,1)	02 (01,1)	01 (0,8)	4 (7,3)
<i>D. polymorpha</i>	-	-	-	-	-	-	04 (2,7)	7 (9,9)	02 (0,7)	02 (01,1)	06 (04,9)	01 (1,8)
<i>D. ararama</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	-	-	-	02 (3,6)
<i>D. prosaltans</i>	04 (13,3)	03 (30,0)	-	-	02 (4,5)	-	01 (0,6)	5 (7,0)	-	-	-	-
<i>D. guaru</i>	01 (3,3)	-	-	01 (5,5)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. buzzatii</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	01 (0,4)	-	-	-
<i>D. melanogaster</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01 (0,8)	-
<i>D. mediopunctata</i>	05 (16,7)	01 (10,0)	-	-	01 (2,3)	01 (4,5)	01 (0,6)	2 (2,8)	-	-	-	-
<i>D. nigricurria</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	-	-	-	-
<i>D. guarani</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,7)	01 (1,4)	-	-	-	-
<i>D. pallidipennis</i>	-	-	-	-	-	-	-	01 (1,4)	-	-	-	-
<i>D. immigrans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. malerkotliana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. simulans</i>	-	-	13 (27,6)	03 (16,7)	12 (27,3)	01 (4,5)	35 (23,2)	21 (29,6)	264 (94,3)	167 (93,8)	95 (77,9)	33 (60,0)
<i>D. nebulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	01 (1,4)	-	-	-	01 (1,8)
<i>D. paramediotriata</i>	-	-	-	-	-	-	-	01 (1,4)	-	-	-	-
<i>D. austrosaltans</i>	-	-	-	-	01 (2,3)	01 (4,5)	-	01 (1,4)	01 (0,4)	-	-	-
<i>D. cardini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. neocardini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. coroica</i>	01 (3,3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subgrupo willistoni</i>	-	-	-	07 (38,9)	-	01 (4,5)	-	-	-	-	-	01 (1,8)
<i>Subgrupo saltans</i>	02 (6,7)	-	05 (10,6)	02 (11,1)	01 (2,3)	01 (4,5)	-	02 (2,8)	-	01 (0,6)	01 (0,8)	-
<i>Grupo tripunctata</i>	03 (10,0)	-	04 (8,51)	04 (22,2)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grupo guarani</i>	-	-	-	-	01 (2,3)	01 (4,5)	-	-	-	-	-	-
<i>Grupo repleta</i>	01 (3,3)	01 (10,0)	01 (2,1)	-	04 (9,1)	03 (13,6)	10 (6,6)	02 (2,8)	01 (0,4)	01 (0,6)	01 (0,8)	-
<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	-	-	-	-	06 (13,6)	03 (13,6)	14 (9,3)	11 (15,5)	01 (0,4)	-	-	01 (1,8)
<i>Zaprionus indianus</i>	-	-	11 (23,4)	01 (5,55)	14 (31,8)	-	6 (3,9)	-	02 (0,7)	01 (0,6)	09 (7,4)	-
Total	30	10	47	18	44	22	151	71	280	178	122	55

Tabela 2. Abundância (N) e porcentagem (%) de drosofilídeos coletados de maio a outubro/2003 em áreas de borda e do interior da mata na Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP.

Espécies	Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro	
	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
<i>D. sturtevantii</i>	08 (26,7)	05 (50,0)	07 (14,9)	-	01 (2,3)	10 (45,4)	02 (1,3)	5 (7,0)	01 (0,4)	03 (01,7)	08 (6,6)	12 (21,8)
<i>D. mercatorum</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	01 (0,4)	01 (0,6)	-	-
<i>D. paranaensis</i>	05 (16,7)	-	06 (12,8)	-	01 (2,3)	-	73 (48,3)	11 (15,5)	06 (2,1)	02 (01,1)	01 (0,8)	4 (7,3)
<i>D. polymorpha</i>	-	-	-	-	-	-	04 (2,7)	7 (9,9)	02 (0,7)	02 (01,1)	06 (04,9)	01 (1,8)
<i>D. ararama</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	-	-	-	02 (3,6)
<i>D. prosaltans</i>	04 (13,3)	03 (30,0)	-	-	02 (4,5)	-	01 (0,6)	5 (7,0)	-	-	-	-
<i>D. guaru</i>	01 (3,3)	-	-	01 (5,5)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. buzzatii</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	01 (0,4)	-	-	-
<i>D. melanogaster</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01 (0,8)	-
<i>D. mediopunctata</i>	05 (16,7)	01 (10,0)	-	-	01 (2,3)	01 (4,5)	01 (0,6)	2 (2,8)	-	-	-	-
<i>D. nigricruria</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,6)	-	-	-	-	-
<i>D. guarani</i>	-	-	-	-	-	-	01 (0,7)	01 (1,4)	-	-	-	-
<i>D. pallidipennis</i>	-	-	-	-	-	-	-	01 (1,4)	-	-	-	-
<i>D. immigrans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. malerkotliana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. simulans</i>	-	-	13 (27,6)	03 (16,7)	12 (27,3)	01 (4,5)	35 (23,2)	21 (29,6)	264 (94,3)	167 (93,8)	95 (77,9)	33 (60,0)
<i>D. nebulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	01 (1,4)	-	-	-	01 (1,8)
<i>D. paramediotriata</i>	-	-	-	-	-	-	-	01 (1,4)	-	-	-	-
<i>D. austrosaltans</i>	-	-	-	-	01 (2,3)	01 (4,5)	-	01 (1,4)	01 (0,4)	-	-	-
<i>D. cardini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. neocardini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. coroica</i>	01 (3,3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subgrupo willistoni	-	-	-	07 (38,9)	-	01 (4,5)	-	-	-	-	-	01 (1,8)
Subgrupo saltans	02 (6,7)	-	05 (10,6)	02 (11,1)	01 (2,3)	01 (4,5)	-	02 (2,8)	-	01 (0,6)	01 (0,8)	-
Grupo tripunctata	03 (10,0)	-	04 (8,51)	04 (22,2)	-	-	-	-	-	-	-	-
Grupo guarani	-	-	-	-	01 (2,3)	01 (4,5)	-	-	-	-	-	-
Grupo repleta	01 (3,3)	01 (10,0)	01 (2,1)	-	04 (9,1)	03 (13,6)	10 (6,6)	02 (2,8)	01 (0,4)	01 (0,6)	01 (0,8)	-
<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	-	-	-	-	06 (13,6)	03 (13,6)	14 (9,3)	11 (15,5)	01 (0,4)	-	-	01 (1,8)
<i>Zaprionus indianus</i>	-	-	11 (23,4)	01 (5,55)	14 (31,8)	-	6 (3,9)	-	02 (0,7)	01 (0,6)	09 (7,4)	-
Total	30	10	47	18	44	22	151	71	280	178	122	55

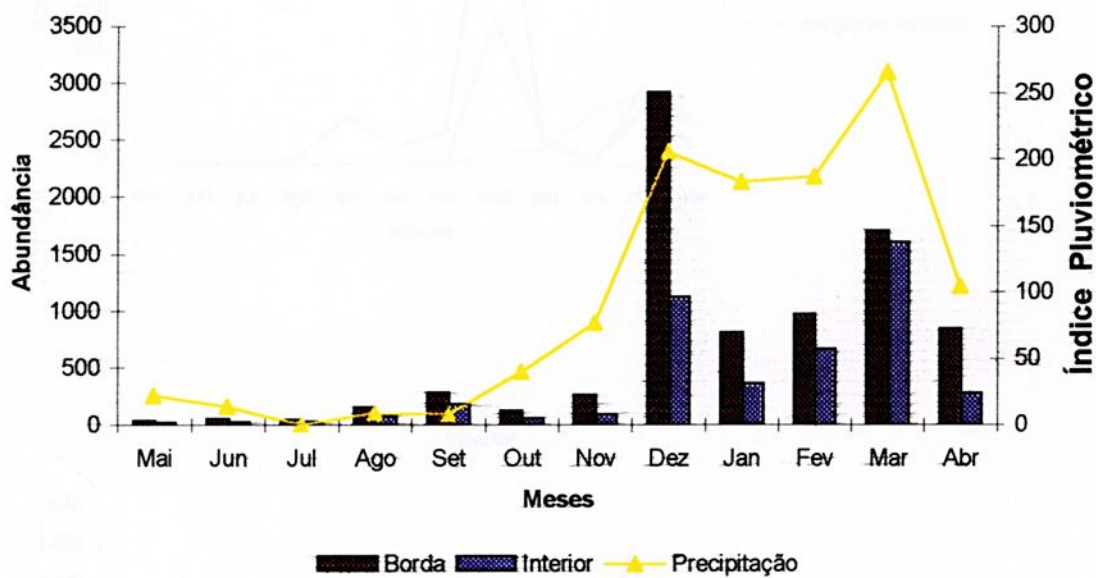


Figura 2. Abundância mensal dos drosofilídeos capturados na borda e no interior da mata da Estação Ecológica de Paulo de Faria /SP.

Figura 3. Sazonalidade das espécies mais abundantes na borda e no interior da mata.

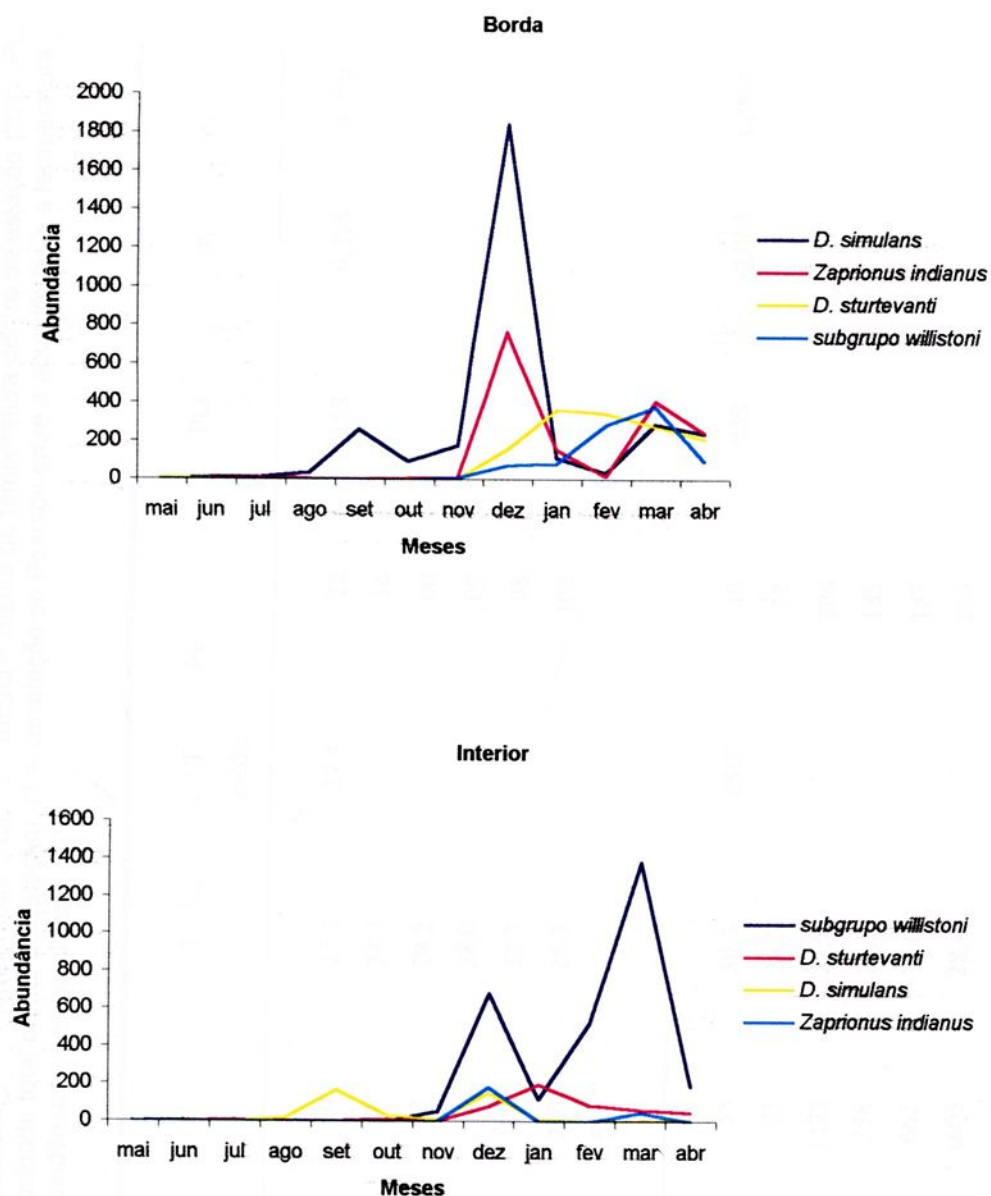


Figura 3. Sazonalidade das espécies mais abundantes na borda e no interior da mata.

Tabela 4. Abundância total dos drosofilídeos no interior da mata da Estação Ecológica de Paulo de Faria nas estações quente/úmida e fria/seca. N = número total de drosofilídeos capturados; T = temperatura (°C); ΔT média = média de temperatura dentro da estação (°C); PL = índice pluviométrico; PLt = pluviosidade total dentro da estação; r1 = correlação de Pearson entre a abundância e a temperatura ; r2 = correlação de Pearson entre a abundância e a pluviosidade.

Interior	Estações	Meses	N	T	ΔT média	PL	PLt	r ₁	r ₂
		Maio	10	25,7	27,4	22	158	0,228	0,760
		Junho	18	24,7		14			
		Julho	22	28,2		00			
	Fria e seca	Agosto	71	28,0		09			
		Setembro	178	32,7		08			
		Abril/2004	276	25,3		105			
		Total	575						
		Outubro	55	30,3	28,3	40	959	-0,063	0,900
		Novembro	85	26,2		77			
		Dezembro	1122	27,2		206			
	Quente e úmida	Janeiro	358	27,9		183			
		Fevereiro	662	30,0		187			
		Março	1605	28,4		266			
		Total	3887						

Tabela 4. Abundância total dos drosofilídeos no interior da mata da Estação Ecológica de Paulo de Faria nas estações quente/úmida e fria/seca. N = número total de drosofilídeos capturados; T = temperatura (°C); ΔT média = média de temperatura dentro da estação (°C); PL = índice pluviométrico; PLt = pluviosidade total dentro da estação; r1 = correlação de Pearson entre a abundância e a temperatura ; r2 = correlação de Pearson entre a abundância e a pluviosidade.

Interior	Estações	Meses	N	T	ΔT média	PL	PLt	r ₁	r ₂
	Fria e seca	Maio	10	25,7	27,4	22	158	0,228	0,760
		Junho	18	24,7		14			
		Julho	22	28,2		00			
		Agosto	71	28,0		09			
		Setembro	178	32,7		08			
		Abril/2004	276	25,3		105			
		Total	575						
	Quente e úmida	Outubro	55	30,3	28,3	40	959	-0,063	0,900
		Novembro	85	26,2		77			
		Dezembro	1122	27,2		206			
		Janeiro	358	27,9		183			
		Fevereiro	662	30,0		187			
		Março	1605	28,4		266			
		Total	3887						

Tabela 5. Valores de r das análises de correlação entre as populações de drosofilídeos, a temperatura e a pluviosidade. r_1 : correlação de Pearson com a abundância e com a temperatura; r_2 : com a abundância e a pluviosidade. (*: correlação positiva ao nível de significância de 5%).

Espécies	Borda		Interior	
	r_1	r_2	r_1	r_2
<i>D. malerkotliana</i>	0,372	0,708*	0,050	0,732*
<i>D. paranaensis</i>	0,037	0,004	0,251	0,208
<i>D. polymorpha</i>	0,184	0,719*	0,094	0,732*
<i>D. simulans</i>	0,171	0,456	0,531	0,023
<i>D. stutevanti</i>	0,513	0,864*	0,048	0,729*
<i>subgrupo willistoni</i>	0,073	0,401	0,069	0,861*
<i>Zaprionus indianus</i>	0,206	0,711*	0,093	0,529
<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	0,451	0,432	0,137	0,192

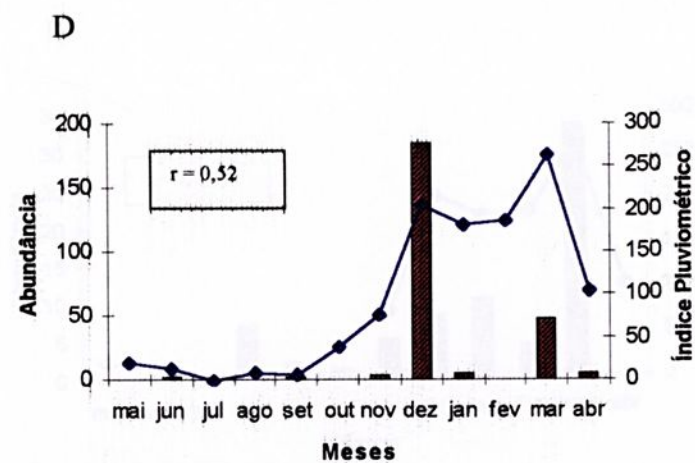
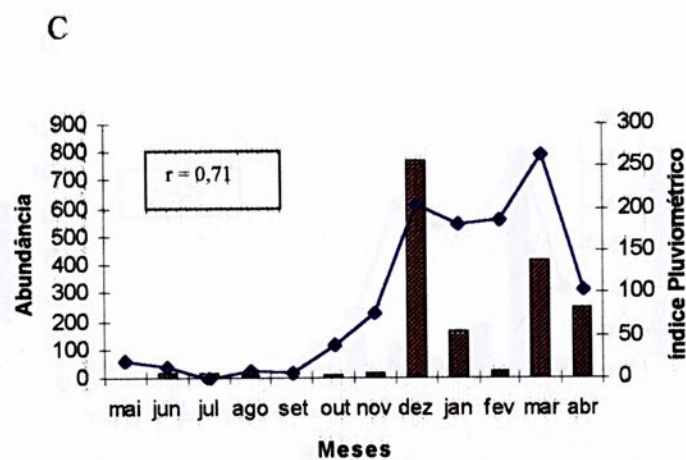
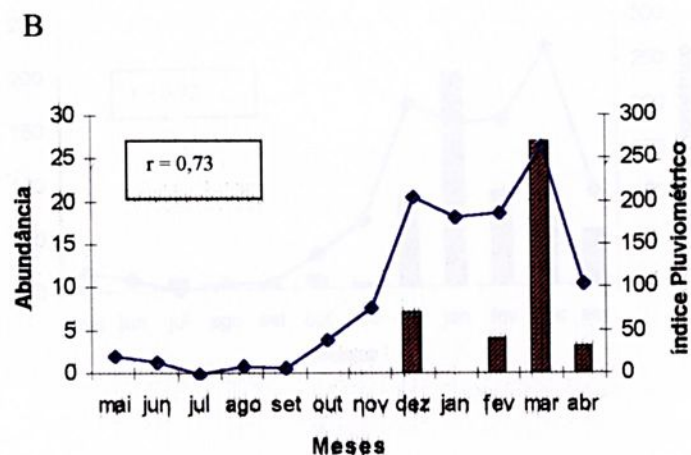
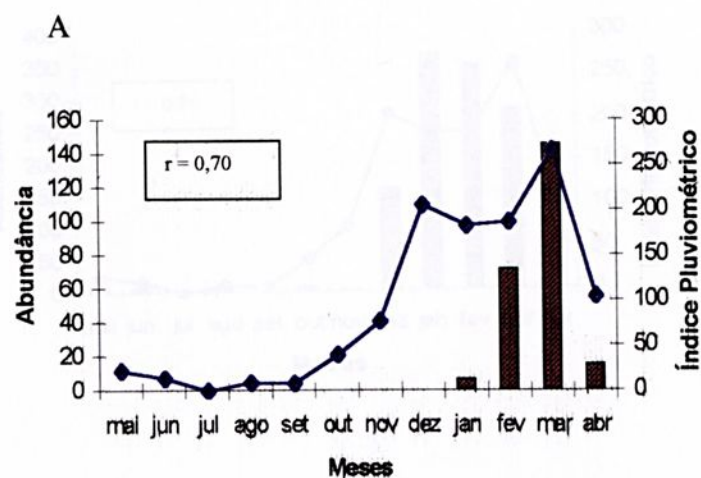


Figura 4A-D. Abundância X Precipitação. A-B. *D. malerkotliana*. C-D. *Zaprionus indianus*. A-C. Área da borda. B-D. Área do interior. r = correlação de Pearson.

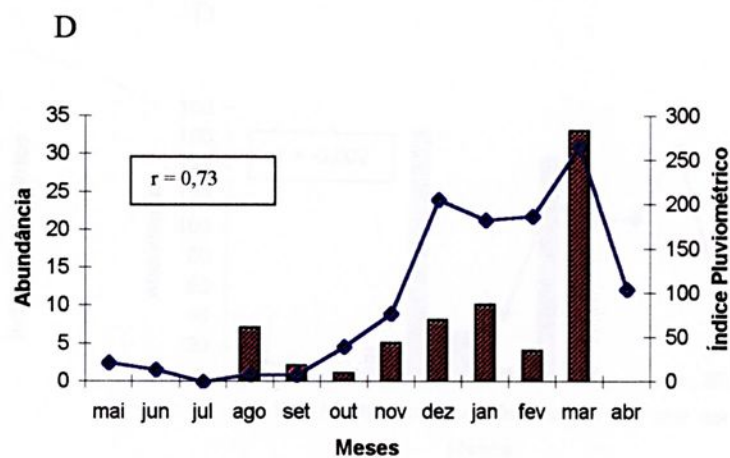
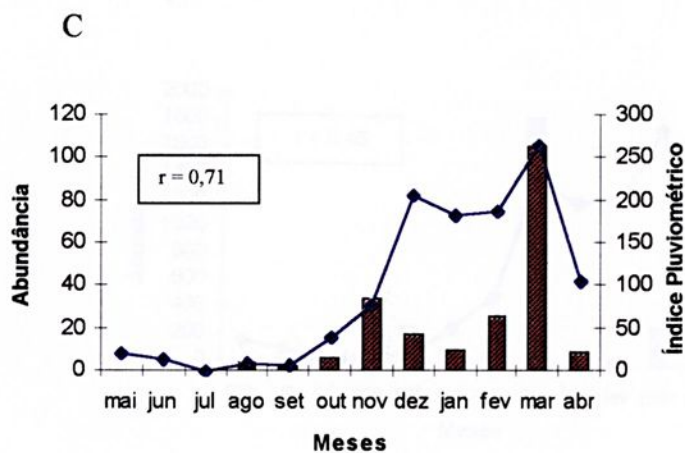
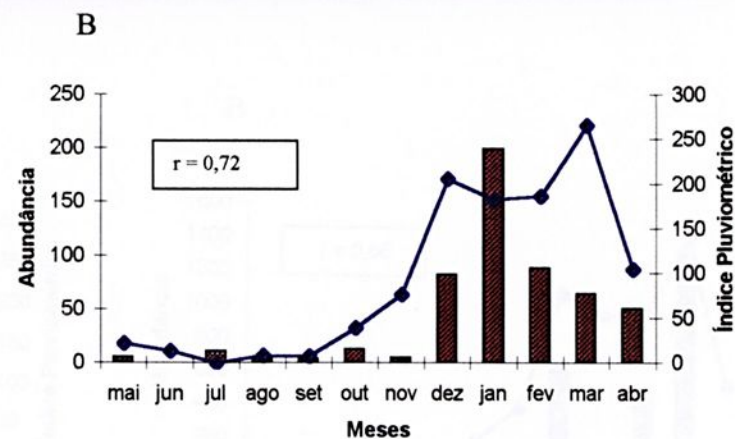
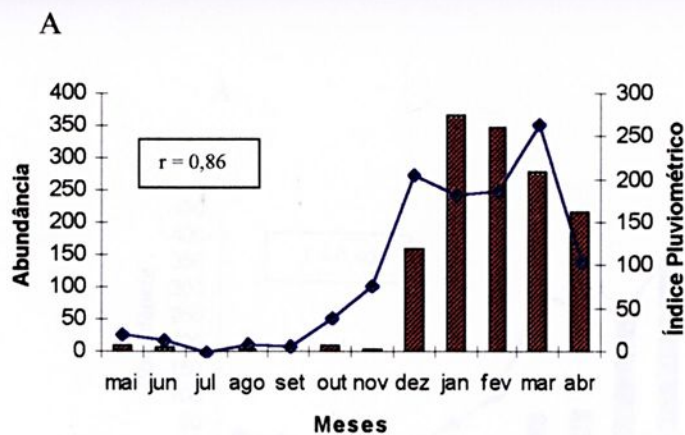


Figura 5A-D. Abundância X Precipitação. **A-B.** *D. sturtevantii*. **C-D.** *D. polymorpha*. **A-C.** Área da borda. **B-D.** Área de interior. r = correlação de Pearson.

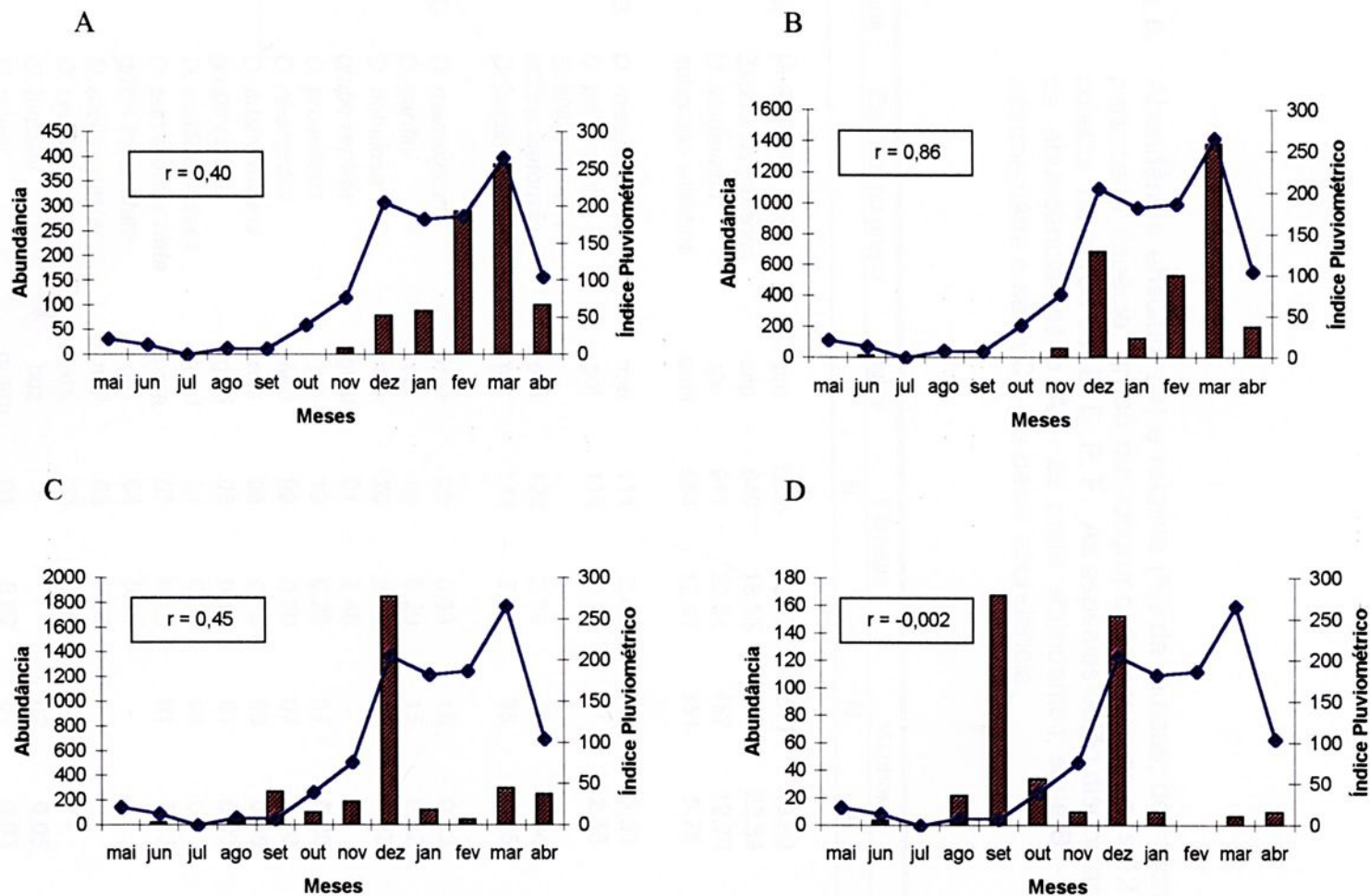


Figura 6A-D. Abundância X Precipitação. **A-B.** subgrupo *willistoni*; **C-D.** *D. simulans* **A-C.** Área de borda; **B-D.** Área de interior. r = correlação de Pearson

Tabela 6. Abundância absoluta (N) e relativa (%) de fêmeas, de machos e total para cada espécie, grupo ou subgrupo de espécies nos 12 meses de coletas na borda da E. E. P. F. As espécies estão dispostas em ordem de abundância: série A. - as mais abundantes; série B. - abundância intermediária e série C. - de baixa abundância.

Série	Espécie ou grupo	Siglas	Fêmeas		Machos		Total	
			N	%	N	%	N	%
A	<i>D. simulans</i>	sim	1556	33,97	1577	43,82	3133	38,30
	<i>Zaprionus indianus</i>	zap	840	18,33	824	22,89	1664	20,34
	<i>D. sturtevantii</i>	stu	941	20,54	457	12,70	1398	17,09
	subgrupo <i>willistoni</i>	swill	594	12,97	351	9,75	945	11,55
B	<i>D. malerkotliana</i>	mal	111	2,42	126	3,50	237	2,90
	<i>D. polymorpha</i>	pol	119	2,6	91	2,53	210	2,57
	<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	sca	128	2,79	70	1,94	198	2,42
	<i>D. paranaensis</i>	par	144	3,14	38	1,05	182	2,22
C	<i>D. mercatorum</i>	mer	29	0,63	15	0,42	44	0,54
	<i>D. cardini</i>	car	13	0,29	15	0,42	28	0,34
	<i>D. nebulosa</i>	neb	20	0,44	08	0,22	28	0,34
	grupo <i>repleta</i>	grep	21	0,46	-	-	21	0,26
	<i>D. prosaltans</i>	pro	13	0,29	07	0,20	20	0,24
	<i>D. neocardini</i>	neo	09	0,20	07	0,20	16	0,19
	<i>D. austrosaltans</i>	aus	06	0,13	03	0,08	9	0,11
	grupo <i>saltans</i>	gsal	08	0,18	01	0,03	9	0,11
	<i>D. mediopunctata</i>	med	04	0,09	04	0,11	8	0,10
	<i>D. paramediostriata</i>	para	07	0,15	01	0,03	8	0,10
	grupo <i>tripunctata</i>	gtri	08	0,18	-	-	8	0,10
	<i>D. melanogaster</i>	mel	03	0,06	-	-	3	0,03
	<i>D. ararama</i>	ara	03	0,06	-	-	3	0,03
	<i>D. buzzatii</i>	buz	-	-	02	0,05	2	0,02
	<i>D. guaru</i>	guaru	01	0,02	01	0,03	2	0,02
	<i>D. nigricruria</i>	nig	-	-	01	0,03	1	0,01
	<i>D. ornatifrons</i>	om	01	0,02	-	-	1	0,01
	<i>D. coroica</i>	cor	01	0,02	-	-	1	0,01
	grupo <i>guarani</i>	ggua	01	0,02	-	-	1	0,01
Total			4581		3599		8180	

Tabela 7. Abundância absoluta (N) e relativa (%) de fêmeas, de machos e total para cada espécie, grupo ou subgrupo de espécies nos 12 meses de coletas no interior da E.E.P.F. As espécies estão dispostas em ordem de abundância: série **A.** - as mais abundantes; série **B.** - abundância intermediária e série **C.** - de baixa abundância.

Série	Espécie ou grupo	Siglas	Fêmeas		Machos		Total	
			N	%	N	%	N	%
A	<i>subgrupo willistoni</i>	swill	1634	64,38	1339	69,6	2973	66,63
	<i>D. sturtevantii</i>	stu	380	14,97	142	7,38	522	11,70
B	<i>D. simulans</i>	sim	192	7,56	218	11,33	410	9,19
	<i>Zaprionus indianus</i>	zap	138	5,44	106	5,52	244	5,47
	<i>D. polymorpha</i>	pol	37	1,46	33	1,71	70	1,57
C	<i>D. malerkotliana</i>	mal	18	0,71	23	1,19	41	0,92
	<i>D. cardini</i>	car	12	0,47	15	0,78	27	0,60
	<i>D. paranaensis</i>	par	17	0,67	09	0,47	26	0,58
	<i>D. nebulosa</i>	neb	18	0,71	04	0,22	22	0,49
	<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	sca	19	0,75	02	0,10	21	0,47
	<i>D. paramediotriata</i>	para	09	0,35	08	0,41	17	0,38
	<i>D. neocardini</i>	neo	03	0,12	13	0,67	16	0,36
	<i>D. mediopunctata</i>	med	15	0,60	-	-	15	0,34
	<i>D. prosaltans</i>	pro	09	0,35	04	0,22	13	0,29
	<i>grupo repleta</i>	grep	08	0,30	-	-	08	0,18
	<i>D. mercatorum</i>	mer	05	0,20	01	0,05	06	0,13
	<i>D. guaru</i>	gua	04	0,16	02	0,10	06	0,13
	<i>grupo saltans</i>	gsal	05	0,20	01	0,05	06	0,13
	<i>D. ararama</i>	ara	05	0,20	-	-	05	0,11
	<i>grupo tripunctata</i>	gtri	02	0,08	03	0,15	05	0,11
	<i>D. austrosaltans</i>	aus	0,3	0,12	-	-	03	0,06
	<i>D. immigrans</i>	imm	03	0,12	-	-	03	0,06
	<i>D. ornatifrons</i>	orn	01	0,04	-	-	01	0,02
	<i>D. pallidipennis</i>	pal	-	-	01	0,05	01	0,02
	<i>Grupo guarani</i>	gguar	01	0,04	-	-	01	0,02
Total			2538		1924		4462	

Tabela 8. Frequência absoluta (N) e relativa (%) do número de vezes em que cada espécie ou grupo de espécies ocorreu nas doze coletas realizadas.

Borda				Interior			
Série	Espécie ou grupo	N	%	Série	Espécie ou grupo	N	%
A	<i>D. sturtevanti</i>	12	100,0	A	<i>D. sturtevanti</i>	11	91,7
	<i>D. simulans</i>	11	91,7		subgrupo <i>willistoni</i>	09	75,0
	subgrupo <i>willistoni</i>	06	50,0				
	<i>Zaprius indianus</i>	11	91,7				
B	<i>D. malerkotliana</i>	04	33,3	B	<i>D. polymorpha</i>	08	66,7
	<i>D. paranaensis</i>	12	100,0		<i>D. simulans</i>	10	83,3
	<i>D. polymorpha</i>	09	75,0		<i>Zaprius indianus</i>	07	58,3
	<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	07	58,3				
C	<i>D. austrosaltans</i>	06	50,0	C	<i>D. ararama</i>	03	25,0
	<i>D. ararama</i>	03	25,0		<i>D. austrosaltans</i>	03	25,0
	<i>D. buzzatii</i>	02	16,7		<i>D. cardini</i>	04	33,3
	<i>D. cardini</i>	01	8,3		<i>D. ornatifrons</i>	01	8,3
	<i>D. coroica</i>	01	8,3		grupo <i>guarani</i>	01	8,3
	<i>D. ornatifrons</i>	01	8,3		<i>D. guaru</i>	03	25,0
	grupo <i>guarani</i>	01	8,3		<i>D. immigrans</i>	03	25,0
	<i>D. guaru</i>	02	16,7		<i>D. malerkotliana</i>	04	33,3
	<i>D. mediopunctata</i>	04	33,3		<i>D. mediopunctata</i>	05	41,7
	<i>D. melanogaster</i>	02	16,7		<i>D. mercatorum</i>	03	25,0
	<i>D. mercatorum</i>	06	50,0		<i>D. nebulosa</i>	07	58,3
	<i>D. nebulosa</i>	04	33,3		<i>D. neocardini</i>	02	16,7
	<i>D. neocardini</i>	02	16,7		<i>D. pallidipennis</i>	01	8,3
	<i>D. nigricurua</i>	01	8,3		<i>D. paramediotriata</i>	05	41,7
	<i>D. paramediotriata</i>	03	25,0		<i>D. paranaensis</i>	07	58,3
	<i>D. prosaltans</i>	07	58,3		<i>D. prosaltans</i>	04	33,3
	grupo <i>repleta</i>	08	66,7		grupo <i>repleta</i>	05	41,7
	subgrupo <i>saltans</i>	04	33,3		subgrupo <i>saltans</i>	04	33,3
	grupo <i>tripunctata</i>	03	25,0		<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	06	50,0
					grupo <i>tripunctata</i>	02	16,7

3.4 Curva do componente da dominância e da diversidade

Na figura 7A-B encontra-se representado as curvas do componente de dominância da diversidade da área da borda e do interior da mata. Esta curva é obtida pela abundância total de cada espécie em cada área de estudo.

As duas curvas refletem uma situação de dominância para um pequeno número de espécies, um grupo um pouco maior com uma abundância intermediária e o maior grupo constituído por espécies raras e pouco abundantes. O gráfico do interior mostra uma curva mais acentuada com uma dominância maior de poucas espécies dominantes. Já o gráfico da borda da mata apresenta uma curva menos acentuada, indicando que existe uma menor relação de dominância entre as espécies

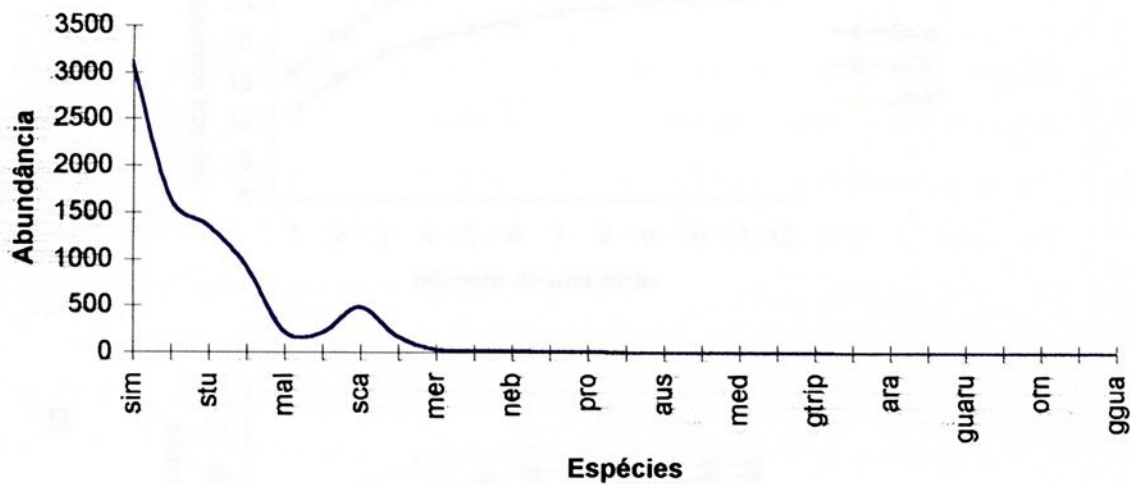
3.5 Estimativa da riqueza

Na estimativa da riqueza das espécies nas áreas de borda, interior e área total, verificou-se que os métodos ACE e Jackknife 1 apresentaram-se mais próximos da riqueza observada (observada: 29, ACE: 29 e Jackknife 1: 34), assim foram escolhidos para a análise.

A figura 8 A-C ilustra as curvas acumulativas de riqueza obtidas pelos métodos utilizados e a curva randomizada da riqueza observada. Como se observa nessa figura, os dois métodos mostraram um aumento da riqueza com o esforço amostral e a partir de um certo número de amostras as curvas parecem mostrar uma tendência à estabilização. Na análise da riqueza do interior (figura 8B) fica claro que a curva não se estabilizou.

Figura 7 A-B. Curva do componente da dominância da diversidade. A. Borda; B. Interior.

A



B

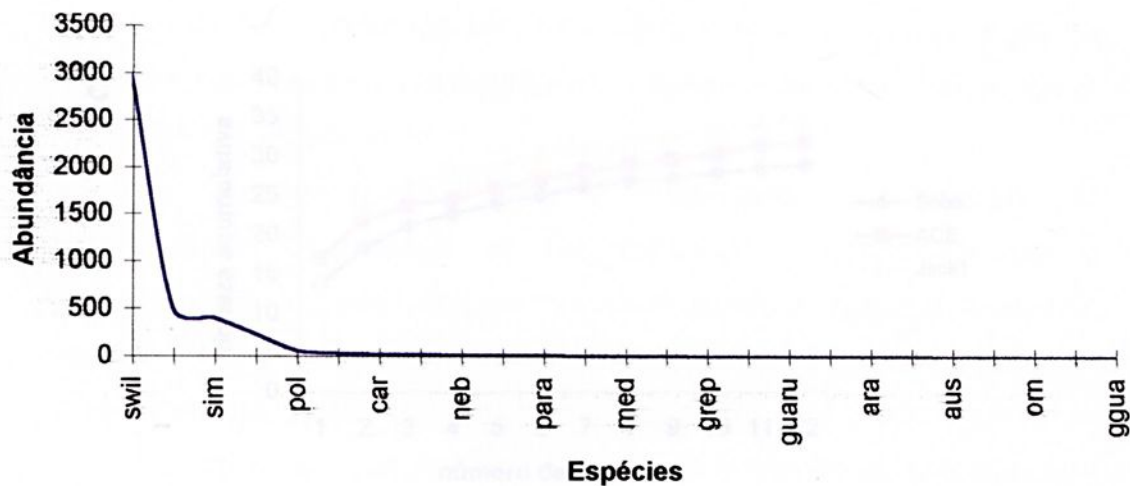
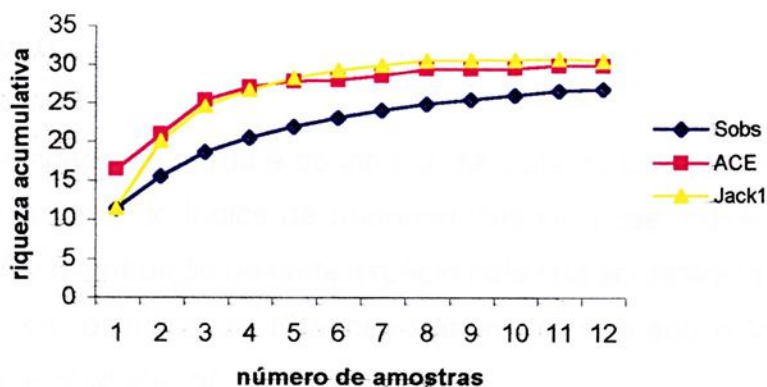
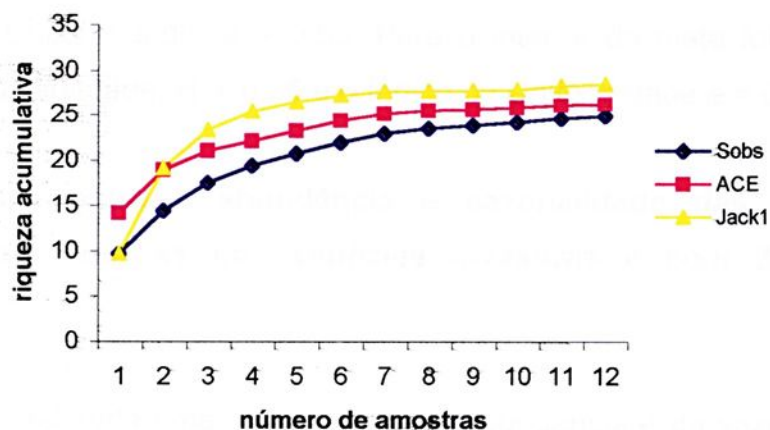


Figura 7 A-B. Curva do componente de dominância da diversidade. **A.** Borda; **B.** Interior.

A



B



C

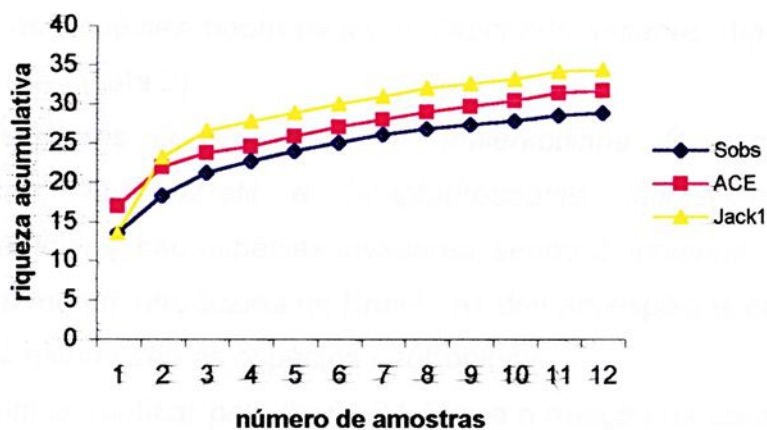


Figura 8A-C. Curvas de acumulação da riqueza estimada pelos métodos não-paramétricos ACE e Jackknife 1 comparada com a riqueza observada (Sobs). A. Borda. B. interior. C. área total.

3.6 Diversidade

A diversidade da borda e do interior da mata da Estação Ecológica foi calculada a partir do Índice de Shannon-Wiener. Esse índice leva em consideração a distribuição de cada espécie pela sua abundância relativa. Juntamente com o índice de Shannon-Wiener foi aplicado o Índice de Uniformidade (eqüidade) de Pielou.

A maior diversidade foi obtida na borda da mata, $H' = 0,76$ com Índice de Uniformidade, $e = 0,53$. Para o interior da mata foi obtido o Índice de diversidade, $H' = 0,55$ e o Índice de Uniformidade $e = 0,39$.

3.7 Relação entre a abundância e sazonalidade das espécies neotropicais com as das espécies invasoras e com *Zaprionus indianus*

Foi realizada uma comparação da abundância e da sazonalidade dos drosofilídeos incluídos em três categorias a saber: as espécies invasoras, as espécies neotropicais e *Zaprionus indianus* (figura 9A-B, figura 10A-B e tabela 9).

As espécies *D. immigrans*, *D. malerkotliana*, *D. simulans*, *D. melanogaster*, *D. buzzatii* e *Scaptodrosophila latifasciaeformis* e *Zaprionus indianus* são espécies invasoras, sendo *Z. indianus* a espécie mais recentemente introduzida no Brasil. As demais espécies capturadas no presente estudo são as espécies neotropicais.

Podemos verificar pela figura 9A-B que a relação da abundância e sazonalidade entre esses grupos de espécies mostram perfis diferentes para as áreas de borda e interior da mata. As espécies invasoras e *Z. indianus* foram as mais abundantes na borda da mata do que no interior e também mais freqüentes. No interior da mata as espécies neotropicais foram as mais abundantes, com exceção dos meses de setembro e outubro.

Na borda da mata foram capturados 3.572 drosofilídeos invasores (43,66%), 2.944 drosofilídeos neotropicais (35,99%) e 1.664 indivíduos de *Zaprionus indianus* (20,34%).

No interior da mata foram capturados 3.743 drosofilídeos neotropicais (83,89%), 475 drosofilídeos invasores (10,64%) e 244 *Zaprionus indianus* (5,47%).

Na estação fria e seca foram capturados 606 drosofilídeos invasores (43,13%), 506 drosofilídeos neotropicais (36,35%), e 280 indivíduos da espécie *Zaprionus indianus* (20,12%), na borda da mata.

No interior da mata nessa mesma estação foram capturados 347 drosofilídeos neotropicais (60,35%), 222 drosofilídeos invasores (38,61%) e apenas 6 indivíduos de *Zaprionus indianus* (1,04%).

Na estação quente e úmida foram capturados, na borda da mata, 2.966 drosofilídeos invasores (43,69%), 2.438 drosofilídeos neotropicais (35,92%) e 1.384 indivíduos de *Zaprionus indianus* (20,39%).

No interior da mata foram capturados 3.396 drosofilídeos neotropicais (87,37%), 253 drosofilídeos invasores (6,51%) e 238 drosofilídeos da espécie *Zaprionus indianus* (6,12%).

3.8 Emergência de drosofilídeos dos frutos coletados na borda e no interior da mata

No período de janeiro a março de 2004 foram coletados 50 frutos na borda e 65 no interior da mata. Em 40% dos frutos coletados na borda foi observado a emergência de drosofilídeos e apenas em 13,85% dos coletados no interior observou-se emergência das moscas.

Na tabela 10 encontra-se o número de indivíduos que emergiram dos frutos por espécie e período da coleta dos frutos.

Dos 1.599 drosofilídeos que emergiram de 29 frutos, 84,05% foi da espécie *Zaprionus indianus*, seguido por *D. paramediostriata* (6,13%), subgrupo *willistoni* (2,56%) e outras (4%) (Figura 11).



Dentre as 7 espécies de frutos analisados, *Annona cacans* foi a que apresentou a maior porcentagem de emergência de drosofilídeos (87,99%) seguido por *Ficus guaranitica* (7,44) e por *Jacaratia spinosa* (3,63%) (Figura 12).

Dos 22 frutos de *Inga* sp e 20 de *Rhamnidium elaeocarpum* coletados não emergiu nenhum drosofilídeo.

No mês de janeiro foram coletados 02 frutos de *Annona cacans* (araticum-cagão) na borda da mata e 01 fruto da mesma espécie recolhido no interior da mata. Foram colhidos 17 frutos de *Ficus guaranitica* (figueira) na borda, onde emergiram drosofilídeos de apenas 10 frutos. Dos 24 frutos de *Alibertia macrophylla* (marmelo), apenas em 5 deles obtivemos a emergência de moscas. Da espécie *Inga* sp (ingá) foram coletados 22 frutos na borda da mata, mas não obteve-se sucesso na emergência de drosofilídeos. Dos 20 frutos coletados no interior da Estação Ecológica de *Rhamnidium elaeocarpum* (cafézinho-do-mato), também não obteve-se sucesso.

Do total de 86 frutos coletados no mês de janeiro, emergiram 290 drosofilídeos e *Zaprionus indianus* foi a espécie mais abundante com 172 indivíduos (59,30%), seguida de *D. nebulosa* com 66 indivíduos (22,76%) (tabela 10).

No mês de fevereiro, no interior da mata foram colhidos 20 frutos de *Jaracatia spinosa* (mamão-do mato) e em apenas três obteve-se a emergência de moscas. Foram coletados três frutos de *Annona cacans* (araticum-cagão) encontrados na borda e de todos eles emergiram drosofilídeos. Emergiram 493 drosofilídeos dos 23 frutos recolhidos nesse mês. As espécies mais abundantes foram *Zaprionus indianus* com 414 indivíduos (83,97%) e *D. paramediostriata* com 49 indivíduos (9,94%).

No mês de março foram coletados na borda da mata frutos de *Annona cacans* (araticum-cagão), e em 05 destes obtivemos a emergência de 816 drosofilídeos. Novamente, *Zaprionus indianus* foi à espécie mais abundante com 758 indivíduos (92,89%).

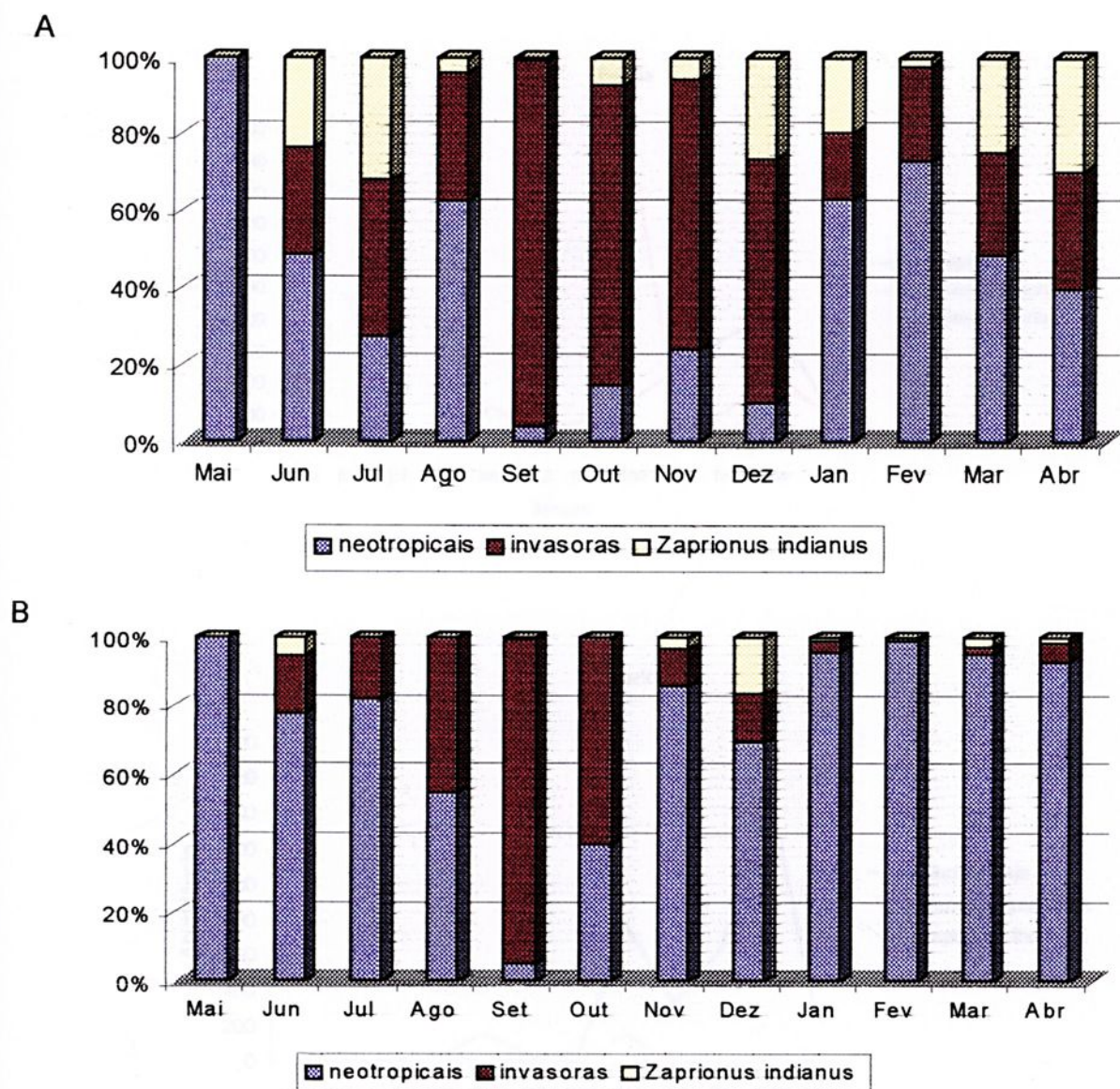


Figura 9 A-B. Relação da abundância e sazonalidade entre as espécies neotropicais, *Zaprionus indianus* e espécies invasoras. **A.** Borda. **B.** interior da mata.

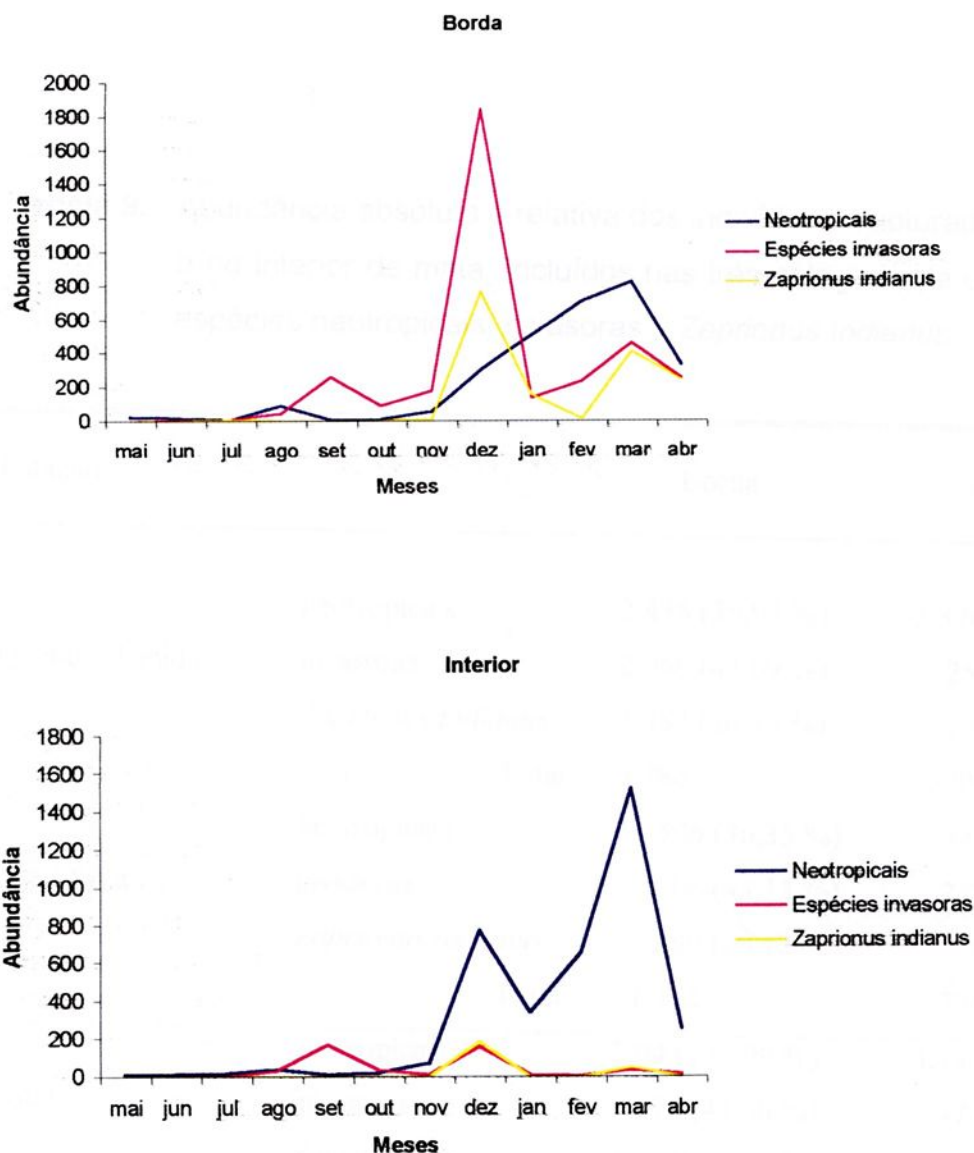


Figura 10A-B. Sazonalidade das espécies neotrópicas, invasoras e *Zaprius indianus* na área da borda e interior da mata.

Tabela 9. Abundância absoluta e relativa dos indivíduos capturados na borda e no interior da mata, incluídos nas três categoria de drosofilídeos: espécies neotropicais, invasoras e *Zaprionus Indianus*.

Estação		Borda	Interior
Quente / Úmida	neotropicais	2.438 (35,92 %)	3.396 (87,37 %)
	invasoras	2.966 (43,69 %)	253 (6,51 %)
	<i>Zaprionus indianus</i>	1.384 (20,39 %)	238 (6,12 %)
	Total	6.788	3.887
Fria / Seca	neotropicais	506 (36,35 %)	347 (60,35 %)
	invasoras	606 (43,13 %)	222 (38,61 %)
	<i>Zaprionus indianus</i>	280 (20,12 %)	6 (1,04 %)
	Total	1.392	575
Total	neotropicais	2.944 (35,99 %)	3.743 (83,89 %)
	invasoras	3.572 (43,66 %)	475 (10,64 %)
	<i>Zaprionus indianus</i>	1.664 (20,34 %)	244 (5,47 %)
	Total	8.180	4.462

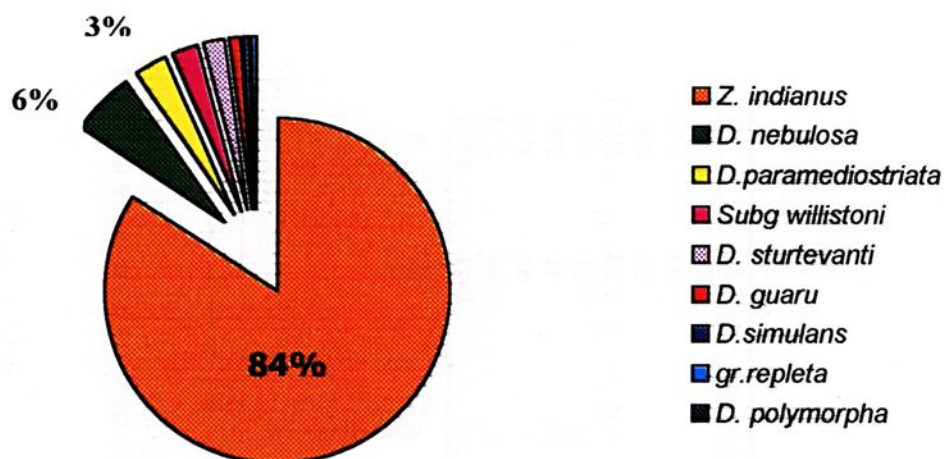


Figura 11. Relação percentual das espécies de drosofilídeos que emergiram dos frutos coletados na E.E. de Paulo de Faria.

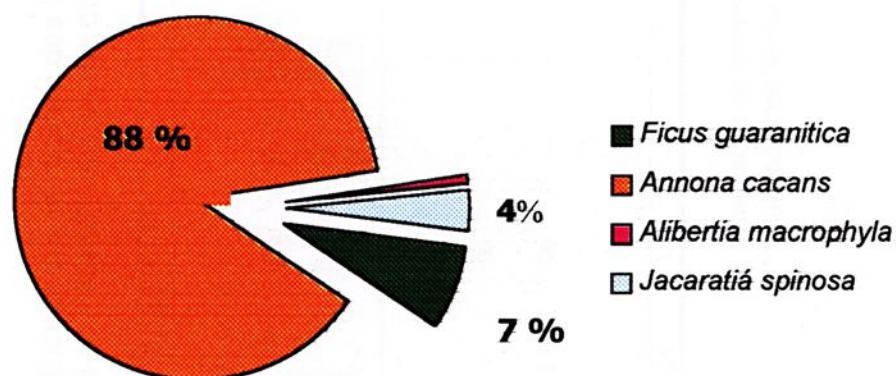


Figura 12. Relação percentual entre os frutos coletados na E.E. de Paulo de Faria dos quais emergiram drosofilídeos.

Tabela 10. Número absoluto de drosofilídeos que emergiram dos frutos coletados na borda e no interior da mata da Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP, nos meses de janeiro a março de 2004.

	Janeiro					Fevereiro		Março			
	<i>Ficus guaranitica</i> **	<i>Annona cacans</i> **	<i>Annona cacans</i> *	<i>Alibertia macrophylla</i> *	<i>Ingá</i> sp**	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> *	<i>Jacaratiá spinosa</i> *	<i>Annona cacans</i> **	<i>Annona cacans</i> **	Total	%
<i>Zaprionus indianus</i>	37	135	-	-	-	-	06	408	758	1344	84,05
<i>D. nebulosa</i>	63	-	-	03	-	-	-	25	07	98	6,13
<i>D. paramediostriata</i>	-	-	-	-	-	-	49	-	-	49	3,07
subgrupo <i>willistoni</i>	11	-	-	06	-	-	03	01	20	41	2,56
<i>D. sturtevantii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	31	31	1,94
<i>D. guaru</i>	-	-	14	06	-	-	-	-	-	20	1,25
<i>D. simulans</i>	08	-	-	-	-	-	-	01	-	09	0,56
grupo <i>repleta</i>	-	06	-	-	-	-	-	-	-	06	0,38
<i>D. polymorpha</i>	-	01	-	-	-	-	-	-	-	01	0,06
Total	119	142	14	15	-	-	58	435	816	1599	100

* coletados no interior da mata

** coletados na borda da mata

3.9 Similaridade entre a área da borda e do interior da mata

A similaridade entre as duas áreas estudadas foi avaliada pelos índices de Jaccard e Bray-Curtis. O índice de Jaccard é um índice binário, isso é, leva em conta somente a presença e a ausência das espécies e o de Bray-Curtis, semelhante ao de Morisita-Horn é um índice qualitativo, levando em conta dados numéricos, como por exemplo, a abundância das diferentes espécies que compõem a comunidade.

A similaridade entre a borda e o interior da mata avaliada pelo índice de Jaccard foi alta (0,85) e baixa pelo índice de Bray-Curtis (0,38) (Tabela 11).

Quando comparamos a borda e o interior da mata nos diferentes períodos sazonais, por esses índices, foi verificada alta similaridade entre a borda e o interior na estação úmida (0,77) e entre seca (0,70) pelo índice de Jaccard (figura 13) e baixa similaridade entre interior e borda úmida (0,35) e interior e borda seca (0,46) pelo índice de Bray-Curtis (figuras 14).

Nas figuras 15 e 16 encontram-se o dendograma produzidos pela análise da similaridade sazonal pelo índice de Bray-Curtis entre todas as espécies da borda e do interior da mata.

Em uma análise geral sobre os dendogramas podemos verificar que alguns pares de espécies foram agrupados com similaridade superior a 0,50 como, por exemplo: *D. simulans* e *Z. indianus*, *D. neocardini* e *D. cardini*, *D. malerkotliana* e *D. polymorpha*, *D. nebulosa* e *D. paramediostriata*, e *S. latifaciaeformis* e *D. paranaensis* para a borda e para o interior: *D. coroica* e *D. guaru*, *D. prosaltans* e *D. paramediostriata*, *D. neocardini* e *cardini*, *D. willistoni* e *D. sturtevantii*, *D. simulans* e *Z. indianus*, *D. nebulosa* e *D. mercatorum*, e *D. malerkotliana* e *D. polymorpha*.

As espécies mais abundantes da borda e interior da mata também foram avaliadas quanto à sua similaridade pelo índice de Bray- Curtis (figuras 17 e 18).

As similaridades mais altas na borda da mata foram obtidas entre *D. willistoni* e *D. sturtevantii* (0,70), seguida por *D. simulans* e *Z. indianus* (0,62) e *D. malerkotliana* e *D. polymorpha* (0,63). *D. paranaensis* e *S. latisfaciaeformis* foram as espécies com menor similaridade nesse grupo de análise.

No interior da mata obtivemos altas similaridades entre *D. polymorpha* e *D. malerkotliana* (0,68), *D. paranaensis* e *S. latisfaciaeformis* (0,67) e entre *D. simulans* e *Z. indianus* (0,45). As espécies *D. willistoni* e *D. sturtevantii* as espécies mais abundantes nesse ambiente não mostraram similaridade significativa com qualquer outra espécie desse grupo.

E na análise da similaridade entre as espécies neotropicais, invasoras e *Zaprionus indianus* representada pelo dendograma da figura 17 foi observada uma similaridade de 0,64 entre *Z. indianus* e as espécies invasoras.

Tabela 11. Índices de similaridade entre as duas áreas da E.E. de Paulo de Faria.

Índices	Borda x Interior
Jaccard	0,85
Morisita-Horn	0,38
Bray-Curtis	0,38

Jaccard Cluster Analysis (Group Average Link)

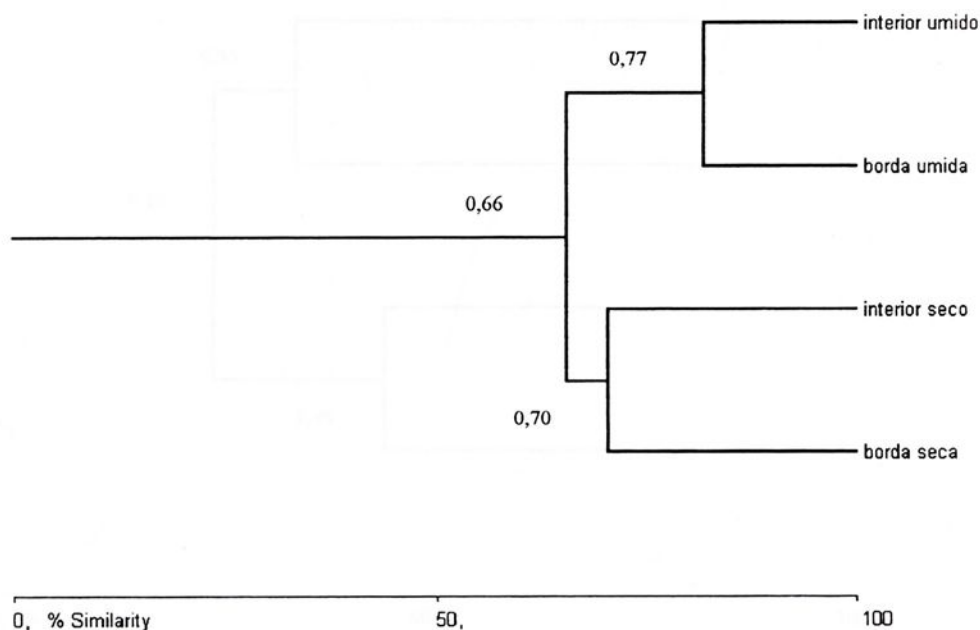


Figura 13. Similaridade entre as duas áreas estudadas nas estações seca e úmida da E.E. de Paulo de Faria. (Índice de Jaccard.)

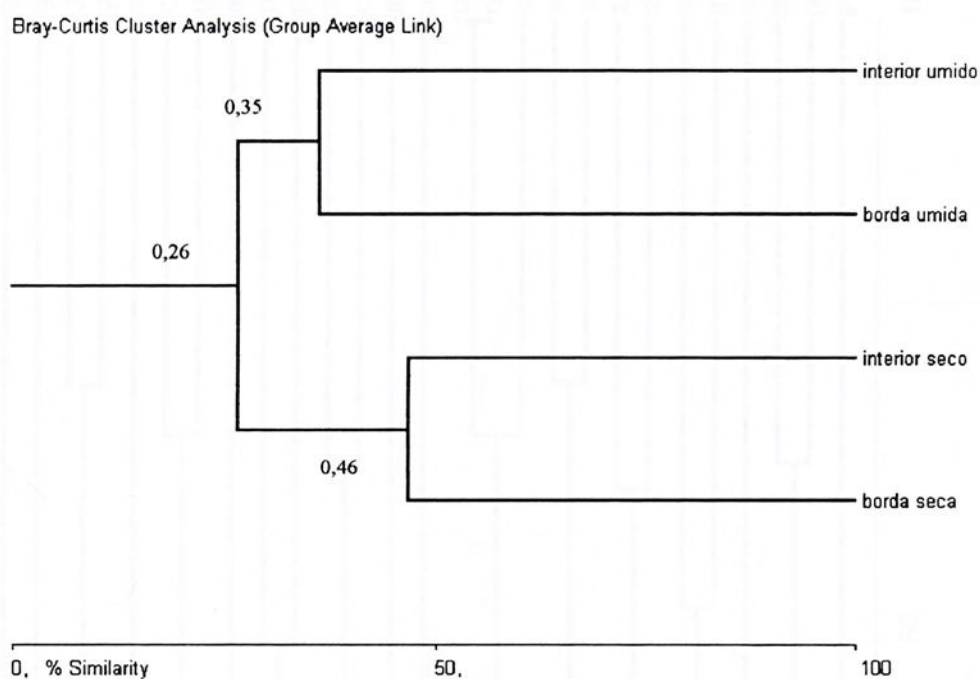


Figura 14 . Similaridade entre as duas áreas estudadas nas estações seca e úmida da E.E. de Paulo de Faria. Índice de Bray-Curtis.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Group Average Link)

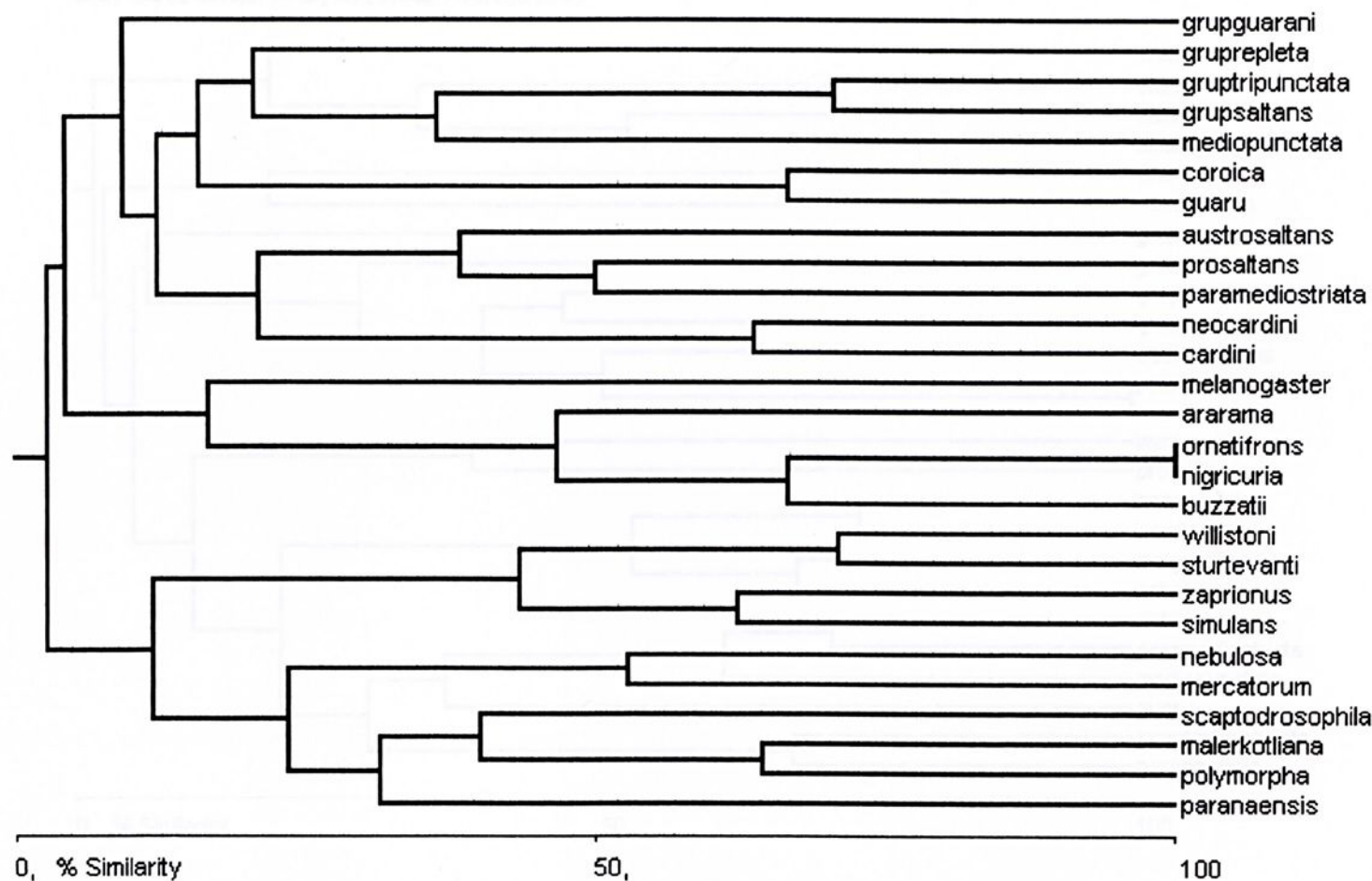
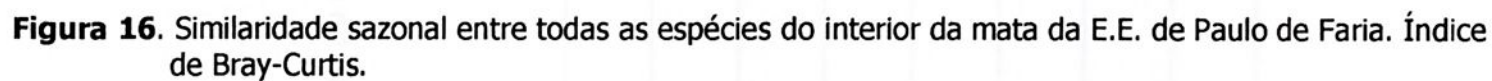


Figura 15 . Similaridade sazonal entre todas as espécies da borda da mata da E.E. de Paulo de Faria. Índice de Bray-Curtis.



Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)

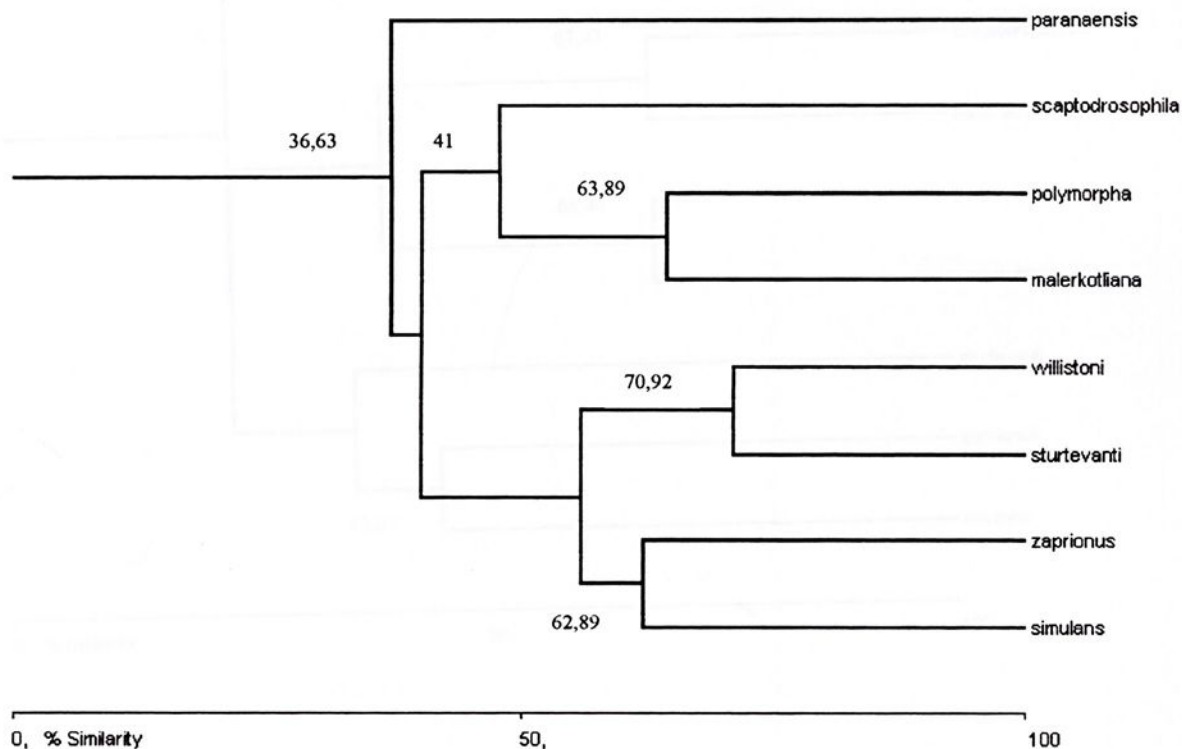


Figura 17. Similaridade entre as espécies mais abundantes da borda da mata da E.E. de Paulo de Faria. Índice de Bray-Curtis.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)

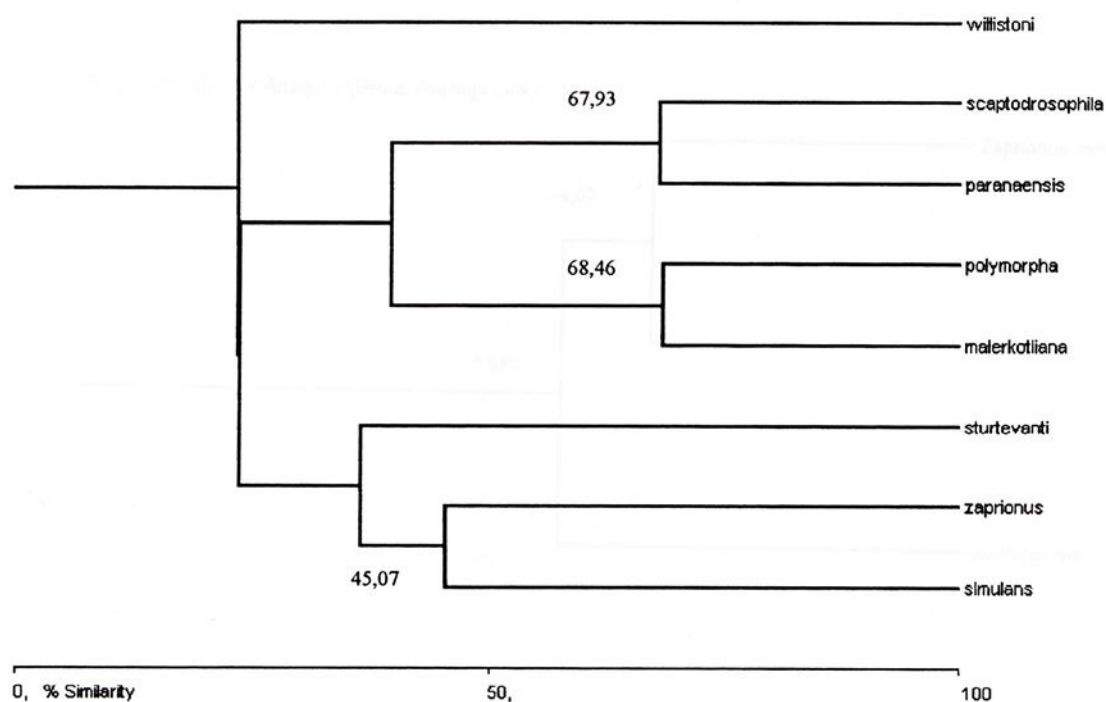


Figura 18. Similaridade entre as espécies mais abundantes do interior da mata da E.E. de Paulo de Faria. Índice de Bray-Curtis.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Group Average Link)

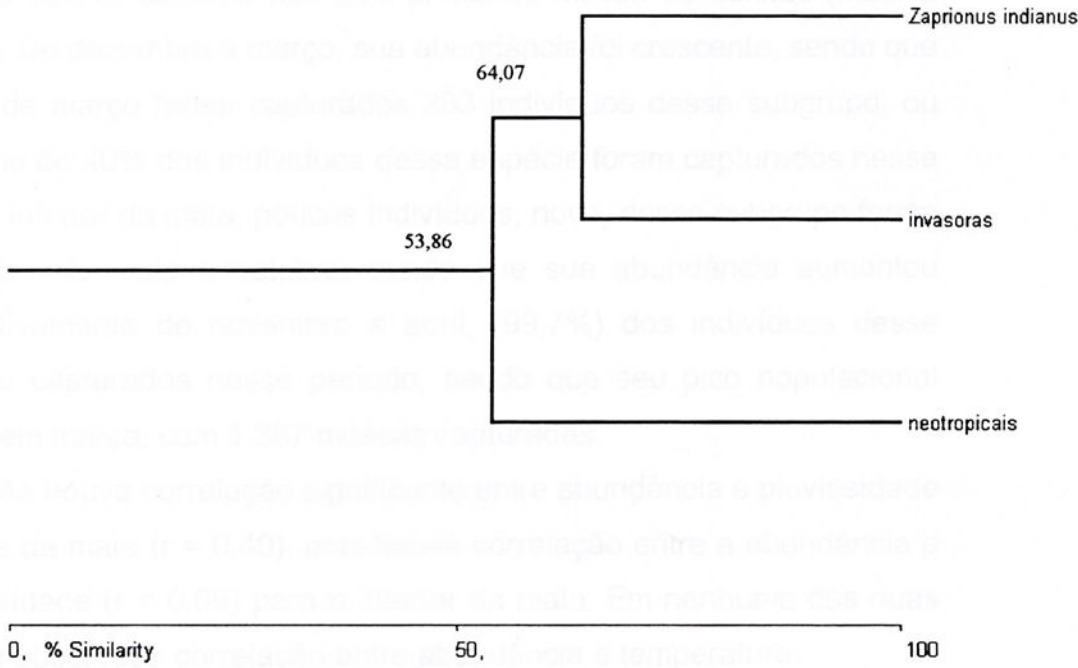


Figura 19. Similaridade entre as espécies neotropicais, invasoras e *Zaprionus indianus* mata da E.E. de Paulo de Faria. Índice de Bray-Curtis.

3.10 Algumas considerações sobre as espécies e os grupos mais abundantes

a. subgrupo *willistoni*

O subgrupo *willistoni* foi relativamente freqüente nas coletas, 50% de freqüência na borda e 75% no interior. Na borda da mata, esse subgrupo esteve ausente nos seis primeiros meses de coletas (maio a outubro). De dezembro a março, sua abundância foi crescente, sendo que no mês de março foram capturados 383 indivíduos desse subgrupo, ou seja, mais de 40% dos indivíduos dessa espécie foram capturados nesse mês. No interior da mata, poucos indivíduos, nove, desse subgrupo foram capturados de maio a outubro, sendo que sua abundância aumentou significativamente de novembro a abril, (99,7%) dos indivíduos desse subgrupo capturados nesse período, sendo que seu pico populacional ocorreu em março, com 1.387 moscas capturadas.

Não houve correlação significativa entre abundância e pluviosidade na borda da mata ($r = 0,40$), mas houve correlação entre a abundância e a pluviosidade ($r = 0,86$) para o interior da mata. Em nenhuma das duas áreas foi observada correlação entre abundância e temperatura.

b. *D. simulans*

Essa espécie foi a mais abundante na borda da mata (38,3%) e apresentou freqüência de 97,1%. Em maio esteve ausente das coletas, e de junho a novembro sua abundância foi crescente, sendo que em dezembro ocorreu seu pico populacional, com 1844 indivíduos capturados. Nos meses subseqüentes, sua abundância voltou a decrescer e em março, o mês com o maior índice pluviométrico, foram capturados 292 indivíduos.

No interior da mata, sua abundância foi considerada intermediária (9,19%) e sua frequência foi de 83,3%. Seu maior pico populacional ocorreu em setembro quando foram capturados 167 indivíduos; no mês de dezembro aconteceu sua segunda maior abundância quando foram capturadas 152 moscas. Esses dois meses apresentaram características bastante diferenciadas quanto à variável climática pluviosidade. O mês de setembro apresentou baixo índice pluviométrico (8 mm) e em dezembro índice pluviométrico foi elevado (206 mm).

Essa espécie não apresentou correlação entre a abundância e pluviosidade e entre a abundância e a temperatura em nenhuma das áreas estudadas.

c. *D.sturtevantii*

Essa espécie foi considerada abundante na borda da mata (17,09%) e freqüente (100,00%). Nos meses de maio a novembro poucos indivíduos (8) foram capturados mensalmente. Entre dezembro e abril foram capturados 97,85% dos indivíduos dessa espécie; janeiro e fevereiro foram os meses em que ocorreu o pico populacional, 366 e 347 indivíduos capturados, respectivamente.

No interior da mata sua abundância também foi considerada alta (11,70%) e sua frequência foi de 91,7%. De maio a novembro, com exceção de junho quando esteve ausente das coletas, poucos indivíduos (39) foram capturados. De dezembro a abril ocorreram as maiores abundâncias, pois 92,53% dos indivíduos dessa espécie foram capturados nesse período. O pico populacional dessa espécie ocorreu em janeiro quando foram capturadas 199 moscas.

D. sturtevantii apresentou correlação positiva significativa entre abundância e a pluviosidade para as duas áreas estudadas, tanto para a na borda da mata ($r = 0,86$) quanto para o interior da mata ($r = 0,72$).

Abundância e temperatura não apresentaram correlação para nenhuma das áreas estudadas.

d. *Zaprionus indianus*

Essa espécie invasora de origem Afrotropical, foi considerada como abundante (20,34%) na borda da mata, com frequência de 91,70%. No mês de maio não apareceu nas coletas e nos meses seguintes de julho a agosto sua abundância foi baixa e irregular; em julho e novembro foram capturados 14 indivíduos e em setembro apenas 2.

Em dezembro houve uma explosão populacional dessa espécie, nesse mês foram capturados 767 indivíduos, em janeiro 160 indivíduos, em fevereiro 20 indivíduos, em março 414 indivíduos e em abril 247 indivíduos foram capturados.

No interior da mata sua abundância foi considerada intermediária (5,47%) e relativamente freqüente (58,30%). Apenas um indivíduo desta espécie foi capturado nos meses de junho a setembro, e três em novembro. Em dezembro ocorreu o pico populacional com 184 moscas capturadas. Nos meses seguintes, nova queda na abundância dessa espécie e em março foram capturados 47 indivíduos.

Houve correlação positiva significativa entre a abundância e precipitação na borda da mata ($r = 0,71$), já no interior da mata não houve correlação. Não houve correlação para nenhuma das áreas entre a abundância e a temperatura.

e. *D. polymorpha*

D. polymorpha foi classificada como espécie de abundância intermediária na borda (2,57%) e também no interior (1,57%) e sua frequência foi de 75,00% na borda e de 66,70% no interior da mata.

Na borda da mata, essa espécie começou a aparecer nas coletas a partir do mês de agosto, mas sempre com uma abundância baixa e irregular. O pico populacional ocorreu no mês de março quando foram capturados 105 indivíduos, exatamente 50,00% das moscas capturadas dessa espécie. No interior da mata essa espécie teve uma ocorrência bastante parecida com a borda da mata, aparecendo nas coletas do mês de agosto, o pico populacional aconteceu em março quando foram capturadas 33 moscas (47,14%).

O teste de correlação de Pearson foi positivo para as duas áreas estudadas, borda ($r = 0,71$) e interior da mata ($r = 0,73$). Também não foi observada correlação entre abundância e temperatura nas duas áreas estudadas.

f. D. malerkotliana

Essa espécie foi considerada como de abundância intermediária na borda da mata (2,90%), no interior da mata foi considerada como espécie rara (0,92%). Sua frequência na borda e no interior da mata foi baixa (33,3%).

Na borda da mata essa espécie começou a aparecer nas coletas apenas a partir do mês de janeiro com abundância crescente até atingir o pico populacional no mês de março quando foram capturados 145 indivíduos. No mês de abril sua abundância caiu para 15 indivíduos. No interior da mata onde foi considerada espécie rara, o pico populacional ocorreu também em março (como ocorreu na borda) quando foram capturadas apenas 27 moscas.

Foi observada correlação positiva significantena área da borda ($r = 0,78$) e no interior da mata ($r = 0,72$). Não houve correlação entre a abundância e a temperatura.

g. Scaptodrosophila latifasciaeformis

Espécie considerada de abundância intermediária na borda da mata (2,42%), no interior foi considerada como espécie rara (0,47%). Sua frequência na borda foi de 58,30% e no interior a frequência foi de 50,00%.

Na borda da mata, nos meses de julho, agosto e setembro foram capturadas apenas 21 moscas (10,60%). Nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, 177 moscas foram capturadas (89,40%). No interior da mata, nos meses de julho, agosto e outubro foram coletadas 15 moscas (71,40%) e nos meses de janeiro, fevereiro e março, foram coletadas 6 moscas (28,80%).

Scaptodrosophila latifasciaeformis não apresentou correlação entre a abundância e as duas variáveis climáticas estudadas: pluviosidade e temperatura.

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

Um dos aspectos mais graves da fragmentação florestal é a queda na biodiversidade. Vários fatores são advindos da fragmentação, tais como os efeitos de borda, o impedimento de taxa de migração entre fragmentos, a diminuição do tamanho populacional efetivo, a perda da variabilidade genética e a invasão de espécies exóticas, tornando-se os principais mecanismos de deteriorização de uma paisagem composta por fragmentos florestais. No entanto, a capacidade dos fragmentos florestais abrigarem uma grande diversidade de organismos durante um determinado tempo após o isolamento torna-os importantes ferramentas na conservação da fauna e da flora regionais, daí a importância de serem preservados (LOVEJOY et al., 1986; KAPOV, 1989; VIANA, 1990; MURCIA, 1995).

A Estação Ecológica de Paulo de Faria constitui o maior e um dos últimos remanescentes de floresta estacional semidecídua do Estado de São Paulo. O presente trabalho faz parte de uma série de estudos realizados nessa área, em um esforço multidisciplinar, para a avaliação e diagnóstico da biodiversidade, com vistas à sua preservação e manejo.

O estudo da biodiversidade de drosofilídeos, sua sazonalidade, as espécies invasoras e o efeito de borda, realizado no presente trabalho, visa contribuir com dados que possam ajudar a conservação dessa área.

Abundância, sazonalidade e fatores climáticos

Foram realizadas 12 coletas, uma por mês, no período de um ano na E.E.P.F., que resultou em 12.642 drosofilídeos capturados, os quais foram distribuídos em 24 espécies mais os subgrupos *saltans* e *willistoni*, e os grupos *guarani*, *repleta* e *tripunctata*.

No estudo realizado por Torres & Madi-Ravazzi (2004b, submetido à publicação) no ano de 2001, nessa mesma área, obteve-se um total de 3.388 moscas do gênero *Drosophila*, distribuídas em 15 espécies, mais o grupo *repleta* e *tripunctata* e dos subgrupos *willistoni* e *saltans*. O número

total de indivíduos capturados por esses autores foi menor do que o capturado no presente trabalho e também foi obtido um número menor de espécies identificadas.

Esses autores utilizaram metodologia diferente da usada no presente trabalho, pois realizaram coletas bimestrais e somente no interior da mata, o que pode ser uma das explicações para as diferenças obtidas nos resultados.

A variação encontrada na abundância e na riqueza das espécies se deve a uma série de fatores que interferem direta ou indiretamente nesses parâmetros. O tipo de armadilha, o horário da coleta, o tempo de fermentação das iscas, a disposição das armadilhas, a luminosidade, a composição da vegetação local, o índice pluviométrico, o nível de perturbação da mata a composição das espécies invasoras que compartilham os recursos, são apenas alguns desses fatores.

Embora as armadilhas abertas sejam um dos tipos mais comuns utilizados para a captura de drosofilídeos (DOZHANSKY; PAVAN, 1950; DA CUNHA, 1957; PAVAN, 1959), a sua eficiência tem sido algumas vezes questionada (DOZHANSKY; PAVAN, 1950; PAVAN, 1959; SENE et al., 1981; CARSON; HEED, 1983; MEDEIROS; KLACZKO, 1999; TORRES; MADI-RAVAZZI, 2004a, MEDEIROS; KLACZKO, 2004).

Medeiros; Klaczko (2004) utilizaram um tipo de armadilha fechada para coletas de drosofilídeos, em três áreas de remanescentes florestais no Estado de São Paulo e detectaram 125 espécies entre os 29.289 machos analisados. Destas, 57,60% foram identificadas ao nível de espécie e, 30 espécies identificadas, ainda não tinham sido relacionadas para o Estado de São Paulo. Estes autores atribuíram à sensibilidade da metodologia utilizada o alto número de espécies encontradas nessas áreas.

Ainda segundo esses autores, algumas espécies respondem a um gradiente ambiental o qual poderá limitar a chance de detectá-las pelas restrições de padronização do método na natureza.

Kratz et al. (1982) realizando experimentos de coletas com armadilhas aéreas (0m, 2m, 4m, 6m e 8m) observaram padrões distintos de diversidade na estrutura e na freqüência espacial em função da altura. Assim, cada uma de seu modo, *D. nebulosa*, *D. polymorpha*, *S. latifasciaeformis* e os grupos *willistoni* e *tripunctata* diminuíram suas freqüências com o aumento da altura. Por outro lado, o grupo *repleta* aumentou sua freqüência com o aumento da altura da isca. O grupo *melanogaster* apresentou um comportamento mais peculiar, somente representado por uma curva de 2º grau, crescendo até um máximo para depois decrescer.

Tidon & Sene (1992) estudaram a distribuição vertical e temporal de *Drosophila* em uma região de mata do Estado de São Paulo e não observaram um padrão de atratividade para os diferentes tipos das séries analisadas. Entretanto, uma análise individual das espécies ou grupo de espécies permitiu reconhecer padrões de distribuição vertical para algumas das espécies (subgrupo *willistoni*, *D. simulans*, *D. malerkotliana*, *D. coroica* e *D. nigricruria*). Um exemplo de padrão observado por estes autores ocorreu entre as espécies *D. simulans* e o subgrupo *willistoni*. Quando as populações dessas espécies aumentou de tamanho, elas se distribuíram de maneira uniforme ao longo dos estratos (0, 2, 6 e 10m). Todavia, quando o tamanho dessas populações foi reduzido, elas eram restritas a determinados estratos: *D. simulans* em estratos superiores (6 e 10m) e as moscas do subgrupo *willistoni* em estratos inferiores (0 e 2m). Esses resultados sugerem que essas espécies ocupam nichos diferentes no tempo e no espaço.

Mais de 80,00% do total das moscas foram coletadas na estação quente e úmida, o que tem sido verificado também em outros estudos na região Neotropical (DOZHANSKY; PAVAN, 1950; PAVAN, 1959; SENE et al., 1981, CARSON; HEED, 1983, LOURENÇO, 1993; TIDON-SKLORZ; SENE, 1995; MEDEIROS; KLACZKO, 1999; URQUIZA, 2002; TORRES; MADI-RAVAZZI, 2004a, b).

A abundância total das espécies foi positivamente correlacionada com a umidade na borda ($r = 0,73$) e no interior da mata ($r = 0,92$), mas não com a temperatura. Analisando separadamente a abundância de cada espécie foi observada correlação entre abundância e a pluviosidade para *D. sturtevantii* (borda e interior), *D. polymorpha* (borda e interior), *subgrupo willistoni* (borda), *D. malerkotliana* (borda e interior) e *Z. indianus* (borda).

D. simulans foi a única espécie do grupo das mais abundantes que não apresentou correlação entre a abundância e a pluviosidade, como tem sido observado por outros autores (SAAVEDRA et. al., 1995; TORRES; MADI-RAVAZZI, 2004a, b).

Watanabe et al. (1984) estudando populações de *D. simulans* do Japão, verificaram que a temperatura poderia estar regulando a expansão da espécie e que verões quentes interromperiam o crescimento da população, enquanto que em verões com temperaturas amenas o crescimento, não seria interrompido e a população continuaria seu crescimento até o final da estação.

No presente trabalho, o crescimento populacional de *D. simulans* coincidiu com o final da estação seca (julho a agosto) e apresentou dois picos populacionais em setembro e dezembro, início e meio da estação úmida.

O aumento da quantidade das chuvas e, conseqüentemente, da umidade relativa influencia diretamente o número de florações e frutificações aumentando também os sítios de oviposição e alimentação para algumas espécies de *Drosophila* interferindo em sua abundância populacional (MOURÃO, 1966).

Os maiores valores de abundância foram obtidos nas coletas de dezembro a março. Os altos valores obtidos se deve principalmente à explosão populacional de algumas espécies como por exemplo, de *D. simulans* que nesse mês corresponde a 50,00% do total de moscas coletadas na área, *Z. indianus* (23,00%) e *D. willistoni* (19,00%). A alta

proporção dessas espécies também foi verificada nos meses subsequentes. *D. sturtevanti* também teve um pico populacional nesses meses contribuindo com sua abundância relativa.

D. simulans tem sido a espécie do subgrupo *melanogaster* coletada em maior frequência e abundância em várias localidades do Estado de São Paulo (DOBZHANSKY; PAVAN, 1950; PAVAN, 1959; MOURÃO, 1966; SENE et al, 1980; VAL; KANESHIRO, 1988; TIDON-SKLORZ; SENE, 1992,1995; LOURENÇO, 1993; SAAVEDRA et al.,1995; URQUIZA, 2002; TORRES; MADI-RAVAZZI, 2004a,b).

No trabalho realizado por Torres; Madi-Ravazzi (2004b), foram coletados 1.102 indivíduos de *D. simulans* no interior da mata e no presente trabalho foram coletados 410. Considerando-se que o esforço amostral do presente trabalho foi maior pelo número de coletas efetuadas, como poder-se-ia explicar essa diferença numérica tendo em vista que essa espécie não parece estar correlacionada com os fatores climáticos discutidos? Para tanto, sugere-se que *D. simulans* possa ser influenciada pela presença de alguma outra espécie, que poderia estar interferindo positivamente na sua abundância. Nesse caso seria a presença de *Z. indianus* na área da borda, que poderia ter agido como uma espécie facilitadora na exploração de recursos e/ou na proteção aos predadores.

Zaprionus indianus é considerada uma das espécies colonizadoras de maior sucesso do gênero (CHASSAGNARD; TSACAS, 1993). Populações dessa espécie utilizam diversos recursos de alimentação e exibem uma adaptação para condições climáticas variáveis (LACHAISE; TSACAS, 1983).

Após o ano de 1999 muitos drosofilistas coletaram *Z. indianus* na América do Sul (VILELA, 1999; TORRES, 2000; MORAES et al., 2000; GONI et al., 2001; TONI et al., 2001; URQUIZA, 2002; TIDON, FERREIRA-LEITE; LEAO, 2003).

A variação sazonal das populações de *Z. indianus* foi correlacionada com a pluviosidade ($r = 0,71$) somente na borda talvez

pela escassez dessa espécie no interior da mata. O pico populacional desta espécie coincide com os meses de maior índice pluviométrico no ano. Isso foi observado também por Tidon; Ferreira-Leite; Leao (2003) que estudaram a fauna do cerrado e de florestas de galerias no Brasil Central nos anos de 1998 e 1999. Esses autores verificaram ainda que a tendência de uma população aumentar em níveis de umidades relativas altas não é observada quando amostras de outras espécies introduzidas são analisadas separadamente.

Torres; Madi-Ravazzi (2004a) coletaram no ano de 1999 também na estação quente e úmida, 152 indivíduos de *Z. indianus* em área de pomar em São José do Rio Preto/SP e 106 em uma mata em Novo Horizonte/SP. Torres; Madi-Ravazzi (2004b) coletaram na E.E. de Paulo de Faria no interior da mata, no ano de 2000, alguns poucos indivíduos.

A sazonalidade das diferentes espécies não é sempre fácil de explicar. Alguns fatores dependentes da densidade populacional podem ser considerados. Interações competitivas têm sido demonstradas sob condições de laboratório em populações do Chile de *D. simulans*, *D. melanogaster*, *D. pavani* e *D. subobscura* (BUDNICK; BRNCIC, 1974, 1983). Para uma outra espécie chilena, *D. flavopilosa* foi observado que o parasitismo por vespas constitui a principal causa da mortalidade na fase de pupa (BRNCIC, 1966).

Se a competição é um custo alto para a espécie por que a formação de agregações intraespecíficas é tão difundida nas comunidades de insetos? Um mecanismo pelo qual a agregação pode fornecer um benefício é que os indivíduos em altas densidades populacionais podem ter um risco diluído dos ataques dos seus inimigos naturais (PARRISH; EDELSTEIN-KESHET, 1999; STEPHENS et al., 1999; HUNTER, 2000), ou podem aproveitar essa densidade e usá-la como um refúgio contra os predadores (HAWKINS, 1994). Assim, o comportamento levando a uma agregação espacial de competidores tem

sido interpretado como estratégias para evitar predadores (KREBS; DAVIES, 1996).

Rohlf; Hoffmeister (2004) analisaram o risco do parasitismo em larvas de *D. subobscura* e verificaram parasitismo dependente da densidade. As larvas que se alimentavam dentro dos tecidos dos frutos tinham menos probabilidade de serem vítimas dos parasitoídes do que aquelas expostas na superfície dos frutos. Isso sugere um efeito de facilitação para larvas que se alimentam em grupo obtendo um refúgio espacial.

Esses autores concluíram que a agregação espacial nas comunidades de *Drosophila* pode em parte ser explicada como uma estratégia para evitar predadores. Portanto, os inimigos naturais atuariam como agentes seletivos na manutenção de padrões espaciais na utilização de recursos nas comunidades de seus hospedeiros.

O subgrupo *willistoni* é muito homogêneo e inclui seis espécies crípticas de difícil identificação (TIDON-SKLORZ; SENE, 1999). Duas delas têm sido coletadas no Estado de São Paulo: *D. willistoni* e *D. paulistorum*. Entretanto, devido ao alto número de moscas obtido para este subgrupo no presente estudo (3.918 moscas), não foi efetuada a identificação em nível de espécie, assim nesse trabalho, refere-se a elas como subgrupo *willistoni*.

Esse foi o grupo dominante no interior da mata e o mais abundante. Seu pico populacional coincidiu com os meses de maiores índices pluviométricos. Todavia, a abundância foi correlacionada positivamente com a pluviosidade somente na borda da mata.

A relação das frutas de palmáceas do gênero *Scyagrus* como um meio nutricional das formas pré-adultas da espécie *D. willistoni* foi bem documentada (DOBZHANSKY; PAVAN, 1950; VALENTE; ARAUJO, 1986; VALENTE; ARAUJO, 1991).

Tomassetto (2003), relacionou a espécie *Scyagrus oleoraceae* na parcela em estudo, o que pode ter contribuído significativamente para a



explosão populacional do subgrupo *willistoni* nessa área. Como ponderado por Valente; ARAUJO (1986) fatores intrínsecos (traços adaptativos individuais) melhor do que fatores extrínsecos (condições climáticas, por exemplo) explicam melhor a variação numérica nas populações em ambientes inconstantes.

Níveis de abundância entre as espécies

No presente trabalho foi observado um grupo pequeno de espécies muito abundantes, um grupo menor com abundância intermediária e um grupo maior constituído de espécies com baixa abundância ou raras.

É comum observar que em comunidades, tanto de animais como de plantas, a maioria dos indivíduos pertence a um pequeno número de espécies abundantes sendo que a maioria das espécies é representada por um pequeno número de indivíduos (HUGHES, 1986). O padrão de umas poucas espécies comuns ou dominantes possuidoras de grande número de indivíduos, é característico da estrutura das comunidades nas latitudes sententrionais e nos trópicos de estações definidas com épocas úmidas e secas (ODUM, 1988).

Na borda da mata, três espécies foram as mais abundantes: *D. simulans* (38,30%), *Z. indianus* (20,34%), *D. sturtevantii* (17,09%) e o subgrupo *willistoni* (11,55%). Essas espécies representam juntas 87,29% do total de indivíduos capturados na borda.

No interior da mata, o subgrupo *willistoni* foi o mais abundante (66,63%) e *D. sturtevantii* contribuiu com 11,70%.

As espécies *D. sturtevantii*, *D. simulans* e *Z. indianus* foram as mais freqüentes na área da borda (100,00 91,00 e 91,00% respectivamente). No interior da mata, *D. sturtevantii* (83,30%) e o subgrupo *willistoni* (75,00%) foram as mais freqüentes. Algumas espécies raras também foram freqüentes na borda e no interior da mata.

Uma alta proporção de um inventário usualmente consiste de espécies raras e muitas espécies são detectadas com base em poucos indivíduos ou mesmo somente um único indivíduo (MAGURRAN, 1988).

No presente estudo, 48,00% das espécies capturadas na borda e 40% das espécies capturadas no interior da mata foram identificadas com base em alguns poucos indivíduos (de 9 até mesmo um único exemplar).

Vários são os determinantes da raridade de uma espécie. Em relação às espécies de drosofilídeos particularmente, podemos considerar: a) a limitação da metodologia empregada; b) o esforço amostral insuficiente; c) tamanho da área amostral; e d) 4 espécies especialistas, limitadas a microambientes.

Assim, algumas espécies podem ser raras em determinados lugares e comuns em outros, devido a esta multiplicidade de interferências e também a exigência de determinadas características ou condições ambientais.

Torres; Madi-Ravazzi (2004b) não amostraram 7 das espécies identificadas no presente trabalho nessa área: *D. buzzatii*, *D. cardini*, *D. guarani*, *D. melanogaster*, *D. neocardini*, *D. nigricuria* e *D. pallidipennis*. Com exceção de *D. cardini* (55 indivíduos) e *D. neocardini* (31 indivíduos) todas as outras espécies foram raras (de 1 a 8 exemplares). Deve ser salientado que as espécies *D. buzzatii*, *D. melanogaster* e *D. nigricuria* foram coletadas somente na borda da Estação, área que estes autores não amostraram. *D. pallidipennis* foi identificada com base em apenas um único exemplar na área do interior. Estes dados somados a diferença da metodologia das coletas empregadas por esses autores e a do presente trabalho, as variações climáticas dos anos de amostragem e a recente invasão de *Z. indianus* nesta área possam explicar em parte a diferença na amostragem.

Vilela; Mori (1999) registraram algumas espécies na Serra do Cipó (Minas Gerais) que não foram detectadas em um inventário prévio da mesma região por Tidon-Sklorz et al., 1994. Estes autores sugerem que

tais espécies podem ter sido omitidas porque elas eram muito semelhantes às espécies mais abundantes.

Tidon-Sklorz; Sene (1999) forneceram uma lista de 93 espécies registradas no estado de São Paulo. Medeiros; Klaczko (2004) aumentaram em 13,00% esse número. Todas as espécies registradas no presente trabalho estão nessa lista, exceto dois exemplares não identificados.

Mudanças na umidade e temperatura quase sempre afetam parâmetros vitais das espécies de *Drosophila* como viabilidade, fertilidade, tempo de desenvolvimento e outros fatores que influenciam a taxa de aumento e sobrevivência da população. Além disso, estes fatores climáticos afetam o fornecimento de recursos, interferindo também quanto às épocas de floração e frutificação de várias espécies vegetais que fornecem os sítios de oviposição e alimentação da comunidade de drosofilídeos (BRNCIC et al., 1985).

Emergência dos drosofilídeos dos frutos coletados

Em estudos prévios (Stranghetti; Taroda-Ranga, 1998; Tomassetto, 2003) foi realizado um levantamento florístico das espécies vasculares da mesma parcela utilizada no presente estudo. As espécies que poderiam ser utilizadas por drosofilídeos como sítios de alimentação e/ou oviposição, foram identificadas e sua posição foi demarcada dentro da parcela. O seu ciclo foi acompanhado durante o período do presente trabalho. Entretanto, muitas dessas espécies não frutificaram nesse período, talvez devido a um grande período de estiagem nesse tempo, e isso prejudicou uma análise mais detalhada por frutos.

As preferências alimentares exibidas por espécies de *Drosophila* não são rígidas. É claro que diferentes frutos atraem diferentes espécies na mesma área. É também verdadeiro, que a mesma espécie de fruto pode ser visitada por uma dada espécie em uma área mas não em outra.

O que causa essa variação na atratividade da mesma espécie de fruto é conjectural. É possível que diferenças nas microfloras dos frutos de mesma espécie possam ser responsáveis pela atratividade diferencial entre as espécies de *Drosophila*. As condições microclimáticas nas quais os frutos estão colocados são outras possíveis fontes de variação (DOBZHANSKY; PAVAN, 1950).

Somente em 40,00% dos frutos coletados na borda e 14,00% dos coletados no interior da mata foi obtida a emergência de drosofilídeos. Emergiram sete espécies desses frutos: *Z. indianus*, *D. nebulosa*, *D. paramediotriata*, *D. sturtevantii*, *D. guaru*, *D. simulans* e *D. polymorpha*, além de espécies do grupo *repleta* e do subgrupo *willistoni*, que não foram identificadas. Dos 1.599 drosofilídeos que emergiram dos frutos, 84,00% foi da espécie *Z. indianus*, seguido por *D. nebulosa* (6,00%) e *D. paramediotriata* (3,00%).

Dentre as sete espécies de frutos coletados, *Annona cacans* foi a que apresentou a maior emergência de drosofilídeos (87,99%), seguido por *Ficus guaranitica* (7,44%) e por *Jacaratiá spinosa* (3,63%). Além disso, verificou-se que o número máximo de espécies que emergiu por fruto foi quatro e algumas espécies emergiram de mais de um fruto e outra somente de um fruto.

A espécie *D. nebulosa* emergiu de três tipos de frutos: *Ficus guaranitica*, *Alibertia macrophylla* e *Annona cacans*. Entretanto, o maior número (63 indivíduos) foi obtido na primeira espécie. O número total de indivíduos de *D. nebulosa* que emergiram dos frutos foi aproximadamente o dobro (98) do obtido por coleta em armadilhas (50).

Emergiram 49 indivíduos da espécie *D. paramediotriata* do fruto *Jacaratiá spinosa* e essa espécie foi coletada em baixo número (25) nas coletas por armadilhas.

Annona cacans, é um fruto com grande quantidade de polpa e foi encontrado principalmente na borda da mata. A maioria dos indivíduos de *Z. indianus* emergiu desse fruto. Embora *Z. indianus* também tenha

explorado outros frutos como *Ficus guaranitica* e *Jacaratia spinosa*, poucos indivíduos emergiram desses últimos, ou seja, 37 e 6 respectivamente. Pode ser que o araticum-cagão, nome popular de *Annona cacans*, seja um dos principais recursos utilizados por tal espécie nessa área. Entretanto, existe a necessidade de mais informações sobre a presença de espécies nessa área que poderiam ser utilizadas como recursos para os drosofilídeos e, assim, obter um número de frutos que possam constituir uma amostra significativa.

Dominância, diversidade, riqueza e similaridade

A análise da dominância nas duas áreas estudadas, borda e interior da mata, mostrou uma situação de dominância para um pequeno número de espécies, um grupo menor de abundância intermediária e o maior grupo constituído por espécies raras e pouco abundantes. A borda é caracterizada por menor relação de dominância entre as espécies do que o interior, cuja dominância de umas poucas espécies é mais acentuada.

As espécies dominantes da borda são principalmente *D. simulans*, *Z. indianus* e *D. sturtevantii*, que possuem hábitos generalistas e são mais adaptadas às condições de estresse ambiental. Já o interior da mata é caracterizado principalmente pela dominância do subgrupo *willistoni*, subgrupo de espécies neotropicais com adaptações bem sucedidas para este tipo de habitat mais estável.

A riqueza entre essas duas áreas foi avaliada pelos métodos não-paramétricos: ACE e Jackknife 1, por evidenciarem uma curva acumulativa de riqueza mais próxima da observada. Esses métodos são aplicáveis a dados com diferentes distribuições de abundâncias.

O método de Jackknife 1 (BURHAM; OVERTON, 1979) estima a riqueza total somando a riqueza observada (o número de espécies coletado) a um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras



e do número de amostras. Nesse método, quando todas as espécies observadas ocorrem em mais de uma amostra, a riqueza estimada é igual à observada, ou seja, o método considera que todas as espécies do ambiente foram coletadas.

O Índice ACE foi desenvolvido por Chão & Lee (1992), baseando-se no conceito estatístico de “cobertura de amostra”, no qual é utilizada a abundância das espécies raras (com poucos indivíduos).

As estimativas obtidas por esses métodos foram semelhantes e muito próximas da estimativa de riqueza observada e a curva obtida parece tender a uma estabilização (figura 8A-C, página 47) indicando que a metodologia utilizada no presente estudo foi adequada para estimar a riqueza da área.

Entretanto, é discutível o fato de que a riqueza pode ter sido subestimada, pelas várias considerações já apresentadas anteriormente, como por exemplo, pelo tipo de armadilha utilizada nas coletas (armadilhas abertas). Esse tipo de armadilha é de visitação e isso pode enviesar a amostragem. Um novo trabalho já em andamento nessa mesma área, coloca em tese dois tipos de armadilhas, uma aberta e uma fechada. A partir dos dados obtidos poder-se-á discutir a eficácia desses dois métodos.

De modo geral a riqueza observada na área da borda foi ligeiramente maior que a riqueza observada para o interior da mata.

Existem inúmeros fatores pelo qual a riqueza de espécies de uma comunidade pode ser influenciada. Primeiro, existem fatores que podem ser referidos como geográficos, como a latitude e a longitude. Segundo Odum (1988), a tendência é o aumento no número de espécies desde o Norte até o Sul do hemisfério Norte. Um segundo grupo de fatores pode ser correlacionado com a produtividade do ambiente (um ambiente com maior variedade de nichos poderia abrigar uma maior variedade de espécies), ou com a variabilidade climática, a idade e a rigidez do ambiente. Um terceiro grupo de fatores se refere aos atributos biológicos,

como as relações de predação, a competição, a densidade populacional, entre outros, que podem ter consequências importantes no número de espécies de uma certa localidade (BEGON et al., 1990).

A diversidade obtida para a área da borda foi maior ($H' = 0,768$) do que a do interior ($H' = 0,550$).

A maior diversidade da borda observada no presente trabalho talvez possa ser explicada pela alta dominância e alta abundância de espécies invasoras (43,64%) e/ou de espécies generalistas e adaptadas a essas condições ambientais altamente variáveis. O estudo realizado por BRNCIC et al. (1985) sugere que a diversidade pode ser uma função da heterogeneidade nas amostras.

A similaridade entre a borda e o interior da mata foi alta pelo índice de Jaccard (0,85) que leva em consideração a presença ou a ausência das espécies e baixa, pelo índice de Bray-Curtis (0,38), que avalia a abundância das espécies.

Como observado foram poucas espécies que ocorreram somente na borda (*D. melanogaster*, *D. buzzatii*, *D. nigricuria* e *D. corioica*) ou no interior da mata (*D. pallidipennis*). A grande diferença nessas duas áreas foi em relação a abundância e a dominância das espécies.

A alta similaridade obtida pelo índice de Bray-Curtis entre a borda úmida e o interior úmido (0,70) e entre borda a seca e o interior seco (0,70) refletem a influência das estações na abundância das espécies, mas não quando se avalia a presença ou a ausência delas pelo índice de Jaccard. Ainda, considera-se como sendo crítico o período seco, para muitas espécies, provavelmente correlacionado com a escassez de recursos.

Efeito de borda, espécies invasoras e bio-indicadoras

Até a presente data não foi obtido junto à literatura, qualquer trabalho que considerasse os parâmetros avaliados no presente estudo, tais como: diversidade, riqueza e sazonalidade de populações de drosofilídeos neotropicais, amostrados em áreas identificadas como borda e interior. Além disso, pouco se conhece sobre os efeitos da fragmentação do habitat nas comunidades de invertebrados (DIDHAM, 1997).

A fragmentação dos ecossistemas rompe o “contínuo ecológico” e pode modificar a estrutura comunitária em função da perturbação, principalmente na periferia (borda) dos remanescentes. As bordas são caracterizadas pela força das interações entre sistemas ecológicos diversos (HOLAND 1988; RISSER 1995; NAIMAN; DECÁMPES, 1997 apud PUTH; WILSON, 2001) e são regiões onde o ritmo ou a magnitude do fluxo ecológico (nutrientes, organismos, matéria, energia) mudam abruptamente em relação ao entorno (WIENS et al.; ALLEN; HOOESKSHA, 1992; NAIMAN; DECÁMPES, 1997 apud PUTH; WILSON, 2001).

A radiação solar recebida na área da borda e no interior é diferente, influenciando diretamente a temperatura e a umidade relativa do ar no local. A variação das condições abióticas, induz uma modificação da ocupação do espaço, formando também um gradiente florístico e fitossociológico, que pode alterar a paisagem original. Algumas estimativas indicam que essas diferenças podem desaparecer após os 50m para o interior da mata. Os efeitos biológicos indiretos relacionam-se às mudanças nas interações interespecíficas, tais como: predação, competição, herbivoria, parasitismo, polinização e dispersão (MURCIA, 1995).

As espécies invasoras representadas principalmente por *D. simulans* e *Z. indianus* foram as mais abundantes na borda (64,00%) do

que no interior da mata (16,00%), onde predominaram as espécies neotropicais, representada principalmente pelo subgrupo *willistoni* (84,00%).

A alta incidência de espécies introduzidas também foi verificada em outros estudos de levantamento de fauna de *Drosophila* (SENE et al., 1981; LOURENÇO, 1993; URQUIZA, 2002; TORRES; MADI-RAVAZZI, 2004a, b). Isto é indicativo do relativo sucesso dessas espécies na fauna brasileira de drosofilídeos.

Do total de 54.683 drosofilídeos capturados por Tidon; Ferreira-Leite; Leao (2003) no Brasil Central (Brasília/DF) no período de 1999 a 2000, cerca de 70,00% foram de espécies introduzidas, dos quais 61,00% pertencentes à espécie *Z. indianus*, coletadas principalmente no cerrado, não sendo significativa sua captura nas áreas de florestas de galerias.

Eventos de colonização são importantes não somente porque eles representam uma oportunidade para estudar evolução, mas também porque eles podem representar um perigo potencial para a estabilidade das comunidades nativas de animais e plantas. Nas últimas décadas, muitos exemplos de moscas colonizadoras na fauna Neotropical têm sido registrados. Por exemplo, *D. malerkotliana* (origem Asiática) foi introduzida com sucesso no Brasil em regiões de vegetação aberta (SENE; VAL, 1977; SENE et al, 1980; VAL; SENE, 1982). No ano de 1980, MARTINS (1989) detectou essa espécie na floresta Amazônica. Desde então, *D. malerkotliana* tem aumentado sua amostragem primeiramente na borda da floresta e, de forma subsequente, no interior da floresta Amazônica, alterando as frequências das espécies nativas e dominantes tais como aquelas do subgrupo *willistoni* (MARTINS, 1996).

Uma situação similar ocorreu com a espécie Paleártica, *D. subobscura*, que colonizou com o sucesso o Chile desde 1978 (BRNCIC; BUDNIK, 1980; BRNCIC et. al., 1981), e depois na América do Norte desde 1982 (AYALA et. al., 1989). No Chile, *D. subobscura*, expandiu rapidamente seu território, ocupando nichos não explorados pelas

espécies endêmicas. Parece que essa espécie tem expandido sua distribuição de Norte ao Sul da América do Sul, como indicado por registros sucessivos durante as últimas duas décadas (BECKENBACH; PREVOSTI, 1986, apud GOÑI et. al., 1998). O aparecimento de novas variantes de diferentes marcadores genéticos (loci enzimáticos, inversões cromossômicas e traços morfométricos) sugere ajustes genômicos ao novo ambiente seguido por efeitos seletivos.

A dominância e a alta abundância de *D. simulans* e de *Z. indianus* na borda da mata e a do subgrupo *willistoni* no interior da mata da Estação Ecológica de Paulo de Faria, nos permite indicar essas espécies como bio-indicadoras dos ambientes onde elas ocorrem com diferentes graus de perturbação ambiental. Esses dados corroboram a proposta efetuada por SAAVEDRA et al. (1995) de que *D. willistoni* pode ser considerada uma espécie bio-indicadora de áreas bem preservadas, enquanto *D. simulans*, parece estar associada a ambientes alterados. Em acréscimo, sugere-se que *Z. indianus* possa também ser considerada como uma espécie bio-indicadora de condições de estresse ambiental, tendo em vista sua freqüência e abundância na borda da mata.

Algumas questões foram levantadas na finalização desse trabalho, que poderão ser avaliadas em futuros estudos:

- Se as populações de *Z. indianus* são fortemente influenciadas pela umidade relativa, o que impede essa espécie de colonizar prontamente o interior da mata, teoricamente mais úmido?
- Quais condições favorecem a abundância e a dominância de *D. simulans* na borda da mata? Seria a facilitação causada por uma outra espécie? Por exemplo, *Z. indianus*?

- Quanto tempo levará para *Z. indianus* colonizar o interior das matas? E o quanto isso poderá interferir nas comunidades de drosofilídeos neotropicais?

Assim reforça-se a importância do monitoramento das populações de *Z. indianus* nos diferentes domínios morfoclimáticos do Brasil no sentido de acompanhar o impacto dessa invasão e sua interferência nas populações das espécies endêmicas.

CONCLUSÕES

Em conclusão, pode-se verificar a seguinte, a partir dos resultados do presente trabalho:

- Das 24 espécies identificadas as mais abundantes nas áreas em estudo foram *Drosophila melanogaster*, *D. obscura*, *D. dentissima* e *Zaprionus*.
- O grupo de espécies com ocorrência comum nas espécies quanto a suas relações ecológicas, tiveram maior ocorrência em áreas com a temperatura e com condições ambientais mais favoráveis.
- O ambiente com as três espécies comuns foi o ambiente B, onde ocorreu a maior diversidade de espécies, com a presença de condições ambientais mais favoráveis, com a presença de espécies com ocorrência comum e com a presença de espécies com ocorrência rara.
- A área de borda apresentou o maior número de espécies (27), de onde foram coletadas as espécies mais comuns e as espécies mais raras, incluindo os grupos e subgrupos.

CONCLUSÕES

- A alta frequência de espécies raras e comuns observadas na Estação Ecológica de Paulo de Faria demonstram que esta área apresenta uma diversidade significativa de espécies de *Drosophila* e que seu ambiente natural ainda se encontra com bom nível de preservação.
- A borda foi caracterizada pela presença de espécies sintrópicas e saprófitas, com a presença de espécies com ocorrência comum e com ocorrência rara, com a presença de espécies com ocorrência comum e com ocorrência rara. Essas espécies são consideradas como espécies de borda.
- A diversidade significativa de espécies comuns nas áreas de borda é indicada pela presença de espécies com ocorrência comum e com ocorrência rara.

Em conclusão, pode-se verificar o seguinte, a partir dos resultados do presente trabalho:

- a) Das 24 espécies identificadas as mais abundantes nas áreas em estudo foram: subgrupo *willistoni*, *Drosophila simulans*, *D. sturtevantii* e *Zaprionus indianus*.
- b) O pico de abundância das espécies ocorreu na estação quente e úmida e algumas delas mostraram correlação positiva com a pluviosidade e nenhuma correlação com a temperatura.
- c) *D. simulans* foi a única espécie incluída entre as mais abundantes que não apresentou correlação positiva com a pluviosidade.
- d) A diversidade, a sazonalidade e a composição das espécies de drosofilídeos diferiram nas áreas da borda e no interior da mata, indicando que estas áreas apresentam estruturas diferentes.
- e) A área da borda apresentou o maior número de espécies (27) do que o interior da mata (25), incluído os grupos e subgrupos.
- f) A riqueza estimada para as duas áreas foi muito próxima da riqueza observada indicando que a metodologia foi adequada.
- g) A alta frequência de espécies raras e nativas observadas na Estação Ecológica de Paulo de Faria demonstra que esta área comporta uma diversidade significativa de espécies de *Drosophila* e que seu ambiente natural ainda se encontra com bom nível de preservação.
- h) A borda foi caracterizada pela presença de espécies sinatrópicas e de ambientes perturbados como *D. simulans*, *Z. indianus*, *D. sturtevantii* e o interior pela presença de uma espécie associada a ambientes bem preservados como o subgrupo *willistoni*. Essas espécies podem ser consideradas bio-indicadoras ambientais.
- i) A abundância significativa de espécies invasoras na área da borda é indicativa de degradação ambiental.

- j) A presença de *Zaprionus indianus* no interior da mata também necessita ser monitorada, pois essa espécie invasora poderá interferir na fauna nativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: FERRI, M.G. (Coord.). *Simpósio sobre o Cerrado*, 3. São Paulo: Edgard Blücher, Edusp, 239 p. 1971.

ANDERSEN, A. N. Insight using ants as bioindicator: multiscale issues in ant community ecology: *Conservation Ecology*, v. 1, p. 8. 1997.

AYALA, F. J.; SERRA, L.; PREVOSTI, A. A great experiment in evolution: the colonization of the Americas by *Drosophila subobscura*. *Genome*, v. 31, p. 246-255, 1989.

BALTANÁS, A. On the use of some methods for the estimation of species richness. *Oikos* v. 65, p. 484-492, 1992.

BARCHA, S.F.; ARID, F.M. Estudo da evapotranspiração na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. *Rev. Ciências – Rev. Faculdade de Ciências e Letras de Votuporanga*, Votuporanga—SP, n. 1, p.99-122, 1971.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. *Ecology*. 2.ed. Boston: Blackwell Scientific, 1990, 945p.

BIZZO, N. M.V.; SENE, F. M. Studies on the natural populations of *Drosophila* from Peruíbe (SP), Brazil (Diptera, drosophilidae). *Rev. Brasil. Biol.*, v. 42, n. 3 p. 539-544, 1982.

BOWMAN, D.M.J.S. Biodiversity: much more than biological inventory. *Biodiversity Lett.*, v.163. (1993).

BRASIL. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1960. Boletim n. 12, 634 p

BRNCIC, D. Ecological and cytogenetic studies of *Drosophila flavopilosa*, a neotropical species living in *Cestrum* flowers. *Evolution*. v. 20, p. 16-29. 1966.

BRNCIC, D. J. A note on the flavopilosa group of species of *Drosophila* in Rio Grande do Sul, Brazil (Diptera: Drosophilidae) with the description of two new species. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 38, p. 647-651, 1978.

BRNCIC, D.; BUDNIK, M. Colonization of *Drosophila subobscura* Collin in Chile. *Drosop. Inf. Serv.*, USA., v. 55, p. 20. 1980.



BRNCIC, D.; PREVOSTI, A.; BUDNIK, M.; MONCLUS, M.; OCAÑA, J. Colonization *Drosophila subobscura* in Chile I. First population and cytogenetic studies. *Genetica*. v. 56, p.3-9, 1981.

BRNCIC, D.; BUDNIK, M.; GUÑES, R. An analysis of a Drophilidae community in Central Chile during a three years period. *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch*, v. 23, p. 90-100, 1985.

BRNCIC, M.; VALENTE, V. L. S. Dinâmica das comunidades de *Drosophilas* que se estabelecem em frutos silvestres no Rio Grande do Sul. *Ciênc.Cult.* v. 30, p.1104-1112. 1978.

BOWMAN, D. M. J. S., Biodiversity: much more than inventory. *Biodiv. Lett.* I., 163 p., 1988.

BROWN, K. S. J. Conservation of Neotropical environments: insects as indicator. In: COLLINS, N. M.; THOMAS, J. A. (Eds). *The conservation of insects and their habitats*. Royal Entomological Society Symposium XV, London, Academic Press, 1991. p.349-404.

BROWN Jr. K. S. The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems. In: HIROWATARI, S. A. A. T.; ISHII M.; BROWER, L. P. (eds). *Decline and conservation of butterflies in Japan III*. Osaka: Lepidopterological Society of Japan/Nippon Life Insurance Foundation. 1996a. p.128-149.

BROWN Jr. K. S. 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. 1996b. p.45-62.

BROWN Jr. K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. (Eds). *Indicadores ambientais*. Sorocaba: PUCC/Shell. Brasil, 1997a. p.143-155.

BROWN, Jr. K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicator for conservation monitoring. *Journal of Insects Conservation* I v.1, p.25-42, 1997b.

BUDNIK, M.; BRNCIC, M. Preadult competition between *Drosophila pavan* and *D. melanogaster*, *D. simulans* and *D. willistoni*. *Ecology*. v. 55, p. 657-661. 1974.

BUDNIK, M; BRNCIC, M. Preadult competition between colonizing populations of *Drosophila subobscura* and established populations of *Drosophila simulans* in Chile. *Oncologia*, Berlin, v. 58, p.137-140, 1983.

BURHAM, K. P. & OVERTON, W. S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*. v. 60, p.927-936, 1979.

CARSON, H. L.; HEED, W. B. Methods of collecting *Drosophila*. In: ASHBURNER, M.; CARSON, H. L. ; J. N. THOMPSON (eds.) The Genetics and biology of *Drosophila*. London, Academic Press, 3d, p. 1-28, 1983.

CHASSAGNARD, M. Th. & TSACAS, L. Le sous-genre *Zaprionus* s. str. Définition de groupes d'espèces et révision du-sous-groupe *vittiger* (Diptera, Drosophilidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr* (N.S.) v.29, n.2, p.173-194, 1993.

CHAO, A. & LEE, S. M. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of American Statistical Association*. v. 87, p. 210-217, 1992.

CHAO, A.; MA, M. C. & YANG, M. C. K. Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. *Biométrica*. v. 80, p.193-201, 1993.

di CASTRI, F. History of biological invasions with emphasis on the Old World In: *Biological invasion: a global perspective* (Eds. J. DRAKE; F. di CASTRI; R. CROVES; F. KRAGER; H. A. MOONEY; M. REJMANCK and M. WILLIAMSON) New York. Wiley, 2000, p.1-30.

DA CUNHA, A. B. Contribuição ao estudo da adaptação das populações de *Drosophila* (Díptera) a diferentes levedos. *Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. São Paulo* (220), Biol. Geral, v. 10, p. 1-56, 1957.

DIDHAM, R. R. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation. In: WATT, A. D.; STORK, N. E.; HUNTER, M. D. (Eds.) *Forest and insets*. London, Chapman and Hall, 1997, p. 301-318.

DOBZHANSKY, Th. & PAVAN C. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. *Journal Animal Ecology*, v. 19, p. 1-14, 1950.

EITEN, G. *A vegetação do Estado de São Paulo*. Boletim n. 7. São Paulo: Instituto de Botânica, 1970, 147 p.

EHRlich, P. R. The loss of diversity. in WILSON E. O. *Biodiversity*. National Academy Press. p. 21-27, 1988.

FAVILA, M. E. & HALFFTER, G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoologica Mexicana*, v. 72, p.1-25, 1997.

FOOTE, D.; CARSON, H. L. *Drosophila* as monitor of change in Hawaiian ecosystems. Our living resources. *National Biological Service*. p. 1-9. Disponível em: <<http://biology.usgs.gov/s+t/noframe/t233.htm>> Acesso em 08/10/2004.

FREIRE-MAIA, N. & PAVAN, C. Introdução ao estudo de *Drosophila*. *Cultus*, 1 (5). 1950.

GONI, B.; MARTINEZ, M. E.; VALENTE, V. L. S.; VILELA, C. R. preliminary data on the drosophila species (Diptera, Drosophilidae) from Uruguay. *Revta. Bras. Ent.*, v. 42 (n.3/4), p.131-140, 1998.

GONI, B.; FRESIA, P., CALVINO, M.; FERREIRO, M.J. VALENTE, V. L. S.; BASSO DA SILVA, L. First record of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970, (Diptera, Drosophilidae) in southern localities of Uruguay, South America. *Drosophila Information Service*, .v. 84, p.61-63, 2001.

GRASSLE, J.F.; PATIL G.P.; SMITH, W.; TAILLIE, C. (Eds.). *Ecological diversity in theory and practice*. International Co-operative Publishing House, Fairland: 1979.

HALFFTER, G.; FAVILA, M. E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera): an animal group for analysing, inventoryng and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biological International* v.27, p. 15-21, 1993.

HANSON, H. C. *Dictionary of ecology*. Washington D. C.: Philosophical Library, 1962. 382 p.

HAWKINS, B. A. *Pattern and process in host-parasitoid interactions*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

HELLMANN, J. J. & FOWLER, G. W. Bias, precision, and accuracy of four measures of species richness. *Ecological Applications*. v.9, p. 823-834, 1999.

HUGHES, R. G. Theories and models of species abundance. *American Naturalist*, v. 128, p. 879-899. 1986.

HUNTER, A. F. Gregariousness and repellent defences in the survival of phytophagous insects. *Oikos*. v. 91, p. 213-224, 2000.

HURLBERT, S. H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, p. 577-586, 1971.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 123 p.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status patches in the Brazilian Amazon. *J. Trop. Ecol.*, v. 5, p. 173-185, 1989.

KANESHIRO, K. Y. A study of the relationships of Hawaiian *Drosophila* species based on external male genitalia. *Univ. Texas Pub.*; v. 6918, p. 55-70, 1969.

KLINKA, K.; KRAJINA, V. J.; CESLTA, A.; SCAGEL, A. M. *Indicator plants of coastal British Columbia*. Vancouver: University of British Columbia, 1989.

KÖPPEN, W. *Climatologia*. México: Fundo de Cultura Econômica, 1948.

KRATZ, F. L.; PINTO, L. G.; BRANDÃO, D.; FARIA, L. G. Altura de vôo e o padrão de distribuição espacial em *Drosophila*. *Ciência e Cultura*, v. 32, n. 2, p. 203-209, 1982.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row, 1989. 652p.

KREBS J.R.; DAVIES, N.B.; *Introduction to behavioural ecology*. Oxford, Blackwell, 1996.

KREMEN, C. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* v. 2, p. 203-217, 1992.

KREMEN, C.; COLWELL, R. K.; ERWIN, T.L.; MURPHY, NOSS, D. D.; R. F.; SANJAYAN, M. A. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*. v. 7, p. 796-808. 1993.

LACHAISE, D.; TSACAS, L., Breeding-sites in tropical African drosophilids. In: ASHBURNER, M.; H.L. CARSON; J. N. THOMPSON, Jr. (Eds.) *The genetics and biology of Drosophila*. v.34. 3ed. London, Academic, 1983. p. 221-332

LEE, S. M. & CHAO, A. Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics*. v. 50, p.88-97, 1994.

LESSELS, C. M. Parasitoid foraging: should parasitism be density dependent? *J. Anim. Ecol.* v. 54, p. 27-41, 1985.



LINDENMAYER, D.; MARGULES, C. R.; BOTKIN D. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology*. v. 14, p. 941-950, 2000.

LONGINO, J. T. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. *Biological International*, v. 28, p.3-13, 1994.

LORENZI, H.; *Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, v.2, 3.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

LOURENÇO, M. F. *Abundância e diversidade em populações naturais de Drosophila (Diptera, Drosophilidae) do bosque municipal de São José do Rio Preto*. São José do Rio Preto, 1993. 167 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Biológicas) – IBILCE – UNESP.

LOVEJOY, T. E. et al., Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULÉ, M. E. *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sunderland. Sinauer. 1986, p. 257-85.

MAGALHÃES, L. E. Notes on taxonomy, morphology, and Distribution of the Saltans Group of *Drosophila*, with Descriptions of Four New Species. *Univ. Texas Pub.*, v. 6205, p. 135-54, 1962.

MAGALHÃES, L. E.; BJÖRNBERG A J. S. Estudo da genitália masculina de *Drosophila* do grupo *Saltans* (Diptera). *Rev. Brás. Biol.*, v. 17, n. 4, p. 435-450., 1957.

MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. London: Croom Helm. London, 1988.

MARTINS, M. B. Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Acta Amazônica*, v. 19, p. 265-271, 1989.

MARTINS, M. B. *Drosófilas e outros insetos associados a frutos de Parahancornia amapa dispersos sobre o solo da floresta*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 203 p. 1996.

MEDEIROS, H. F. & KLACZO, L. B. A weakly biased *Drosophila* trap. *Drosophila Information Service*. v. 82, p. 100-102. 1999.

MEDEIROS, H. F.; KLACZKO L. B. *Biota Neotropica* v.4 (n.1), 2004. Disponível em <<http://www.bioneotropica.org.br/v4n1/pt/abstract?article+BN01604012004>> acesso em 17/09/2004.



MILLEDGE, D. R.; PALMER, C. L.; NELSON, J. L. "Barometers of cchange": the distribution of large owis and gliders in Moutain Ash forests of the Victorian central highlands and their potential as management indicators. In: D. LUNNEY, (Ed.). *Conservation of Australia's forest fauna*. Sydney: Royal Zoological Society Of New south Wales, Sydney. 1991. p. 55-65.

MILLS, L. M.; SOULÉ, M. E.; DOAK, D. F. The keystone species concept in ecology and conservation. *BioScience*. v. 43 p.219-224, 1993.

MORAES, E. M.; MATEUS, R.; SENE, F. M. Occurrence and fluctuation in population size of a recently introduced *Drosophilidae* species in Brazil. Abstract Book – XXI International Congress of Entomology, p. 271, 2000.

MOURÃO, C. A. *Estudos ecológicos e taxonômicos em populações naturais do gênero Drosophila Fällén (1823) que habitam duas matas no município de Mirassol - S.P.* São José do Rio Preto, 1966. 105 p. Tese (Doutorado em Genética) – F. F. C. L., USP.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *T. Ecol. Evol.*, v. 10, p. 58-62, 1995.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 432 p.

OTA (US Congress Office of Technology Assessment) *Technologies to maintain biological diversity*. Washington DC: US Government Printing Office (1,2), 1987.

PALMER, M. W. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* v. 71, p. 1195-1198., 1990.

PARSONS, P. A. Biodiversity conservation under global climatic change: the insect *Drosophila* as a biological indicator?. *Global Ecology and Biogeography Letters*, v. 1 p. 77-83. 1991.

PARRISH, J.K.; EDELSTEIN-KESHET, L. Complexity, pattern, and evolutionary trade-offs in animal aggregation. *Science* v. 284, p. 99-101. 1999.

PAVAN, C. Relações entre as populações de *Drosophila* e o meio ambiente. *Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. São Paulo* (221), Biol. Geral, v. 11, p. 1-81, 1959.

PEARSON, D. L. & CASSOLA, F. Word-wide species richness patterns for tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology* v. 6, p. 376-391. 1992.



PÍNOLA, T.; AMARAL, O.; PENARIOL, L.; GRANZOTO, A.; MADI-RAVAZZI, L. Diversidade e sazonalidade de Drosophilídeos capturados por armadilhas abertas e frutos em regiões de matas e pomares da região Noroeste do Estado de São Paulo. In: *49º Congresso Brasileiro de Genética*. Águas de Lindóia, SP. 2003.

PUTH, L. M. & WILSON, K. A. Boundaries and corridors as a continuum of a ecological fown control: lessons from rivers and streams. *Conservation Biology*, v. 15, p. 21-30, 2001.

ROHLFS, M.; HOFFMEISTER, T.S. An evolutionary explanation of the aggregation model of species coexistence. *Proc R Soc Lond B [Suppl]*, v. 270 p.33-35, 2003.

ROSENZWEIG, M. L. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press. Cambridge. 1995.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 503p.

RODRIGUES-TRELLES, F.; RODRIGUES, M. A.; SCHEINER, S. M. Tracking the genetic effects of global warming: *Drosophila* and other model systemms. *Conservation Ecology* {on line} v. 2. Disponível em: < <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art2>>. Acesso em 14/10/2004.

RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: Aspectos sociológicos e florísticos*. São Paulo: EDUSP e HUCITEC. 1963. 374 p. v.2.

SAAVEDRA, C. C. R.; CALLEGARI-JACQUES, S. M. ; NAPP M.; VALENTE; V. L. S. A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. *Zool. System. Evol. Research J.* v.33, p. 62-74, 1995.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: *Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre*. CULLEN Jr., L.; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs.) p. 19-42. Curitiba: UFPR, 2004.

SÃO PAULO. *Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2000. 64 p.

SAUNDERS D. A. A; HOBBS R. J.; MARGULES C. R. *Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A review*. v. 5, p.18-32, 1991.

SENE, F. M.; VAL, F.C. Ocorrência de *Drosophila malerkotiliana* Parshad & Paika 1963 na América do Sul. *Ciência e cultura* ,v. 29, p. 716, 1977.

SENE, F. M.; VAL, F.C.; VILELA, C. A.; PEREIRA, M. A. C. R Preliminary data the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domins of Brazil.. *Papéis Avulsos de Zoologia.*, São Paulo, v.33, p. 315-326, 1980.

SENE, F. M.; PEREIRA, M. A Q. R.; VILELA, C. R.; BIZZO, N.M. V. Influence of different ways to set baits on collection of *Drosophila* flies in three natural environments. *Drosophila Information Service* , v. 56, p.118-21, 1981.

SHEPHERD, G. J. *Fitopac 1*. Manual do usuário.Campinas: Edunicamp, 1995.

SPASSKY, B. Morphological differences between sibling species of *Drosophila*. *Univ. Texas Pub.* v. 5721, p. 48-61, 1957.

SPERLLERBERG, I. F. *Monitoring ecological change*. 2 ed. Cambridge: Cambridge University, 1994.

STEIN, C. P.; TEIXEIRA, E. P.; NOVO, J. P. S. *Mosca-do-figo-Zaprionus indianus*. Disponível em <<http://www.url.cenfit/artigos/zaprionus>> acesso em 12/08/2002.

STHEPHENS, P. A.; SUTHERLAND, W. J.; FRECKLETON, R. P. What is the Aleee effect? *Oikos*. v. 87, p. 185-190, 1999.

STORER, T.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C. & NIBAKEN, J.W. *Zoologia geral*. 7. ed. Companhia Editora Nacional, 2000. 816p.

STRANGHETTI, V. *Levantamento florístico das espécies vasculares de uma floresta estacional do norte de São Paulo, Estação Ecológica de Paulo de Faria*. 1996. 164 f. Tese (Doutorado Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

STRANGHETTI, V.; TARODA-RANGA, N. Levantamento florístico das espécies vasculares da floresta estacional mesófila semidecídua da Estação Ecológica de Paulo de Faria – SP. *Rev. Bras. Bot.* v. 21, n. 3, p. 289-98, 1998.

TERBORGH, J. Keystone plant resources in the tropical forest. In M. E. SOUTLÉ, (ed.) *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sunderland, Sinauer, 1986. p.330-344.

TIDON, R.; FERREIRA-LEITE D.; LEAO, B. F. D. Impact of the colonisation of *Zaprionus* (Díptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. *Biological Conservation* v.112, p. 299-305, 2003.

TIDON-SKLORZ, R.; SENE, F. M. Vertical and temporal distribution of *Drosophila*

(Diptera, Drosophilidae) species in a vertical area in the state of São Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Biol.*, v. 52, p. 311-317, 1992.

TIDON-SKLORZ, R.; VILELA, C. R.; SENE, F. M. & PEREIRA, M. A. Q. R. The genus *Drosophila* in the Serra do Cipó. *Rev. Bras. Ent.*, v. 39, (n. 3/4) p. 627-637, 1994.

TIDON-SKLORZ, R.; SENE, F. M.; Fauna of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Northern Area of the "Cadeia do Espinhaço", States of Minas Gerais and Bahia, Brazil: Biogeographical and Ecological Aspects. *Ilheringia, Sér. Zool.* (Porto Alegre), v. 78, p. 85-94, 1995.

TIDON-SKLORZ, R.; SENE, F. M. *Drosophila*. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO E. M. (eds). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Invertebrados terrestres*. São Paulo: FAPESP, 1999.

TIDON-SKLORZ, R.; VILELA, C. R.; SENE, F. M.; PEREIRA, M. A. Q. R. The genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the serra do Cipó, state of Minas Gerais, Brazil. *Revta. Bras. Ent.* v. 38, p. 627-37, 1994.

TSACAS, L. L'identité de *Zaprionus vittiger* Coquillett en révision des espèces afrotropicales affines. *Bull. Soc. Entomol. France* v. 85 p. 141-154, 1980.

TOMASSETTO, F. *Componente arbóreo de um trecho de floresta estacional semidecidual na estação Ecológica de Paulo de Faria/SP*. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

TONI, D. C.; HOFMANN, R. P. Preliminary taxonomic of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) at Morro da Lagoa da Conceição; Santa Catarina Island: Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, v. 55 p. 347-50, 1995.

TONI, D. C.; HOFMANN, P. R.; VALENTE, V. L. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the State of Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, v. 14, p. 71-85. 2001.

TORRES, F. R. *Diversidade, abundância e variação temporal de espécies de Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) em duas matas da região noroeste do Estado de São Paulo. São José do Rio Preto, 2000, 126p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – IBILCE, UNESP.



TORRES, F. R. & MADI-RAVAZZI, L. Seasonal variation populational of *Drosophila* in two woodland areas in the state of São Paulo. Submetido à *Biological Conservation*, 2004a.

TORRES, F. R. & MADI-RAVAZZI, L. Fauna of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in three woods in northwest region of the São Paulo state. Submetido à *Revista Brasileira de Biologia*, 2004b.

TROPPEMAIR, H. *A cobertura vegetal primitiva do Estado de São Paulo: biogeografia*. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1969. 11 p.

URQUIZA, S. P. *Levantamento da fauna de Drosophilidae na reserva de Cerrado Pé de Gigante: influência dos métodos de amostragem*. Ribeirão Preto, 2002. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área Biologia Comparada) – FFCLRP – USP.

VAL, F. C.; VILELA, C. R.; MARQUES, M. D. Drosophilidae of Neotropical Region. In: Ashburner, M.; Carson, H. L.; Thomson, J. N.: *The Genetics and Biology of Drosophila*, v. 3a, p. 123-68, 1981.

VAL, F. C.; SENE, F. M A newly introduced *Drosophila* species in Brazil (Diptera, Drosophilidae). *Paps. Avuls. Zool*, v. 33, p. 293-298, 1982.

VAL, F. C. & KANESHIRO, K. Y. *Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica de Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution*. In: VANZOLINI, P. E.; HEYER, W. R. (eds.), *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Pattern*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 1988.

VALENTE, V. L. S.; ARAÚJO, A. M Chromosomal polymorphism, climatic factors, and variation in population size of *Drosophila willistoni* in Southern Brazil. *Heredity*. v. 47, p. 149-159, 1986a.

VALENTE, V. L. S.; ARAÚJO, A. M. Comments on breeding sites of *Drosophila willistoni* Sturtevant (Diptera, Drosophilidae). *Rev. Bras Ent.* v. 30, p. 281-286, 1986b.

VALENTE, V. L. S.; ARAÚJO, A. M. Ecological aspects of *Drosophila* species in two contrasting environments in Southern Brazil (Diptera, Drosophilidae). *Rev. Bras. Ent.* v. 35, p. 237-253, 1991.

Van der LINDLE, K. & SEVENSTER, J. G. *Drosophila* diversity over a disturbance gradient. *Proceedings Experimental and Applied Entomology*. v. 13, p. 51-56, 2002.

VERMEIJ G. J. An Agenda for Invasion Biology. *Biological Conservation*, v. 78, p. 3-9, 1996.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Brasília: IBGE – Dep. Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

VILELA, C. R.. A revision of de *Drosophila repleta* espécies group (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 27, p.114.1983.

VILELA, C. R. Breeding sites of Neotropical Drosophilidae (Diptera). III. Rotting infructescences of *Philodendron bipinnatifidum* (Araceae). *Revta. Bras. Entomol.*, v. 45, p. 339-344, 2001.

VILELA, C. R.; MORI, L. The genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Serra do Cipó: further notes. *Revta. Bras. Ent.*, v. 43, (n. 3/4), p. 319-28, 1999.

VILELA, C. R.; TEIXEIRA, E. P.; STEIN, C. P. Mosca-Africana-do-Figo, *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). In: VILELA, E.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. *Pragas Introduzidas no Brasil*. Holos editora, 173 p. 2001, p. 48-52.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. In VI Congresso Florestal Brasileiro. Sociedade Brasileira de Silvicultura e Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais. Campos do Jordão, SP. 155p. 1990.

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J.L. & MELILLO, J. M. Human domination of Earth's ecosystem. *Science*. v. 277, p. 449-499, 1997.

WALTHER, B. A.; COTGREAVE, P.; PRICE, R. D.; GREGORY, R. D. & CLAYTON, D. H. Sampling effort and parasite species richness. *Parasitology today* v. 11, p. 306-310, 1995.

WALTHER, B. A.; MORAND, S. Comparative performance of species richness estimation methods. *Parasitology*, v.116, p. 395-405, 1998.

WATANABE, T. K.; INOUE, Y.; WATADA, M. Adaptation of *Drosophila simulans* in Japan. *Jpn. J. Genet.* v. 59, p. 225-235, 1984.

WHEELER, M. R. *Additions to the catalog of the world's Drosophilidae*. In: ASHBURNER, M.; CARSON, H. L.; THOMPSON, J.N. (Eds). The genetics and biology of *Drosophila*. London, Academic Press, v. 3e. 1986, p. 395-409.



WILSON, M. V. & SHMIDA, A. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*. v.72, p. 1055-1064. 1984.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*, 4th. Ed. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1999.

APENDICE



Descrição das árvores frutíferas da Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP (LÔRENZI, 2002).

Uma das várias espécies de árvores nativas presentes na Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP destaca-se por ser pequena árvore de espóreo com folhas pequenas, que provavelmente serve como comida e local de oviposição para as *Orbivora*.

Família ANNONACEAE

Amelastylis sp.

Nome popular: Amelastylis.

Planta decídua, herbácea, pequena, caracterizada por folhas plásticas, brilhantes. Ocorre porém, de maneira bastante esporádica, na floresta latifolia secundária. É encontrada logo na floresta primária densa, logo nas formações abaciais.

APÊNDICE

Família CARICACEAE

Carica papaya (L.) DC.

Nome popular: Jambolão, mamão.

Planta decídua, herbácea, perene, caracterizada por folhas largas e brilhantes, com flores brancas. Ocorre com frequência nos matos e em formações secundárias em áreas próximas da estação, sendo é particularmente abundante na floresta secundária da base da Faria. O fruto amadurece com o tempo de 30 dias a 1 mês.

Família MORACEAE

Ficus guianensis (L.) DC. Ex. Lindl. & Vahl.

Nome popular: Figueira.



Descrição das árvores frutíferas da Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP (LORENZI, 2000).

Entre as várias espécies de árvores frutíferas presentes na Estação Ecológica de Paulo de Faria/SP, destaca-se um pequeno número de espécies com frutos polpudos, que provavelmente serviriam como comida e local de oviposição para os drosofilídeos.

Família **ANNONACEAE**

Annona cacans Warm

Nome popular: Araticum-cagão

Planta decídua, heliófita, pioneira, característica de floresta pluvial atlântica. Ocorre, porém, de maneira também esparsa, na floresta latifoliada semidecídua. É encontrada tanto na floresta primária densa, como nas formações abertas e secundárias. Não produz abundante frutificação todos os anos. Os frutos amadurecem durante os meses de janeiro a março.

Família **CARICACEAE**

Jacaratia spinosa (Aubi) DC.

Nome popular: jaracatiá, mamão-do-mato.

Planta decídua, heliófita, pioneira, característica de solos férteis e planícies aluviais da floresta pluvial. Ocorre tanto no interior das matas e em formações secundárias em estágios adiantados da sucessão vegetal. É particularmente freqüente na floresta semidecídua da bacia da Paraná. Os frutos amadurecem nos meses de janeiro a março.

Família **MORACEAE**

Ficus guaranitica Chod. Ex. Chod. & Veisn

Nome popular: Figueira



Planta perinifólia, heliófita, característica da floresta semidecídua. Ocorre preferencialmente em terrenos profundos e férteis, sendo considerada padrão de terra boa. Pode ser encontrada tanto no interior da floresta primária densa como em formações secundárias. A maturação dos frutos é verificada nos meses de dezembro a janeiro.

Família RUBIACEAE

Alibertia macrophylla K. Schum.

Nome popular: marmelo

Planta perinifólia, ciófito até heliófita, seletiva, higrófito, secundária, característica e exclusiva das formações ciliares de cerrados e campos cerrados. Sua frequência é ocasional a média e sua dispersão geralmente um tanto descontínuo. Ocorre predominantemente em formações primárias e secundárias de várzeas úmidas ou de beira de córregos e rios onde o solo é argiloso e de boa fertilidade. Os frutos amadurecem de novembro a dezembro.

Família RHAMNACEAE

Rhamnidium elacocarpum

Planta decídua, heliófita e seletivo higrófito, encontrada preferencialmente em terrenos pedregosos de solos férteis das florestas semidecíduas, rara em floresta primária sombria, ocorrendo de maneira mais expressiva em formações abertas e capoeiras.

A Estação Ecológica do Paulo de Paula constitui o maior e um dos últimos remanescentes de floresta estacional semidecidual do Estado de São Paulo. O presente trabalho faz parte de uma série de estudos realizados nesta área, em um esforço multidisciplinar para avaliar a conservação e a biodiversidade, com ênfase à sua preservação e manejo.

O estudo de biodiversidade foi realizado em outubro de 2003, com o objetivo de avaliar a diversidade de borboletas e a sua distribuição espacial, visando contribuir para a conservação e o manejo da área.

No período de maio de 2003 a abril de 2004, foram realizadas 12 coletas mensais. Foram coletados 12.542 espécimes, 8.180 na borda e 4.362 no interior da mata. Foram coletados 22 espécies de *Drosophila*, além de *Scaptomyza*, *Chironomus* e *Zaprionus*. Os resultados mostram que a diversidade é maior na borda da mata, com a presença de espécies exclusivas e a maior abundância de indivíduos.

RESUMO

O estudo de biodiversidade foi realizado em outubro de 2003, com o objetivo de avaliar a diversidade de borboletas e a sua distribuição espacial, visando contribuir para a conservação e o manejo da área. No período de maio de 2003 a abril de 2004, foram realizadas 12 coletas mensais. Foram coletados 12.542 espécimes, 8.180 na borda e 4.362 no interior da mata. Foram coletados 22 espécies de *Drosophila*, além de *Scaptomyza*, *Chironomus* e *Zaprionus*. Os resultados mostram que a diversidade é maior na borda da mata, com a presença de espécies exclusivas e a maior abundância de indivíduos.

No bordo da mata, foram coletados 8.180 espécimes, sendo que 3.300 (40,34%) foram de *Drosophila*, 2.000 (24,45%) de *Zaprionus*, 1.000 (12,22%) de *Scaptomyza* e 1.880 (23,00%) de *Chironomus*. No interior da mata, foram coletados 4.362 espécimes, sendo que 1.500 (34,39%) foram de *Drosophila*, 1.000 (22,92%) de *Zaprionus*, 1.000 (22,92%) de *Scaptomyza* e 862 (19,77%) de *Chironomus*.

No interior da mata, foram coletados 4.362 espécimes, sendo que 1.500 (34,39%) foram de *Drosophila*, 1.000 (22,92%) de *Zaprionus*, 1.000 (22,92%) de *Scaptomyza* e 862 (19,77%) de *Chironomus*.

No período de maio de 2003 a abril de 2004, foram realizadas 12 coletas mensais. Foram coletados 12.542 espécimes, 8.180 na borda e 4.362 no interior da mata. Foram coletados 22 espécies de *Drosophila*, além de *Scaptomyza*, *Chironomus* e *Zaprionus*.

A Estação Ecológica de Paulo de Faria constitui o maior e um dos últimos remanescentes de floresta estacional semidecídua do Estado de São Paulo. O presente trabalho faz parte de uma série de estudos realizados nessa área, em um esforço multidisciplinar para a avaliação e o diagnóstico da biodiversidade, com vistas à sua preservação e manejo.

O estudo da biodiversidade de drosofilídeos, sua sazonalidade, as espécies invasoras e o efeito de borda, realizado no presente trabalho, visa contribuir com dados que possam ajudar a conservação dessa área.

No período de maio de 2003 a abril de 2004 foram realizadas 12 coletas, uma por mês. Foram coletados 12.642 drosofilídeos, 8.180 na borda e 4.462 no interior da mata, distribuídos em 24 espécies, 22 delas de *Drosophila*, além de *Scaptodrosophila latifasciaeformis* e *Zaprionus indianus* mais os subgrupos *saltans* e *willistoni*, e os grupos *guarani*, *repleta* e *tripunctata*.

A abundância total das espécies foi positivamente correlacionada com a umidade na borda ($r = 0,73$) e no interior da mata ($r = 0,92$), mas não com a temperatura. Analisando separadamente a abundância de cada espécie foi observada correlação entre a abundância e a pluviosidade para *D. sturtevantii* (borda e interior), *D. polymorpha* (borda e interior), subgrupo *willistoni* (borda), *D. malerkotliana* (borda e interior) e *Zaprionus indianus* (borda). *D. simulans* foi a única espécie do grupo das mais abundantes que não apresentou correlação entre a abundância e a pluviosidade.

Na borda da mata, três espécies foram as mais abundantes: *D. simulans* (38,30%), *Z. indianus* (20,34%), *D. sturtevantii* (17,09%) e o subgrupo *willistoni* (11,55%). Essas espécies representam 87,29% do total de indivíduos capturados na borda.

No interior da mata, o subgrupo *willistoni* foi o mais abundante (66,63%) e *D. sturtevantii* contribuiu com 11,70%.

No presente estudo, 48,00% das espécies capturadas na borda e 40,00% das espécies capturadas no interior da mata foram identificadas

com base em alguns poucos indivíduos (de 9 até mesmo um único exemplar).

Somente em 40,00% dos frutos coletados na borda e 14,00% dos coletados no interior da mata obtivemos a emergência de drosofilídeos. Emergiram desses frutos sete espécies: *Z. indianus*, *D. nebulosa*, *D. paramediotriata*, *D. sturtevantii*, *D. guaru*, *D. simulans* e *D. polymorpha*, mais espécies do grupo *repleta* e do subgrupo *willistoni*, que não foram identificadas. Dos 1.599 drosofilídeos que emergiram dos frutos, 84,00% foi da espécie *Z. indianus*, seguido por *D. nebulosa* (6,00%) e *D. paramediotriata* (3,00%).

Dentre as sete espécies de frutos coletados, *Annona cacans* foi a que apresentou a maior porcentagem de drosofilídeos (87,99%), seguido por *Ficus guaranitica* (7,44%) e por *Jacarata spinosa* (3,63%).

A espécie *D. nebulosa* emergiu de três tipos de frutos: *Ficus guaranitica*, *Alibertia macrophylla* e *Annona cacans*, mas o maior número (63 indivíduos) foi obtido na primeira espécie. O número total (98) de indivíduos de *D. nebulosa* que emergiram dos frutos foi quase o dobro do que o obtido por coleta em armadilhas (50).

Emergiram 49 indivíduos da espécie *D. paramediotriata* do fruto *Jacaratia spinosa*, e essa espécie de díptero foi coletada em baixo número (25) nas coletas por armadilhas.

Annona cacans, é um fruto com grande quantidade de polpa e foi encontrado principalmente na borda da mata. A maioria dos indivíduos de *Z. indianus* emergiu desse fruto. Embora *Z. indianus* também tenha explorado outros frutos como *Ficus guaranitica* e *Jacaratia spinosa*, poucos indivíduos emergiram desses frutos, 37 e 6 respectivamente. Pode ser que o araticum-cagão, nome popular de *Annona cacans*, seja um dos principais recursos utilizados por essa espécie nessa área. Entretanto, torna-se necessária mais informações sobre a presença de espécies que poderia efetivamente ser utilizadas como recursos para os

drosofilídeos na área de estudo e, assim obter-se um número de frutos que possa constituir uma amostra significativa.

A riqueza entre as duas áreas estudadas foi avaliada pelos métodos não-paramétricos: ACE e Jackknife 1, por evidenciarem uma curva acumulativa de riqueza mais próxima da observada.

As estimativas obtidas por esses métodos foram semelhantes e muito próximas da estimativa de riqueza observada e a curva parece tender a uma estabilização indicando que a metodologia utilizada no presente estudo foi adequada para estimar a riqueza da área.

De modo geral a riqueza observada na área da borda foi ligeiramente maior que a riqueza observada para o interior da mata.

A diversidade obtida para a área da borda foi maior ($H' = 0,76$) do que a do interior ($H' = 0,55$).

A maior diversidade da borda observada talvez possa ser explicada pela alta dominância e abundância de espécies invasoras (43,64%) e/ou de espécies generalistas e adaptadas a essas condições ambientais altamente variáveis.

A similaridade entre a borda e o interior da mata foi alta pelo índice de Jaccard (0,85), que leva em consideração a presença ou a ausência das espécies e baixa pelo índice de Bray-Curtis (0,38), que avalia a abundância das espécies.

Como observado, foram poucas espécies que ocorreram somente na borda (*D. melanogaster*, *D. buzzatii*, *D. nigricuria* e *D. corioica*) ou no interior da mata (*D. pallidipennis*). A grande diferença nessas duas áreas foi em relação à abundância e à dominância das espécies.

As espécies invasoras representadas principalmente por *D. simulans* e *Z. indianus*, foram mais abundantes na borda (64,00%) do que no interior da mata (16,00%), onde predominou as espécies neotropicais, representadas principalmente pelo subgrupo *willistoni* (84,00%).

A dominância e a alta abundância de *D. simulans* e *Z. indianus* na borda da mata e a do subgrupo *willistoni* no interior da mata da Estação Ecológica de Paulo de Faria, permite indicar essas espécies como bio-indicadoras das condições ambientais onde elas ocorrem. Tais dados corroboram resultados anteriores de que *D. willistoni* pode ser considerada uma espécie bio-indicadora de áreas bem preservadas, enquanto *D. simulans*, parece estar associada com ambientes alterados. Em acréscimo, sugere-se que *Z. indianus* também possa ser considerada uma espécie bio-indicadora de condições de estresse ambiental, tendo em vista sua elevada frequência e abundância na borda da mata.

Algumas questões foram levantadas na finalização desse trabalho, que poderão ser avaliadas em futuros estudos:

- Se as populações de *Z. indianus* são fortemente influenciadas pela umidade relativa, o que impede essa espécie de colonizar prontamente o interior da mata, teoricamente mais úmido?
- Quais condições favorecem a abundância e a dominância de *D. simulans* na borda da mata? Seria a facilitação causada por uma outra espécie? Por exemplo, *Z. indianus*?
- Quanto tempo levará para *Z. indianus* colonizar o interior das matas? E o quanto isso poderá interferir nas comunidades de drosofilídeos neotropicais?

Assim reforça-se a importância do monitoramento das populações de *Z. indianus* nos diferentes domínios morfoclimáticos do Brasil no sentido de acompanhar o impacto dessa invasão e sua interferência nas populações das espécies endêmicas.

The ecological station of Paulo de Faria located in the south-eastern region of Brazil, specifically the north of state of São Paulo, presents one of the remnants of the type of forest once covered the entire state of São Paulo. The forest is composed of a series of fragments separated by areas of agricultural use. The fragments are small and isolated, and the forest is composed of a series of fragments separated by areas of agricultural use.

The objective of this study is to analyze the seasonal variation in the abundance of the species of the genus *Drosophila* in the ecological station of Paulo de Faria, in the north of the state of São Paulo.

The study was conducted from March 2003 to April 2004. In total, 12,452 specimens of *Drosophila* were captured, belonging to 14 species, 4 of which were new to the region. The species were grouped into 14 species, 4 of which were new to the region.

The abundance of the species was correlated positively with the abundance of the species of the genus *Drosophila*.

SUMMARY

The objective of this study is to analyze the seasonal variation in the abundance of the species of the genus *Drosophila* in the ecological station of Paulo de Faria, in the north of the state of São Paulo. The study was conducted from March 2003 to April 2004. In total, 12,452 specimens of *Drosophila* were captured, belonging to 14 species, 4 of which were new to the region. The species were grouped into 14 species, 4 of which were new to the region.

The most abundant species were *D. obscura* (20.34%), *D. melanogaster* (17.05%), and the species of the genus *Drosophila* (11.55%). These species represent 87.29% of the total abundance of the species of the genus *Drosophila*.

The species of the genus *Drosophila* were the most abundant, representing 11.70% of the total abundance of the species of the genus *Drosophila*.

The species of the genus *Drosophila* were the most abundant, representing 11.70% of the total abundance of the species of the genus *Drosophila*.

The ecological station of Paulo de Faria located in the southeastern region of Brazil, specifically the north of state of São Paulo, consists one the few remanants of the type of forest that once covered the interior of the state. The present work is part of a series of studies carried out at area, in a multidisciplinary effort, for the evaluation and diagnosis of the biodiversity, with views its preservation and management.

The study of the biodiversity of drosophilids, its seasonality, the invaders species and the edge effect, was carried out at present work, in order to contribute with data that can help the conservation of this area.

Collections were made one a month between May of 2003 and April of 2004. Were captured 12.642 drosophilids, 8.180 in the border and 4.462 inside the woods, distributed in 24 species more the *saltans* and *willistoni* subgroups, and the *guarani*, *repleta* and *tripunctata* groups.

The total abundance of the species was correlated positively with the rainfall in the border ($r = 0.73$) and inside the forest ($r = 0.92$), but not with the temperature. Analyzing the abundance of each species separately correlation was observed between abundance and the rainfall for *D. sturtevantii* (border and interior), *D. polymorpha* (border and interior), *willistoni* subgroup (border), *D. malerkotliana* (border and interior) and *Zaprionus indianus* (border). *D. simulans* was the only species included in the group of the most abundant that didn't present correlation between the abundance and the rainfall.

In the border of the woods, three species were the most abundant: *D. simulans* (38.%), *Z. indianus* (20.34%), *D. sturtevantii* (17.09%) and the *willistoni* subgroup (11.55%). These species represent 87.29% of the individuals' total captured in the border.

Inside the woods, the *willistoni* subgroup was the most abundant (66.63%) and *D. sturtevantii* contributed with 11.70%.

In the present study, 48.00% of the species captured in the border and 40.00% of the species captured inside the forest were identified with basis in some few individuals (1- 9).

Only in 40.00% of the fruits collected in the border and 14.00% of the collected inside the forest we obtained emergency of drosophilids. Emerged of these fruits seven species: *Z. indianus*, *D. nebulosa*, *D. paramediotriata*, *D. sturtevantii*, *D. guaru*, *D. simulans* and *D. polymorpha*, and species of the *repleta* group and of the *willistoni* subgroup. Of the 1.599 drosophilids that emerged of the fruits, 84.00% went of to species *Z. indianus*, proceeded by *D. nebulosa* (6.00%) and *D. paramediotriata* (3.00%).

Among the seven species of fruits collected, *Annona cacans* presented to largest percentage of the drosophilids (87,99%), proceeded by *Ficus guaranitica* (7.44%) and for *Jacaratiá spinosa* (3.63%).

The *D. nebulosa* emerged of three species of fruits: *Ficus guaranitica*, *Alibertia macrophylla* and *Annona cacans*, but the largest number (63 individuals) was obtained in the first species. The total number (98) of individuals of *D. nebulosa* that emerged of the fruits was the double than obtained by collection in traps (50).

Forty nine individuals of the species *D. paramediotriata* emerged of the fruit *Jacaratiá spinosa*, this species was collected in low number (25) in the collections by traps.

Annona cacans, is a fruit with great amount of pulp and it was found mainly in the border of the woods. Most of the individuals of *Z. indianus* emerged of this fruit. Although *Z. indianus* has also explored other fruits as *Ficus guaranitica* and *Jacaratiá spinosa*, few individuals emerged of these fruits, 37 and six respectively. It can be that the araticum-cagão, popular name of *Annona cacans*, be one of the main resources used by this species in this area. However, we needed more information on the presence of species that indeed could be used as resources for the drosophilids in this area and obtain a number of fruits that can constitute a significant sample.

The richness among these two areas was evaluated by the non-parametric methods: ACE and Jackknife 1.



The richness estimates obtained by these methods were similar and very close of the estimate observed richness, and the curve seems to tend a stabilization indicating that the methodology used in the present study was appropriate to estimation of richness this area.

In general the richness observed in the border went lightly larger than to observed for the interior of the woods.

The diversity obtained for the border area was larger ($H' = 0.76$) than of the interior area ($H' = 0.55$).

The largest diversity of the border observed perhaps can be explained by the high dominance and abundance of invaders species (43.64%) generalist species adapted to these environmental conditions highly variables.

The similarity between the border and interior of the woods was high for Jaccard' index (0.85), that take in consideration presence or absence of the species, and lowers for Bray-Curtis' index (0.38), which evaluates the abundance of the species.

Few species were exclusive of the border area: *D. melanogaster*, *D. buzzatii*, *D. nigricuria* and *D. coroica* and *D. pallidipennis* was the only species exclusive of the interior area. The great difference in these two areas went in relation to abundance and dominance of the species.

The invaders species represented mainly by *D. simulans* and *Z. indianus*, went more abundant in to border area (64.00%) than inside the woods (16.00%), where it prevailed the neotropical species, represented mainly by the *willistoni* subgroup (84.00%).

The dominance and high abundance of *D. simulans* and *Z. indianus* in the border area and the dominance and high abundance of *willistoni* subgroup in the inside the woods of the ecological station of Paulo de Faria, allows to indicate its as a biological indicator of the environmental conditions where this species occur. These data corroborate previous data that *D. willistoni* can be considered a biological indicator of areas well preserved, while *D. simulans*, seems associated with disturb areas. In

addition, we suggested that *Z. indianus* a biological indicator of environmental under stress conditions due the frequency and high abundance this species in the border area.

Some questions for future studies:

- If the populations of *Z. indianus* are influenced strongly by rainfall, what does prevent this species of colonizing the interior of the woods theoretically more humid?
- Which conditions favor the abundance and dominance of *D. simulans* in the border of the woods? Would be the facilitation caused by another species? For example, *Z. indianus*?
- How long will it take for *Z. indianus* to colonize completely the interior of the woods? and how much this can interfere in the communities of neotropical drosophilids?

This work reinforced like this the importance of the monitoring of the populations of *Z. indianus* in the different morphoclimatic domains of Brazil in order to accompanying the impact of this species and its interference in the populations of the endemic species.



Autorizo a reprodução deste trabalho
São José do Rio Preto, 28/10/2004

Osvaldo do Amaral

