



JONAS DA SILVA DÖGE

Variação temporal e espacial e influência do desflorestamento e do efeito de borda em assembléias de drosofilídeos de uma área de Mata Atlântica em Santa Catarina, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Biodiversidade

Orientadores:

Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia da Silva Valente Gaiesty

Prof. Dr. Paulo Roberto Petersen Hofmann

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2006

VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL E INFLUÊNCIA DO DESFLORESTAMENTO
E DO EFEITO DE BORDA EM ASSEMBLÉIAS DE DROSOFILÍDEOS DE UMA
ÁREA DE MATA ATLÂNTICA EM SANTA CATARINA, BRASIL

JONAS DA SILVA DÖGE

Aprovada em / /2006

Professora Dra. Rosana Tidon

Professor Dr. Louis Bernard Klaczko

Professor Dr. Milton de Souza Mendonça Jr

às pessoas que mais amo, meu pai Aldo, minha mãe Marli, minha
irmã Fabiane, meu sobrinho Lucas e meu amor Sabrina, por me
apoiar em toda esta caminhada, por acreditar em mim e me
confortar nos momentos tristes e difíceis

AGRADECIMENTOS

Sou muito grato a todas as pessoas que de alguma forma participaram e me ajudaram nesta difícil caminhada:

- em primeiro lugar, quero agradecer a Sabrina (meu amor), a meus pais (Marli e Aldo), a minha irmã (Fabiane) e a meu sobrinho (Lucas) pelo apoio e amor que sempre tiveram comigo. Estas são aquelas pessoas que me fazem sorrir mesmo quando tudo dá errado. Faltam palavras para exprimir tudo que sinto por elas e quão importantes são pra mim... Amo vocês. Sabrina, obrigado por dividir sua vida comigo e por deixar eu dividir a minha com você, isso me torna melhor e mais feliz.
- em segundo lugar, quero agradecer novamente a essas pessoas pois foram fundamentais para a execução deste trabalho:
 - o minha irmã e meus pais ajudaram muitas vezes a organizar os materiais necessários à coleta, o que eu não poderia fazer por morar em outra cidade.
 - o meu pai, que já não é novo, vem me ajudando no trabalho de campo há cinco anos (e dezenas de coletas), uma parte deste trabalho é dele.
 - o minha Sabrina sempre que pôde me ajudou até tarde da madrugada nas triagens iniciais das coletas, uma das partes mais estressantes e cansativas do trabalho, e me ajudou com suas opiniões e conhecimentos de taxonomia, ecologia, escrita e seminários.
- minha orientadora Vera Valente por ter me recebido tão bem, confiar na minha capacidade, me estimular e permitir que eu desenvolvesse este trabalho sob sua orientação sem desconsiderar minha experiência.
- meu co-orientador, Paulo Hofmann, que me ensinou muito sobre ciência e se tornou um grande amigo.
- um dos melhores amigos que se pode ter, Marco Gottschalk, que sempre esteve disposto a ajudar e com quem pude discutir muitas coisas, além de ser um grande parceiro de trabalho.
- Hermes Schmitz que também deu importantes contribuições.
- Prof. Milton Mendonça Jr. por discutir sobre meus dados e auxiliar em parte da análise.

- Lizandra Robe, que foi sempre disponível e pacientemente me ensinou análises que ajudaram na interpretação dos resultados e que me serão úteis daqui pra frente.
- Francisca Carolina do Val e Carlos Lamas por me receberem, e muito bem, no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, onde pude consultar a rica coleção de Diptera.
- ao pessoal do laboratório de Floripa Luís, Bruna, Priscila, Dani, Marcos, Jú Júnior e Hugo que sempre me receberam bem e pelas agradáveis festas e encontros.
- ao pessoal de Porto Alegre Liz, Ana, Adri, Marícia, Mônica, Maríndia, Cláudia, Juli, Grazia, Marco, Ronaldo e Fabiano que me receberam muito bem neste laboratório e também aqueles com quem não tive tanto contato Luís, Adriana Ludwig e Rosane. As festinhas do lab foram sempre muito legais.
- Mônica, Marco, João e Hanae por terem ajudado muito na chegada em Porto Alegre e, juntamente com Hermes e Juli, pelas confraternizações agradáveis que tivemos.
- Geórgia por sua amizade, simpatia e eficiência na secretaria do PPG-BAN.
- Professoras Carla. P. Ozório e Paula Araújo por permitirem a realização da atividade didática em disciplina sob sua responsabilidade e me ajudarem neste processo.
- Prof. Daniel Falkenberg pela identificação das espécies vegetais presentes nos sublocais de estudo e caracterização destes.
- UNIVILLE, em especial a Alessandro Barbosa, pelo fornecimento dos dados de umidade relativa do ar e temperatura utilizados neste trabalho.
- CELESC, em especial a Arnaldo Naspolini, pela permissão para a realização das coletas em área administrada por esta empresa.
- Sr. Raulino Prochnow, responsável pela usina presente na área de estudo, que sempre me recebeu bem e foi muito prestativo ao fornecer os dados de pluviosidade utilizados neste trabalho.
- Sr. Vilmar e Sra. Rosita e também Sr. Levino por permitirem acesso em suas propriedades, facilitando a realização das coletas.
- CAPES pela concessão da Bolsa de Mestrado e CAPES, CNPq e PROPESQ-UFRGS pelo financiamento da pesquisa.

A todos, muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	4
---------------------	---

CAPÍTULO I

Introdução	7
1. O estudo de comunidades	7
2. Estudos de assembléia e a ação antrópica	8
3. Modelos biológicos	10
4. Ecologia dos drosofilídeos	11
5. Estudos ecológicos com drosofilídeos no Brasil	12
6. Drosofilídeos na Mata Atlântica	14
7. Referências Bibliográficas	17

CAPÍTULO II

Drosofilídeos (Diptera) de uma área de Mata Atlântica no norte de Santa Catarina, Brasil	26
Resumo	28
1. Introdução	29
2. Material e Métodos	30
3. Resultados	32
4. Discussão	33
5. Literatura Citada	40
6. Normas para publicação na revista Neotropical Entomology	55

CAPÍTULO III

Efeito da variação espacial e temporal sobre assembléias de drosofilídeos (Diptera) em uma região de Mata Atlântica no sul do Brasil	60
Resumo	61
1. Introdução	62
2. Material e Métodos	63
3. Resultados	66
3.1. Flutuações espaciais e temporais das populações	66
3.2. Influência dos fatores climáticos sobre as populações	67
3.2.1. Temperatura	67
3.2.2. Umidade	68
3.2.3. Pluviosidade	69
3.3. Variação espacial e temporal na composição de espécies das assembléias	70
3.4. A distribuição das abundâncias das espécies nos pontos estudados	71
3.5. Influência da sazonalidade e da variação espacial sobre parâmetros de diversidade alfa das assembléias	72
4. Discussão	74
5. Referências Bibliográficas	86
6. Normas para publicação na revista Biological Journal of the Linnean Society	109

CAPÍTULO IV

O impacto do desflorestamento e do efeito de borda sobre a distribuição de espécies de drosofilídeos (Diptera) e suas assembléias em uma região Mata Atlântica no sul do Brasil	118
Resumo	119
1. Introdução	120
2. Material e Métodos	121
3. Resultados	122
3.1. Distribuição das espécies	122
3.2. Composição de espécies das assembléias	125
3.3. Parâmetros ecológicos	130
4. Discussão	131
5. Conclusão	138
6. Referências Bibliográficas	140
7. Normas para publicação na revista Conservation Biology	154

CAPÍTULO V

Discussão	169
Considerações Finais	176
Referências Bibliográficas	177
ANEXO I. Trabalhos consultados para a identificação dos espécims coletados	182

RESUMO

Foram realizadas coletas em três áreas de Mata Atlântica bem preservada no sul do Brasil para a avaliação do efeito da sazonalidade e da variação espacial, assim como da influência do desflorestamento e do efeito de borda sobre as populações e assembléias de drosofilídeos. A maioria das espécies analisadas apresentou flutuações bem definidas e cíclicas ao longo do tempo (o que refletiu na riqueza, dominância e diversidade de espécies e no número total de indivíduos capturados) mas apenas poucas apresentaram abundâncias significativamente distintas entre pontos de mata fitogeograficamente similares. Entretanto, quando consideradas áreas desflorestadas ou sob influência destas, a maioria das espécies exibiu uma seleção de hábitat. Esta seletividade foi refletida na composição de espécies das assembléias, que exibiu diferenças importantes entre a área desflorestada, o limite de fragmento florestal, a borda florestal e o interior da mata, e também no número total de indivíduos capturados e na riqueza de espécies. Contudo, parâmetros influenciados diretamente pela distribuição das abundâncias das espécies (diversidade e dominância) não diferiram entre tais ambientes. Estes resultados sugerem que tanto a heterogeneidade temporal quanto a espacial são importantes promotoras e mantenedoras da diversidade e oferecem subsídios para o planejamento de políticas de preservação, como a implantação de unidades de conservação e de corredores ecológicos. Além disso, neste estudo foram observadas 145 espécies (125 do gênero *Drosophila*, 13 de *Zygothrica*, duas de *Diathoneura* e uma de *Amiota*, *Cladochaeta*, *Neotanygastrella*, *Scaptodrosophila* e *Zaprionus*, sendo 60 delas ainda não descritas), o que representa uma das maiores riquezas já observadas em estudos com drosofilídeos no Brasil. Dentre as espécies descritas, 24 não haviam sido registradas em Santa Catarina sendo que 19 destas ainda não haviam sido

registradas no sul do Brasil e duas na América do Sul. Este estudo estende para 105 o número de espécies de drosofilídeos registrado em Santa Catarina.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. O estudo de comunidades

Estudos sobre as comunidades buscam descrever, de uma maneira simplificada, sistemas complexos e circunstâncias que se repetem. O reconhecimento de padrões nestes níveis organizacionais permite a sugestão de hipóteses sobre a ecologia e a evolução dos grupos (BEGON et al. 1990). Segundo ROUGHGARDEN & DIAMOND (1986), há muitas definições de comunidade. A mais inclusiva delas congrega todos os organismos que vivem juntos em uma determinada área. Este conceito, porém, é normalmente restringido, seja por critérios temporais, espaciais, tróficos ou taxonômicos, sendo então utilizado o termo *assembléia*.

Muitas propriedades das *assembléias*, como a abundância relativa das espécies que as compõem, a distribuição de espécies no espaço e as relações entre diferentes níveis de diversidade, têm sido consideradas para caracterizar sua estrutura (DE TONI 2002). Uma de suas propriedades mais fundamentais é sua composição de espécies. O levantamento das espécies existentes nos permite descrever a *assembléia* e compará-la com outra em função da riqueza de espécies (BEGON et al. 1990), parâmetro que tem sido decisivo na atual política conservacionista.

Já a complexidade – uma função do número de interconexões entre os elementos estabelecidos como, por exemplo, o número de espécies que interagem no ambiente – e a diversidade observadas em campo têm sido utilizadas para prever a estabilidade, considerando as condições ambientais que as influenciam (KIKKAWA & ANDERSON 1989).

Segundo MAGURRAN (1988), a diversidade específica de uma comunidade está entre os parâmetros mais importantes para determinação de seus elementos estruturais. Este parâmetro pode indicar vários aspectos ecológicos, pois as espécies de um mesmo local estão expostas às mesmas condições físicas, compartilhando assim as mesmas características adaptativas (DIAMOND & CASE 1986). Isto permite, inclusive, utilizar a diversidade específica como bioindicadora de alterações ocorridas em ambientes de mata, assim como em outros ambientes (MARTINS 1995). Desta forma, os esquemas de classificação de *assembléias* devem fundamentar-se nas correlações entre formas de vida e condições ambientais (DIAMOND & CASE 1986).

Os fatores que limitam as *assembléias*, e desta maneira também influenciam seus parâmetros, são a falta de adaptações que permitam a uma espécie colonizar um determinado ambiente sob determinadas condições físicas, as interações entre as espécies e

as limitações de dispersão. Esta última, freqüentemente, impede as espécies de alcançar áreas na Terra onde o ambiente físico seria propício às suas adaptações, o que é sugerido pelo sucesso de colonização de algumas espécies exóticas introduzidas pelo homem (DE TONI 2002).

2. Estudos de assembléia e a ação antrópica

O atual quadro de fragmentação das áreas nativas, observado em todo o mundo, tem influenciado fortemente os processos evolutivos e ecológicos detectados na natureza e, portanto, vem provocando significantes alterações na estrutura das comunidades e assembléias.

A fragmentação dos habitats tem sido considerada a mais séria ameaça à diversidade biológica e a causa primária da atual crise de extinções (WILCOX & MURPHY 1985; WILCOVE et al. 1986; LEITÃO FILHO 1994). O processo de fragmentação pode ser descrito como tendo dois componentes simultâneos, a perda de habitat (redução de sua área total, que afeta primariamente os tamanhos populacionais e, assim, as taxas de extinção) e o crescente isolamento dos remanescentes (insularização, que afeta primariamente a dispersão, e assim, as taxas de migração). Estes dois componentes vêm contribuindo para o declínio da diversidade biológica (WILCOX & MURPHY 1985; WILCOVE et al. 1986; TERBORGH 1992; TILMAN et al. 1994; GASCON et al. 2001).

Fragmentos são espacialmente definidos por seus limites físicos, ou bordas, que atuam como uma interface linear entre o fragmento e a matriz ambiental do entorno (FORMAN 1995). A borda da mata pode ser vista como uma zona de transição entre as grandes flutuações microclimáticas de uma abertura no dossel e o ambiente relativamente estável da floresta não-perturbada (MATLACK 1994). Condições bióticas e abióticas que aí se encontram são muitas vezes diferenciadas entre os dois ambientes e a borda é então um fator de forte influência para ambos (RANNEY et al. 1981; WILLMANS & BRUN-HOOL 1982; RAMBOUSKOVA 1988, 1989), o que gera duas faixas de transição (FORMAN 1995).

Muitas variáveis ecológicas têm sido observadas com gradientes começando nas bordas do fragmento e continuando a partir delas. Esses gradientes são conhecidos como “efeitos de borda” (SAUNDERS et al. 1991) e são uma das mais conspícuas conseqüências das interações entre as áreas (MURCIA 1995). Segundo alguns autores (JANZEN 1986; LOVEJOY et al. 1986; LAURANCE et al. 1997), muitos dos mais severos impactos da fragmentação estão relacionados ao aumento da susceptibilidade dos remanescentes ao efeito de borda.

A criação de limites abruptos das florestas expostos a habitats abertos pode modificar severamente as condições microclimáticas locais. Os altos níveis de radiação solar em áreas abertas adjacentes, por exemplo, aumentam a temperatura do ar, velocidade do vento e disponibilidade de luz, resultando em mais baixas umidades do ar e do solo próximo ao limite do fragmento (ZUIDEMA et al. 1996) o que acarreta, muitas vezes, no aumento da mortalidade de plantas promovendo o estabelecimento de espécies vegetais não florestais (KAPOS 1989; LAURANCE 1990; LAURANCE et al.1997) de plantas e, conseqüentemente, de animais.

Estas alterações levam a mudanças na estrutura florestal, na composição biótica e nas funções ecológicas que ocorrem ao longo de bordas florestais expostas a ambientes não florestais (KAPOS 1989; LAURANCE 1991; MURCIA 1995; DIDHAM 1997; entre outros), pois, comparado à biota de florestas contínuas, a biota de fragmentos é organizada por diferentes condições e processos (BROKAW 1998). O estabelecimento e a manutenção de espécies ruderais e exóticas também estão claramente relacionados às mudanças estruturais e microclimáticas nos fragmentos florestais (JANZEN 1986; LAURANCE 1990; MALCOLM 1994). Deste modo, habitats de borda têm importantes efeitos sobre a abundância e a diversidade das espécies (MEDELLIN & REDFORD 1990; HESKE 1995).

O efeito de borda tem sido um dos principais fenômenos estudados pela ecologia desde que passou a ter um papel definitivo na determinação da estrutura e da dinâmica de padrões ecológicos. Muitos planos de conservação, que envolvem considerações espaciais (“designs” das reservas, plano de manejo, etc.), requerem – implícita ou explicitamente – uma análise dos processos do efeito de borda e de suas conseqüências (FERNÁNDEZ et al. 2002), pois, segundo SCHONEWALD-COX (1988), estas são zonas críticas no manejo. Porém, um grande problema na mensuração deste efeito está no fato de diferentes espécies terem enormes variações quanto ao tamanho da área considerada como borda (RANNEY et al. 1981; JANZEN 1986; SCHWARTZ 1999), sendo, em geral, estreitas (menos de 100 metros) para espécies vegetais e amplas (mais de um quilômetro) para espécies animais bastante móveis (SCHWARTZ 1999). Entre diferentes habitats estas diferenças são também observadas (LAURANCE 1991).

3. Modelos biológicos

A crescente pressão antrópica sobre os ambientes naturais tem impellido cientistas de todo o mundo a buscarem o conhecimento sobre os processos ecológicos e evolutivos presentes nestes locais, bem como a forma como as atividades humanas agem sobre tais processos. Esta urgente corrida pelo conhecimento, além de fornecer importantes informações sobre processos ecológicos e evolutivos, permite um planejamento de medidas que possam amenizar a intervenção humana nestes processos naturais. Porém, em virtude da grande diversidade de formas e processos, este planejamento só é possível com a utilização de táxons-modelo (PEARSON 1994).

Segundo MATA & TIDON (2003), bons modelos, especialmente aqueles utilizados como bioindicadores, devem apresentar grande diversidade específica, ampla distribuição geográfica, alta abundância de indivíduos por comunidade, captura e manutenção em laboratório simples e de baixo custo, rápido ciclo de vida e alta sensibilidade a variações ambientais.

Os principais táxons utilizados como modelos para avaliação ambiental em sistemas terrestres são plantas arbóreas, mamíferos, aves, anfíbios e insetos (BROWN JR. 1987). Destes, apenas o último se encaixa em todos os critérios referidos por aquelas autoras. LAWTON (2001) aponta os insetos como excelentes modelos para investigar questões ecológicas, tais como a proposição de modelos de desenvolvimento sustentável, em face das acentuadas modificações ambientais causadas pelo homem.

Especialmente na região neotropical, a diversidade de insetos encontrada é muito significativa (VALENTE & ARAÚJO 1991) e isto torna bastante interessante o estudo da complexidade das interações entre esses seres vivos e o meio ambiente nesta região (DE TONI 1998).

Dentre os insetos, os drosofilídeos, em particular, são extremamente apropriados para o entendimento de processos ecológicos e evolutivos, bem como para a avaliação da atividade antrópica sobre o meio ambiente, já que preenchem todos os requisitos anteriormente mencionados. Além disso, nenhum outro táxon tem sido estudado em níveis tão diversos do conhecimento quanto estas moscas, mais especificamente as do gênero *Drosophila* Fallén 1823 (TIDON et al. 2005) – antes do ano de 1900 já havia 358 citações para o gênero em trabalhos científicos segundo POWELL (1997) – o que o torna um ótimo modelo biológico.

Para MARTINS (1987), a alta sensibilidade a pequenas modificações no ambiente e a rapidez de resposta em termos de crescimento populacional, inerentes ao gênero *Drosophila*, facilita a utilização destas moscas em estudos de comunidade.

Baseado na longa história de estudos ecológicos e evolutivos das respostas aos gradientes ambientais, as espécies do gênero *Drosophila* são bastante eficientes como modelos para o entendimento do impacto da urbanização sobre a biodiversidade nativa (PARSONS 1991; POWELL 1997). A dinâmica das populações e das comunidades do gênero têm sido usadas como indicadoras para definir estratégias de manejo de pestes (HODGE, 2000), mudanças climáticas (ARGEMI et al. 1999; RODRIGUEZ-TRELLES & RODRIGUEZ 1998) e desmatamento de áreas tropicais (DAVIS & JONES 1994). Assim, o conhecimento das espécies de drosofilídeos que ocorrem em um determinado local pode também contribuir para a avaliação do grau de degradação desse ambiente (TIDON et al. 2005).

4. Ecologia dos drosofilídeos

A maioria dos drosofilídeos alimenta-se de microorganismos, especialmente leveduras, presentes em frutos, partes vegetais e fungos em decomposição. Enquanto algumas destas espécies são mais restritas ecologicamente, utilizando um ou poucos sítios de alimentação e ovoposição, outras são mais versáteis, utilizando-se de diversos recursos.

Inúmeras espécies do gênero *Drosophila*, especialmente nos trópicos, ocorrem concomitantemente, gerando assim sistemas muito complexos (DOBZHANSKY & PAVAN 1950). Segundo PETERSEN (1960), este fato gera valiosas oportunidades para estudos de relações entre organismo-ambiente. DAVIS & HARDY (1994) sugerem que a coexistência destas espécies, pertencentes a uma mesma guilda, pode ser explicada pelas diferenças no desenvolvimento e na exploração dos recursos, que estariam assim influenciando a composição da assembléia. SEVENSTER & VAN ALPHEN (1996) apontaram ainda que tal coexistência é tanto mais dificultada quanto menor for o tamanho da área, ou do fragmento, por haver uma maior competição (que ocorre mais evidentemente durante os estágios larvais).

A composição das espécies de drosofilídeos de uma assembléia, bem como sua estrutura, é reflexo do hábitat em que está estabelecida. Muitas das espécies de *Drosophila* são mais freqüentes em áreas abertas, como, por exemplo, algumas espécies dos grupos *cardini* (PETERSEN 1960; DE TONI 1998) e *repleta* (VILELA et al. 1983), enquanto outras o são em áreas mais sombreadas e úmidas, como as espécies do grupo *tripunctata* (MARTINS 1987; MEDEIROS & KLACZKO 2000) e do subgrupo *willistoni* (MARTINS 1987). Desta

forma, estes fatos apontam para a importância que fatores climáticos, como umidade, pluviosidade, temperatura e insolação, exercem sobre tais assembléias em termos de abundância e composição (PAVAN 1959; POWELL 1997). Fatores bióticos, como a vegetação ao longo dos gradientes naturais – como as mudanças associadas à latitude –, são igualmente importantes (POWELL 1997).

BURLA & BÄCHLI (1991), em extenso estudo com drosofilídeos da Suíça, observaram que a região geográfica, a altitude, a estação do ano, o solo e o clima (entre outros fatores) exerceram forte influência sobre o tamanho e a diversidade de suas amostras. Sob este enfoque, PAVAN (1952) apontou que as populações de *Drosophila* das regiões tropicais são mais sensíveis a variações ambientais do que as populações existentes nas regiões temperadas, o que ocorre devido ao grande número de espécies que normalmente constituem tais assembléias. Este autor propôs que este grande número de espécies torna todo o sistema muito mais complexo e, por isso, muito mais delicado.

Em estudo realizado no Chile, cujas coletas ocorreram mensalmente durante oito anos, BENADO & BRNCIC (1994) observaram uma variação temporal das espécies coletadas e detectaram que muitas apresentavam padrões cíclicos de abundância durante o ano. Além disso, constataram padrões nas flutuações da diversidade da assembléia estudada.

Da mesma forma que os fatores climáticos, fatores comportamentais destas espécies são determinantes das estruturas de suas assembléias. Um destes fatores é a tendência gregária que algumas espécies apresentam, o que possivelmente facilita a exploração de recursos através da escavação mecânica em busca de nutrientes ou ainda por meio da excreção de catabólitos que, dentro de certos níveis, poderiam estimular o desenvolvimento de outros indivíduos desta família (BRNCIC & VALENTE 1978). Para estes autores, o hábito gregário não levaria à competição, pois não haveria densidade de indivíduos suficiente para isso.

5. Estudos ecológicos com drosofilídeos no Brasil

Os primeiros trabalhos com a família Drosophilidae no Brasil sob enfoque ecológico foram feitos a partir da década de 50, quando os professores T. Dobzhansky e A. Dreyfus, da Universidade de São Paulo, iniciaram as pesquisas sobre a biologia e a genética de espécies do gênero *Drosophila* (CUNHA & MAGALHÃES 1965). Desde então, a composição de espécies, a dinâmica de populações e de comunidades vêm sendo estudadas nos diversos ambientes brasileiros, além da taxonomia e sistemática. Tais estudos, até agora, já levaram ao registro de cerca de 130 espécies no Brasil (TIDON et al. 2005).

Dentre os trabalhos realizados podem ser destacados, devido à sua abrangência, os de DOBZHANSKY & PAVAN (1950), PAVAN (1959) e SENE et al. (1980). No primeiro deles, foram avaliadas as variações microgeográficas e sazonais e a diversidade em comunidades de drosofilídeos de vários estados do país, além de preferências alimentares de algumas espécies. PAVAN (1959) apontou aspectos da distribuição geográfica de várias espécies neotropicais, flutuações das populações em função dos microhábitats, das fontes de alimento e ainda aspectos das flutuações populacionais durante anos sucessivos. O último dos três estudos referidos realizou abrangente levantamento das espécies de *Drosophila* presentes no território brasileiro, ao analisar amostras provenientes da floresta atlântica, do cerrado, da restinga, da caatinga e do pantanal, além de ambientes costeiros e urbanizados.

Junto a estes trabalhos clássicos, pode ainda ser citado o de VILELA et al. (1983), que deu continuidade ao trabalho do mais recente daqueles três, porém, com maior enfoque sobre o grupo *repleta*, em relação a aspectos de distribuição e ecologia de suas espécies na ocupação de ambientes.

Outro trabalho que abrangeu coletas em diferentes ambientes naturais foi o de BIZZO & SENE (1982). Estes autores compararam a estrutura de assembléias de drosofilídeos em dunas, restinga e floresta atlântica, em três locais contíguos, e observaram variações sazonais nas populações da maioria das espécies, bem como diferenças entre as assembléias estudadas. Este trabalho sugeriu ainda que as abundâncias relativas de algumas espécies observadas nas dunas eram influenciadas por imigrações provenientes da floresta.

SAAVEDRA et al. (1995) também analisaram e descreveram a diversidade em comunidades de ambientes distintos (dois em Mata Atlântica, um em Mata de Araucária e o último em uma região de campos) no Rio Grande do Sul. Estas autoras relacionaram a diversidade das assembléias à estabilidade e predicabilidade do ambiente. Além disso, avaliaram a utilização de recursos por tais espécies e a amplitude e a sobreposição de seus nichos.

A maioria dos estudos já realizados em ambientes brasileiros, entretanto, focou seus esforços em apenas um ecossistema, o que não os torna menos importantes. Na região amazônica, destacam-se os trabalhos de MARTINS (1987 e 1995). O primeiro deles, abrangendo ilhas de mata e regiões desmatadas no estado do Amazonas, descreveu a tendência de algumas espécies ocuparem preferencialmente áreas mais abertas, como *Drosophila nebulosa* Sturtevant, 1916 e *D. cardini* Sturtevant, 1916, e outras ocuparem áreas mais fechadas, como as moscas do subgrupo *willistoni*. Esta autora observou também

que a abundância das espécies foi irregular ao longo do tempo, especialmente nas áreas mais perturbadas, e não mostrou relação direta com as variações sazonais (chuva e seca). No segundo estudo, a autora analisou a associação de insetos a frutos de *Parahancornia amapa* e verificou que 60% dos indivíduos pertenciam à família Drosophilidae.

No bioma Cerrado, onde já foram registradas 81 espécies de drosofilídeos (R. TIDON, comunicação pessoal), destacam-se os trabalhos de TIDON-SKLORZ & SENE (1995) e LEITE et al. (2000). Neste bioma, GALINKIN & TIDON-SKLORZ (2000) observaram uma correlação positiva entre a presença de espécies do grupo *tripunctata* e áreas de mata de galerias, apesar de estas terem sido coletadas também em áreas mais abertas e secas.

6. Drosofilídeos na Mata Atlântica

A Mata Atlântica é formada por densas comunidades arbóreas que apresentam como principais características a ocorrência de árvores de até 35 metros, entremeadas por diversos estratos inferiores constituídos por árvores, arvoretas e arbustos e uma grande riqueza de epífitas (KLEIN 1978). Esta floresta é um dos ecossistemas com maior risco de extinção já que vem sofrendo pressão antrópica muito intensa, especialmente através da fragmentação da floresta, devido à concentração populacional em seu domínio.

Esta floresta é um dos sistemas biologicamente mais diversos do mundo, suportando cerca de 7% das espécies do planeta (QUINTELA 1990). Este é também um dos sistemas mais ameaçados do planeta já que restam apenas 7% de sua área original. Estas características fazem com que este bioma seja considerado um *hotspot* de biodiversidade, o que o torna uma das áreas prioritárias para a conservação (MYERS et al. 2000).

Em áreas que contêm um grande número de espécies raras e endêmicas, como a Mata Atlântica, os efeitos da fragmentação são imediatamente preocupantes (STAMPS et al. 1987; LAURANCE & YENSEN 1991; MARES 1992; PRIMACK 1993) e, portanto, estudos que busquem o entendimento dos processos ecológicos e evolutivos das espécies nela existentes, bem como a compreensão dos efeitos da ação antrópica sobre estas, são extremamente desejáveis, inclusive para o estabelecimento de políticas de conservação. Apesar disto, estudos sob este enfoque permanecem sub-explorados (DE TONI 1998, 2002).

Este ecossistema é certamente o mais focado em estudos ecológicos com drosofilídeos no Brasil. Apesar disso, em virtude de sua grande extensão, complexidade, diversidade e da forte pressão antrópica que sofre, a Mata Atlântica carece ainda de muitos estudos. Este fato pode ser comprovado por estarem sendo observados atualmente o registro inédito da ocorrência de determinadas espécies em diversos estados ou regiões do

país (DE TONI 2002; GOTTSCHALK 2004). Este quadro é proveniente da grande diversidade destas moscas e sua ecologia bastante variável, de questões metodológicas e da pequena exploração destes estudos em algumas áreas deste ecossistema, assim como ocorre nos demais ecossistemas brasileiros.

A maioria dos estudos na Mata Atlântica ocorreu no sudeste do país. TIDON-SKLORZ & SENE (1992), ao estudarem uma região de floresta neste estado, detectaram que as populações de *Drosophila* eram distribuídas de forma agregada e que tais agregados variavam em tamanho e localização na mata ao longo do ano. Foi sugerido neste trabalho que tal fato era reflexo de efeitos provocados pelas variações no clima. VILELA & MORI (1999), ao estudarem uma área bem preservada de Mata Atlântica no Parque Nacional da Serra do Cipó, coletaram 52 espécies das quais 22 foram apontadas como tendo o primeiro registro para a região. TORRES & MADI-RAVAZZI (2000) observaram, em duas áreas de mata, variações sazonais das assembléias deste gênero e apontaram ainda que o comportamento das principais espécies era uma resposta às variações de temperatura e pluviosidade. TORRES & MADI-RAVAZZI (2001) observaram variações sazonais em três áreas e notaram que uma maior abundância de espécimes coletados era observada nas épocas quentes e úmidas, sendo que as espécies mais frequentes pertenciam ao subgrupo *willistoni*. MEDEIROS & KLACZKO (2000) observaram variações espaciais de populações de *Drosophila* nativas de mata, relacionadas ao distanciamento de corpos de água, além de variações sazonais ao longo de dois anos.

No sul do Brasil, a maioria dos estudos sobre a ecologia de drosofilídeos ocorreu no Rio Grande do Sul. Neste estado, PETERSEN (1960) estudou variações sazonais e espaciais em áreas florestais e capões. BRNCIC & VALENTE (1978) estudaram a dinâmica das comunidades do gênero *Drosophila* que se estabelecem em frutos nativos do estado. VALENTE et al. (1989) realizaram estudos genéticos e ecológicos em populações urbanas de Porto Alegre e de mata e avaliaram as estratégias adaptativas das espécies nativas em áreas urbanas. VALENTE & ARAÚJO (1991) observaram, por quatro anos, aspectos ecológicos de populações de drosofilídeos em dois ambientes contrastantes, descrevendo a flutuação na abundância de 31 espécies do gênero *Drosophila*, além de relacioná-las aos seus sítios de alimentação e ovoposição. Este trabalho também analisou a amplitude e sobreposição de nicho destas espécies.

Em Santa Catarina, o primeiro estudo sistemático desta fauna foi realizado apenas na década de 1990 (DE TONI & HOFMANN 1995), e registrou 27 espécies dentre os 3.877 indivíduos coletados ao longo de um ano. Antes deste levantamento, SENE et al. (1980)

havia feito duas coletas no estado, em diferentes localidades, totalizando apenas 332 indivíduos. DE TONI (1998), estudando assembléias de drosofilídeos em cinco pontos de Mata Atlântica na região de Florianópolis, analisou as flutuações sazonais e variações entre os pontos de coleta além de determinar sítios de alimentação e ovoposição de várias delas. Em 2002, esta mesma autora realizou uma análise da flutuação sazonal e espacial em oito assembléias de diferentes pontos de Mata Atlântica na mesma região.

GOTTSCHALK (2002), em estudo realizado no município de Florianópolis, analisou as variações na estrutura de assembléias de drosofilídeos em função da sazonalidade e da urbanização, além de avaliar duas metodologias para coleta destes organismos. No mesmo município, OLIVEIRA (2004) analisou a funcionalidade de uma unidade de conservação através de assembléias de drosofilídeos, SCHMITZ (2004) analisou a dinâmica destas assembléias em um manguezal e BIZZO et al. (2003) realizaram um levantamento taxonômico das espécies desta família em uma ilha de restinga.

No município de Joinville, norte deste mesmo estado, DÖGE (2003) analisou variações microgeográficas e sazonais na composição, riqueza e diversidade das assembléias e na abundância das principais espécies e grupos em uma área bem preservada de Mata Atlântica. Este autor relacionou diferenças nos padrões de variação sazonal a diferenças de microhábitats.

O presente estudo visou ampliar o conhecimento sobre a composição da fauna de drosofilídeos de uma região preservada de Mata Atlântica na cidade de Joinville (Capítulo 2), buscar subsídios para a compreensão da dinâmica e evolução das espécies de drosofilídeos, em função de variações temporais e espaciais (Capítulo 3) e avaliar a influência do desflorestamento e do efeito de borda sobre a composição de espécies de uma assembléia de drosofilídeos (Capítulo 4).

7. Referências Bibliográficas (normatizadas de acordo com a Revista Brasileira de Zoologia)

- ARGEMI, M.; M. MONCLUS; F. MESTRES & L. SERRA. 1999. Comparative analysis of a community of drosophilids (Drosophilidae; Diptera) sampled in two periods widely separated in time. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, Tübingen, **37**: 203-210.
- BEGON, M.; J.L. HARPER & C.R. TOWNSED. 1990. **Ecology individuals populations and communities**. Melbourne, Blackwell Scientific Publications, 876p.
- BENADO, M. & D. BRNCIC. 1994. An eight year phenological study of a local drosophilid community in Central Chile. **Zeitschrift fur Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, Hamburg, **32**: 51-63.
- BIZZO, L.E.M.; M.S. GOTTSCHALK; D.C. DE TONI & P.R.P. HOFMANN. 2003. Drosofilídeos em mata de Restinga na Ilha de Santa Catarina. **Resumos do III Simpósio de Ecologia, Genética e Evolução de *Drosophila***, Porto Alegre, Brasil (em CD).
- BIZZO, N.M.V. & F.M. SENE. 1982. Studies on the natural populations of *Drosophila* from Peruíbe (SP), Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **42** (3): 539-544.
- BRNCIC, D. & V.L.S. VALENTE. 1978. Dinâmica das comunidades de *Drosophila* que se estabelecem em frutos silvestres no Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **30** (9): 1104-1111.
- BROKAW, N. 1998. Fragments past, present and future. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, **13** (10): 382-383.
- BROWN JR., K.S. 1987. Conclusions, synthesis and alternative hypotheses, p. 175-196. In: T.C. WHITMORE & G.T. PRANCE (Eds). 1987. **Biogeography and Quaternary History in Tropical America**. Clarendon Press, Oxford, 214p.
- BURLA, H. & G. BÄCHLI. 1991. A search for pattern in faunistical records of drosophilids species in Switzerland. **Zeitschrift fur Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, Hamburg, **29**: 176-200.
- CUNHA, A.B. & L.E. MAGALHÃES. 1965. A ecologia e a genética de populações de drosófila no Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **17** (4): 525-527.

- DAVIS, A. & I. HARDY. 1994. Hares and tortoises in *Drosophila* community ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, **9** (4): 119-120.
- DAVIS, A.J. & K.E. JONES. 1994. *Drosophila* as indicator of habitat type and habitat disturbance in tropical forest, central Borneo. **Drosophila Information Service**, Norman, **75**: 150-151.
- DE TONI, D.C. 1998. **Estudo de comunidades de *Drosophila* em regiões de Mata Atlântica do continente e de ilhas de Santa Catarina e variabilidade cromossômica de *Drosophila polymorpha***. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, v+166p.
- DE TONI, D.C. 2002. **Estudo da variabilidade genética e ecológica de comunidades de *Drosophila* em regiões de Mata Atlântica de ilhas e do continente de Santa Catarina**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, viii+163p.
- DE TONI, D.C. & P.R.P. HOFMANN. 1995. Preliminary taxonomic survey of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) at Morro da Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **55** (3): 347-350.
- DIAMOND, J.M. & T.J. CASE. 1986. **Community ecology**. New York, Harper & Row, 537p.
- DIDHAM, R.K. 1997. An overview of invertebrate responses to habitat fragmentation, p. 303-320. In: A.D. WATT; N.E. STORK & M.D. HUNTER (Eds). **Forests and Insects**. London, Chapman & Hall, 424p.
- DOBZHANSKY, T. & C. PAVAN. 1950. Local and seasonal variation in frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, **19**: 1-14.
- DÖGE, J.S. 2003. **Estudos ecológicos em duas assembléias de drosofilídeos em uma área de Mata Atlântica preservada em Joinville, norte do estado de Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, v+62p.
- FERNÁNDEZ, C.; F.J. ACOSTA; G. ABELLÁ; F. LÓPEZ & M. DIAZ. 2002. Complex edge effect fields as additive processes in patches of ecological systems. **Ecological Modelling**, Copenhagen, **149**: 273-283.

- FORMAN, R.T.T. 1995. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions.** Cambridge, Cambridge University Press, 632p.
- GALINKIN, J. & R. TIDON-SKLORZ. 2000. Espécies de *Drosophila* do grupo *tripunctata* no bioma Cerrado do Brasil Central. **Anais do 46º Congresso Nacional de Genética**, Águas de Lindóia, Brasil, p.125.
- GASCON, C.; W.F. LAURANCE & T.E. LOVEJOY. 2001. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia central, p. 112-127. In: I. GARAY & B.F.S. DIAS (Orgs). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais.** Petrópolis, Vozes, 432p.
- GOTTSCHALK, M.S. 2002. **Comparação entre duas metodologias de coleta e estudo da influência da urbanização e da sazonalidade sobre comunidades de drosofilídeos na Ilha de Santa Catarina, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 67p.
- GOTTSCHALK, M.S. 2004. **Influência da urbanização sobre assembléias de Drosophilidae na cidade de Florianópolis, SC, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, iv+111p.
- HESKE, E.J. 1995. Mammalian abundance in forest-farm edges versus forest interiors in Southern Illinois: is there an Edge Effect? **Journal of Mammalogy**, Lawrence, **76** (2): 562-568.
- HODGE, S. 2000. A comparison of *Drosophila* assemblages in conventional, integrated, and organic apple production. **Drosophila Information Service**, Norman, **83**: 1-4.
- JANZEN, D.H. 1986. The eternal external threat, p. 286-303. In: M.E. SOULÉ (Ed.), **Conservation biology: the science of scarcity and diversity.** Sunderland, Sinauer, 584p.
- KAPOS, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, New York, **5**: 173-185.
- KIKKAWA, J. & D.J. ANDERSON. 1989. **Community ecology: pattern and process.** Melbourne, Blackwell Scientific Publications, 549p.
- KLEIN, R.M. 1978. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina.** Florianópolis, Sudesul, FATMA & HBR, 24p.

- LAURANCE, W.F. 1990. Comparative responses of five arboreal marsupials to tropical forest fragmentation. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, **71**: 641-653.
- LAURANCE, W.F. 1991. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, Barking, **57**: 205-219.
- LAURANCE, W.F. & E. YENSEN. 1991. Predicting the impacts of edge in fragmented habitats. **Biological Conservation**, Barking, **55**: 77-92.
- LAURANCE, W.F.; S.G. LAURANCE; L.V. FERREIRA; J.M. RANKINDEMERONA; C. GASCON & T.E. LOVEJOY. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. **Science**, Cambridge, **278**: 1117-1118.
- LAWTON, J.H. 2001. All creatures great but small. **Ecological Entomology**, London, **26**: 225-226.
- LEITÃO FILHO, H.F. 1994. Diversity of arboreal species in Atlantic Rain Forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **66** (1): 91-96.
- LEITE, D.F.; L.B. FERREIRA & R. TIDON-SKLORZ. 2000. Levantamento preliminar da fauna de *Drosophila* do Brasil Central. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia**, Cuiabá, Brasil, p.189.
- LOVEJOY, T.E.; R.O. BIERREGAARD JR.; A.B. RYLANDS; J.R. MALCOLM; C.E. QUINTELA; L.H. HARPER; K.S. BROWN JR.; A.H. POWELL; G.V.N. POWELL; H.O.R. SCHUBART & M. HAYS. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments, p. 257-285. In: M.E. SOULÉ (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland, Sinauer, 584p.
- MAGURRAN, A. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Cambridge, Cambridge University Press, 75p.
- MALCOLM, J.R. 1994. Edge effects in central Amazonian forest fragments. **Ecology**, Durham, **75**: 2438-2445.
- MARES, M.A. 1992. Neotropical mammals and the myth of Amazonian biodiversity. **Science**, Cambridge, **255**: 976-979.
- MARTINS, M.B. 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, **3** (2): 195-218.

- MARTINS, M.B. 1995. **Drosófilas e outros insetos associados a frutos de *Parahornia amapa* dispersos sobre o solo da floresta.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 203p.
- MATA, R.A. & R. TIDON. 2003. Pequenos informantes. **Ciência Hoje**, São Paulo, **32** (192): 64-65.
- MATLACK, G.R. 1994. Vegetation dynamics of the forest edge – trends in space and successional time. **Journal of Ecology**, London, **82** (1): 113-123.
- MEDEIROS, H.F. & L.B. KLACZKO. 2000. Distribuição espacial de populações de *Drosophila* em relação à proximidade de riachos. **Anais do 46º Congresso Nacional de Genética**, Águas de Lindóia, Brasil, p.124.
- MEDELLIN, R.A. & K.H. REDFORD. 1990. The role of mammals in Neotropical forest-savanna boundaries, p. 519-535. In: P.A. FURLEY; J. PROCTOR & J.A. RATTER (Eds). **Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries**. London, Chapman & Hall, 601p.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, **10**: 58-62.
- OLIVEIRA, S.C.F. 2004. **Estudo de uma assembléia de drosofilídeos como bioindicadora de condições ambientais em uma Unidade de Conservação de Mata Atlântica na Ilha de Santa Catarina, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, v+59p.
- PARSONS, P.A. 1991. Biodiversity conservation under global climatic change: the insect *Drosophila* as a biological indicator? **Global Ecology and Biogeography Letters**, Oxford, **1**: 77-83.
- PAVAN, C. 1952. **Relações entre as populações naturais de *Drosophila* e o meio ambiente.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 109p.
- PAVAN, C. 1959. Relações entre populações naturais de *Drosophila* e o meio ambiente. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, São Paulo, **11** (221): 1-81.
- PEARSON, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B**, London, **345**: 75-79.

- PETERSEN, J.A. 1960. Studies on the ecology of the genus *Drosophila*. I. Collections in two different zones and seasonal variations in Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **20** (1): 3-16.
- POWELL, J.R. 1997. **Progress and prospects in evolutionary biology: The *Drosophila* model**. Oxford, Oxford University Press, xiv+562p.
- PRIMACK, R.B. 1993. **Essentials of Conservation Biology**. Massachusetts, Sinauer Associates, 564p.
- QUINTELA, C.E. 1990. An S. O. S. for Brazil's beleaguered Atlantic forest. **Nature Conservancy Magazine**, New York, **40**: 14-19.
- RAMBOUSKOVA, H. 1988. Comments on the ecostabilizing functions of small-scale landscape structures - I. Part. **Ekologia**, Praga, **7**: 397-412.
- RAMBOUSKOVA, H. 1989. Comments on the ecostabilizing functions of small-scale landscape structures - II. Part. **Ekologia**, Praga, **8**: 35-48.
- RANNEY, J.W.; M.C. BRUNER & J.B. LEVENSON. 1981. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands, p. 67-96. In: R.L. BURGESS & D.M. SHARPE (Eds). **Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes**. New York, Springer-Verlag, 310p.
- RODRIGUEZ-TRELLES, F. & M.A. RODRIGUEZ. 1998. Rapid microevolution and loss of chromosomal diversity in *Drosophila* in response to climate warming. **Evolutionary Ecology**, Berlin, **12**: 829-838.
- ROUGHGARDEN, J. & J. DIAMOND. 1986. Overview: the roles of species interactions in community ecology, p. 333-343. In: J. DIAMOND & T.J. CASE (Eds). **Community Ecology**. New York, Harper & Row, xxii+665p.
- SAAVEDRA, C.C.R.; S.M. CALLEGARI-JACQUES; M. NAPP & V.L.S. VALENTE. 1995. A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, Berlin, **33**: 62-74.
- SAUNDERS, D.A.; R.J. HOBBS & C.R. MARGULES. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, Arlington, **5** (1): 18-32.

- SCHMITZ, H.J. 2004. **Estudo de uma assembléia de drosofilídeos do manguezal do Itacorubi, ilha de Santa Catarina, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, iii+69p.
- SCHONEWALD-COX, C.M. 1988. Boundaries in the protection of nature reserves. **BioScience**, Washington, **37** (7): 480-486.
- SCHWARTZ, M.W. 1999. Choosing the appropriate scale of reserves for conservation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, **30**: 83-108.
- SENE, F.M.; F.C. VAL; C.R. VILELA & M.A.Q.R. PEREIRA. 1980. Preliminary data of geographical distribution of *Drosophila* species within morfoclimatic domains of Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **33** (22): 315-326.
- SEVENSTER, J.G. & J.J.M. VAN ALPHEN. 1996. Agregation and coexistence. II. A neotropical *Drosophila* community. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, **65**: 308-324.
- STAMPS, J.A.; M. BUECHNER & V.V. KRISHNAN. 1987. The effects of edge permeability and habitat geometry on emigration from patches of habitat. **American Naturalist**, Chicago, **129**: 533-552.
- TERBORGH, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. **Biotropica**, London, **24**: 283-292.
- TIDON, R.; D.F. LEITE; L.B. FERREIRA & B.F.D. LEÃO. 2005. Drosofilídeos (Diptera, Insecta) do Cerrado. In: Scariot, A., Felfili, J.M. & Souza-Silva, J.C. (Eds). **Ecologia e Biodiversidade do Cerrado**, Vol. 1, 412p.
- TIDON-SKLORZ, R. & F.M. SENE. 1992. Vertical and temporal distribution of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) species in a wooded area in the state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **52** (2): 311-317.
- TIDON-SKLORZ, R. & F.M. SENE. 1995. Fauna of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the northern area of the “Cadeia do Espinhaço”, state of Minas Gerais and Bahia, Brazil: Biogeographical and ecological aspects. **Iheringia**, Porto Alegre, **78**: 85-94.
- TILMAN, D.; R.M. MAY; C.L. LEHMAN & M.A. NOWAK. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. **Nature**, London, **371**: 65-66.

- TORRES, F.R. & L. MADI-RAVAZZI. 2000. Variação sazonal na abundância de populações naturais de *Drosophila* em duas matas do Estado de São Paulo. **Anais do 46º Congresso Nacional de Genética**, Águas de Lindóia, Brasil, p.125-126.
- TORRES, F.R. & L. MADI-RAVAZZI. 2001. Distribuição espacial e temporal de espécies de *Drosophila* em áreas de mata do Estado de São Paulo/Brasil. **Anais do 47º Congresso Nacional de Genética**, Águas de Lindóia, Brasil (em CD).
- VALENTE, V.L.S. & A.M. ARAÚJO. 1991. Ecological aspects of *Drosophila* species in two contrasting environments in southern Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **35** (2): 237-253.
- VALENTE, V.L.S.; A. RUSZCZYK; R.A. SANTOS; C.B.C. BONORINO; B.E.P. BRUM; L. REGNER & N.B. MORALES. 1989. Genetic and ecological studies on urban and marginal populations of *Drosophila* in the south of Brazil. **Evolución Biológica**, Santiago, **3**: 19-35.
- VILELA, C.R. & L. MORI. 1999. The genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Serra do Cipó: further notes. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **43** (3/4): 319-328.
- VILELA, C.R.; M.A.Q.R. PEREIRA & F.M. SENE. 1983. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil: II. The *repleta* group. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **35** (1): 66-70.
- WILCOVE, D.S.; C.H. MCLELLAN & A.P. DOBSON. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone, p. 237-56. In: M.E. SOULÉ (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland, Sinauer, 584p.
- WILCOX, B.A. & D.D. MURPHY. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. **American Naturalist**, Chicago, **125** (6): 879-887.
- WILLMANS, O. & J. BRUN-HOOL. 1982. Irish mantel and saum vegetation. **Journal of Life Sciences Royal Dublin Society**, Dublin, **3**: 165-174.
- ZUIDEMA, P.A.; J.A. SAYER & W. DIJKMAN. 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. **Environmental Conservation**, New Castle, **23**: 290-297.

CAPÍTULO II

Manuscrito a ser submetido à revista Neotropical Entomology

VERA LÚCIA DA SILVA VALENTE

Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prédio 43323, Caixa Postal 15053, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil, E-mail: vera.gaiesky@ufrgs.br

Drosophilídeos (Diptera) De Uma Área De Mata Atlântica No Norte De Santa Catarina, Brasil

Jonas S. Döge¹, Vera I. S. Valente^{1,2} & Paulo R. P. Hofmann³

¹*Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prédio 43323, Sala 210, Caixa Postal 15053, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil, E-mail: jdoge@pop.com.br*

²*Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prédio 43323, Sala 210, Caixa Postal 15053, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil, E-mail: vera.gaiesky@ufrgs.br*

³*Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética, CCB, Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476, CEP 88010-970. Florianópolis, SC, Brazil, E-mail: prph@ccb.ufsc.br*

**Drosofilídeos (Diptera) De Uma Área De Mata Atlântica No Norte De Santa
Catarina, Brasil**

**Drosofilídeos (Diptera) De Uma Área De Mata Atlântica No Norte De Santa
Catarina, Brasil**

RESUMO - Foram realizadas coletas de drosofilídeos em três pontos de floresta ombrófila densa, formação pertencente ao domínio Mata Atlântica, bem preservada em Joinville, SC, sul do Brasil. No total, 102.837 espécimes de drosofilídeos foram capturados dos quais 100.368 (97,6%) foram identificados em nível específico. Foram observadas 145 espécies (125 do gênero *Drosophila*, 13 de *Zygothrica*, duas de *Diathoneura* e uma de *Amiota*, *Cladochaeta*, *Neotanygastrella*, *Scaptodrosophila* e *Zaprionus*) o que representa uma das maiores riquezas já registradas em inventários da fauna de drosofilídeos realizados no Brasil. Este é também o estudo que registrou a maior riqueza de *Drosophila* em um apenas tipo de ambiente, mesmo considerados cada um dos pontos de coleta individualmente. Dentre as espécies identificadas, 60 (41,1% das espécies e 2,03% dos indivíduos) não foram determinadas (51 de *Drosophila*, quatro de *Zygothrica*, duas de *Diathoneura* e uma de *Amiota*, *Cladochaeta*, e *Neotanygastrella*) sendo que a maioria delas deve representar espécies ainda não descritas. Foram registradas 24 novas ocorrências para o estado (não contabilizadas as espécies não determinadas/ não descritas) sendo que 19 destas espécies ainda não haviam sido registradas no sul do Brasil e duas na América do Sul. Este estudo estende para 105 o número de espécies de drosofilídeos registrado em Santa Catarina e evidencia a grande riqueza e o grande número espécies ainda não descritas contidos nas florestas atlânticas.

PALAVRAS-CHAVE – biodiversidade, *Drosophila*, levantamento taxonômico

A realização de inventários fornece informações úteis para detecção de tendências, impactos ou recuperação de ecossistemas. Isto permite a seleção e administração de áreas de preservação e o entendimento de fatores ambientais básicos que controlam o número de espécies (Chao 2004).

As moscas da família Drosophilidae, em especial as do gênero *Drosophila*, vêm sendo intensamente utilizadas na investigação científica dos mais diversos campos do conhecimento (Powell 1997). Atualmente, porém, o interesse em utilizá-las como modelos em estudos de distribuição da biodiversidade e suas causas vem aumentando (e.g. Sevenster & van Alphen 1993, Shorrocks & Sevenster 1995, Worthen *et al.* 1998), o que torna a publicação de inventários desta fauna particularmente relevante já que, exceto por uns poucos casos, o conhecimento sobre as espécies de Drosophilidae na região neotropical não é suficiente para uma discussão acerca de sua distribuição geográfica (Val *et al.* 1981).

De acordo com Bächli (2006), a família Drosophilidae inclui mais de 3.800 espécies e a maioria delas (mais de 1900) pertence ao gênero *Drosophila*. É estimado que este gênero possua cerca de 2280 espécies (Wheeler 1986).

Neste artigo é apresentada uma lista das espécies de uma área de Mata Atlântica no extremo sul da Serra do Mar, em Santa Catarina, que amplia o conhecimento sobre a distribuição geográfica dos drosofilídeos no Brasil. São apresentadas, também, estimativas de riqueza de espécies para cada um dos pontos e para a área estudados.

Material e Métodos

As coletas dos drosofilídeos foram realizadas no município de Joinville, sul do Brasil. Este município apresenta clima do tipo Cfa, segundo o sistema de Koeppen, e está situado no limite da zona tropical na isoterma anual de 20°C. O índice pluviométrico anual é superior a 2.100mm. A média anual da umidade relativa do ar ultrapassa 70% (Prefeitura Municipal de Joinville/ Planisul S.A. 1975). Durante o período de estudo, as médias anuais de temperatura e umidade foram 22,89°C e 79,38%, respectivamente, enquanto a pluviosidade anual acumulada foi, em média, de 1882,31mm.

A área de estudo (26°17'37,9''S; 49°00'56,4''W), conhecida como Piraí, apresenta-se bem preservada e com reduzida interferência antrópica e localiza-se em uma área de Floresta Ombrófila Densa, formação pertencente ao domínio Mata Atlântica, no extremo sul da Serra do Mar.

Foram amostrados três pontos em uma mata contígua, bastante similares quanto à vegetação e ao relevo: P1, P2 e P3. Os pontos P1 e P2 localizam-se em uma área de preservação ambiental com acesso restrito e distam 200m entre si. O primeiro destes está situado às margens do Rio Piraí, a aproximadamente 30m da borda do fragmento. O segundo ponto situa-se na base de um dos morros da região e dista cerca de 75m da borda do fragmento. No ponto P3, distante cerca de 4,5km dos dois anteriores, a influência antrópica, apesar de reduzida, é maior que a encontrada em P1 e P2 devido à existência de algumas habitações rurais e pequenas áreas dedicadas ao cultivo e à criação de animais.

Para a coleta dos drosofilídeos foram utilizadas armadilhas baseadas no modelo proposto por Tidon & Sene (1988) e isca de banana amassada (100g em média por armadilha) com fermento biológico seco. Estas armadilhas foram fixadas a aproximadamente 1,5m do solo, permanecendo durante três dias no local de coleta.

Nos pontos P1 e P2 foram utilizadas 25 armadilhas em cada um, por coleta, distribuídas em áreas de cerca de 200m², enquanto em P3 foi utilizado um total de 78 armadilhas por coleta, distribuídas em 11 sub-pontos de um transecto de 500m a partir da borda do fragmento além de outros dois sub-pontos menos preservados, distantes 0,9 e 1,5km do sub-ponto de origem do transecto. Em P1 e P2 foram realizadas 14 coletas enquanto em P3 foram realizadas sete, englobando um período de mais de três anos (Tabela 1). É importante salientar que a metodologia utilizada foi modelada para análises ecológicas (manuscritos em preparação) e não com o intuito de gerar um inventário.

As moscas foram identificadas com base em caracteres morfológicos externos, através de chaves de identificação e descrições ou redescrições de espécies (trabalhos utilizados estão listados no Anexo I da dissertação). No caso de espécies muito semelhantes ou crípticas, os machos tiveram sua terminália analisada sem a remoção desta, conforme Spassky (1957), ou foram dissecadas e preparadas de acordo com a técnica elaborada por Wheeler & Kambysellis (1966). As fêmeas destas espécies foram individualizadas em recipientes com meio de cultura, para a análise da genitália da prole masculina.

As moscas do subgrupo *willistoni*, devido à dificuldade de diferenciação entre suas espécies e ao grande número de indivíduos coletados, não foram identificadas em nível específico, porém foram tratadas com o *status* de espécie. É sabido que no sul do Brasil ocorrem duas das espécies deste subgrupo, *Drosophila paulistorum* e *D. willistoni*, sendo esta última bem mais abundante. Alguns indivíduos deste táxon foram dissecados e todos eles pertenceram à segunda espécie.

Representantes das espécies coletadas foram montados em alfinetes entomológicos e depositados na coleção do Laboratório de Drosofilídeos da Universidade Federal de Santa Catarina ou mantidos em etanol 70% para estudos posteriores.

Estimativas de espécies foram obtidas através do *software* EstimateS 7.5 (Colwell, 2005). Oito estimadores não-paramétricos – ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2, Bootstrap e Michaelis-Menten randomizado (MMMeans daqui em diante) – foram utilizados. O número de randomizações para os estimadores que a necessitam foi 50.

Resultados

Foram capturados 102.837 espécimes de drosofilídeos dos quais 100.368 foram identificados em nível específico, 2.397 em nível de grupo de espécies (do gênero *Drosophila*) e 72 em nível de gênero (38 espécimes de *Drosophila* e 34 espécimes de *Zygothrica*). Foram identificadas 145 espécies da família (96 em P1, 99 em P2 e 111 em P3), sendo 125 do gênero *Drosophila*, 13 de *Zygothrica*, duas de *Diathoneura* e uma de *Amiota*, *Cladochaeta*, *Neotanygastrella*, *Zaprionus* e *Scaptodrosophila* (Tabela 2). Das nove espécies exóticas registradas, sete pertencem ao gênero *Drosophila* (*D. ananassae*, *D. busckii*, *D. immigrans*, *D. malerkotliana*, *D. melanogaster*, *D. simulans*, uma ainda não determinada do grupo *melanogaster*), uma ao *Zaprionus* (*Z. indianus*) e uma ao *Scaptodrosophila* (*S. latifasciaeformis*).

Os estimadores de espécies analisados apontam a existência de 149,21 (MMMeans) a 205,10 (Jackknife2) espécies no *pool* regional, 105,55 (Chao1) a 129,97 (Jackknife2) em P1, 114,30 (Bootstrap) a 151,62 (Jackknife2) em P2, e 126,53 (Bootstrap) a 180,71 (Chao2) em P3 (Fig. 1).

Discussão

Este estudo aponta uma das maiores riquezas de espécies observadas em inventários já realizados no Brasil. Embora uma comparação da riqueza observada com as de outros estudos no Brasil seja dificultada em virtude da não padronização dos métodos de coleta (método de atração e apreensão das moscas e área amostrada, entre outros), os números de espécies observados chamam bastante a atenção. Outros estudos que também se destacam pela quantidade de espécies observadas são os de Val & Kaneshiro (1988), Medeiros & Klaczko (2004) e Gottschalk (2004), todos estes realizados no domínio Mata Atlântica.

Val & Kaneshiro (1988) utilizaram diversos recursos nativos e exóticos para a atração das moscas e diversas metodologias de captura, além de coletarem recursos em decomposição para análise das moscas emergidas em laboratório, e registraram 152 espécies na Estação Biológica de Boracéia. Nesta reserva ambiental no estado de São Paulo, três ambientes foram estudados: floresta primária, capoeira e uma área desflorestada coberta por gramíneas e plantas cultivadas.

Medeiros & Klaczko (2004) observaram 125 espécies, somente do gênero *Drosophila*, em um estudo realizado no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Estes autores, porém, realizaram coletas em três ambientes distintos quanto às condições climáticas e geomorfológicas, o que torna inadequada uma comparação da riqueza total observada com a do presente estudo. Como estes autores realizaram quatro coletas apenas, para fins de comparação do número de espécies, se considerarmos as quatro coletas em P1, P2 e P3 realizadas entre novembro de 2003 e agosto de 2004 (não haviam sido feitas coletas em P3 antes desta data), o que resultou em 115 espécies de *Drosophila* observadas sendo 82 em P1, 71 em P2 e 95 em P3. Estes números, comparados à riqueza obtida em

cada um dos três ambientes analisados por Medeiros & Klaczko (2004) (76, 90 e 57 espécies em Floresta Ombrófila Densa, Mata de encosta e Floresta de altitude, respectivamente), mostram que o presente estudo apresentou um número de espécies maior por ponto. É importante ressaltar que embora o estudo daqueles autores tenha abrangido um menor período de tempo, foi utilizado quase o dobro de armadilhas e a área amostrada foi bem maior (96 mil m² por ponto e 944 armadilhas no total; 200 m² em U1 e U2 e cerca de 15 mil m² em T e 512 armadilhas no total).

Gottschalk (2004) estudando a fauna de drosofilídeos em Florianópolis (SC), (160km ao sul de Joinville), em quatro ambientes distintos, amostrou 100 espécies de drosofilídeos em dois anos e meio não consecutivos de estudo. Dentre estas espécies, 49 foram registradas em área de Floresta Ombrófila Densa, 83 em uma capoeira (estágio intermediário de regeneração de Floresta Ombrófila Densa), 66 em um bosque artificial com espécies vegetais nativas e exóticas e 62 em uma ilha de bambuzais no centro da cidade. Estes números são menores que o do presente estudo, mesmo sem considerar a grande heterogeneidade ambiental dos quatro (riqueza total 30,92% menor).

Outros trabalhos realizados no Brasil não excederam 52 espécies, embora tenham utilizado, em geral, um menor esforço amostral e muitos indivíduos não tenham sido identificados em nível específico (Franck & Valente 1985, Valente & Araújo 1991, De Toni & Hofmann 1995, Saavedra *et al.* 1995, Vilela & Mori 1999, entre outros).

Esta grande riqueza observada, comparada aos demais estudos já realizados no país, deve ser resultado de diversos fatores simultaneamente.

O amplo período de amostragem, três anos e meio no total, é o primeiro deles. O presente estudo é o mais longo até então realizado no Brasil e com o maior número de coletas por ponto que se tem conhecimento (em P1 e P2 apenas). A figura 1 aponta que mesmo tendo sido temporalmente tão amplo, embora as amostras tenham sido feitas a cada

três meses, as curvas de estimativas de espécies obtidas sugerem que um maior número de espécies seria observado caso o estudo fosse prolongado.

O segundo fator é o aprimoramento das técnicas de coleta (Tidon & Sene 1988, Medeiros & Klaczko 1999, Gottschalk *et al.* 2003). Em estudos mais recentes têm sido utilizadas armadilhas que apreendem as moscas atraídas por isca, em geral banana, e este método tem proporcionado um maior número de indivíduos coletados bem como uma maior riqueza de espécies.

O terceiro fator a ser destacado é o aprimoramento da taxonomia de Drosophilidae e principalmente de *Drosophila*. Antigamente, a identificação e descrição das espécies eram feitas com base na morfologia externa da mosca. Entretanto, a similaridade da maioria das populações naturais de espécies de *Drosophila* e a existência de espécies crípticas conduziram a diversos outros critérios de identificação como o comportamento larval, forma do ovo e da pupa, e a estrutura dos cromossomos politênicos (Breuer & Pavan 1950, Heed 1962). Atualmente, descrições no campo da taxonomia têm dado grande atenção para a morfologia interna e externa da genitália do macho (Vilela 1983), pois se observou que muitas destas espécies poderiam ser distinguidas morfologicamente apenas pela análise de tal estrutura (Vilela 1992). Por este motivo, a genitália masculina, especialmente o *aedeagus*, tornou-se o caráter mais importante utilizado por taxonomistas para reconhecer, descrever e sinonimizar espécies (Vilela & Bächli 1990). De fato, a diferenciação pela genitália masculina pode ser apresentada como uma descrição grosseira para o conceito de espécie mais freqüentemente aplicado a este táxon. Sua utilização é considerada bastante eficaz, pois, morfologicamente, é a estrutura que apresenta uma evolução mais rápida e divergente, um padrão comum e difundido entre vários grupos animais (Eberhard 1985). Além disto, e impulsionado por esta técnica, um grande número

de novas descrições, além de descrições mais detalhadas, redescrições de espécies e, principalmente, descrições de genitálias foram publicadas.

O alto grau de preservação da mata e a grande extensão do fragmento em que esta área está inserida, já que esta é considerada uma das áreas de Mata Atlântica menos fragmentadas do sul do Brasil (Fundação SOS Mata Atlântica 2005), também parecem ter uma grande contribuição sobre a riqueza observada. Fernandez (2000), ao analisar o efeito do tamanho do fragmento sobre a diversidade, observou que esta é diretamente proporcional à área, apesar de esta relação ser não-linear. Por outro lado, ambientes perturbados promovem uma facilitação da introdução de espécies invasoras – tanto exóticas (Martins 1995) quanto nativas ruderais – (Martins 2001, Ferreira & Tidon 2005, Gottschalk 2004) levando a um processo de sucessão (mudança gradual na composição de espécies e da estrutura populacional), o que afeta significativamente a riqueza de espécies.

Um outro fator a ser levado em consideração é o tipo de ambiente em que o estudo foi realizado. Vários estudos mostraram que dentre os ecossistemas brasileiros, as formações florestais do domínio Mata Atlântica são aquelas onde os maiores números de espécies foram registrados. Além disso, este ambiente apresenta, no total, o maior número de espécies registradas no Brasil, embora isto também se deva a este ambiente ter sido o mais estudado e à grande heterogeneidade de relevo, vegetação e clima ao longo de toda sua extensão comparado aos demais. Em todo o bioma Cerrado (incluindo o ambiente urbano e seus ecossistemas associados), por exemplo, foram registradas 81 espécies da família a partir de diversos trabalhos realizados desde 1950 (R. Tidon, comunicação pessoal).

É importante destacar ainda que do total das espécies identificadas, 60 (41,1% do total) – representadas por 2.037 indivíduos (2,03% do total) – não tiveram referências detectadas na literatura (51 do gênero *Drosophila*, quatro de *Zygothrica*, duas de

Diathoneura e uma de *Amiota*, *Cladochaeta*, *Neotanygastrella*). Possivelmente algumas destas não foram identificadas pela ausência de descrições da genitália masculina, porém, a maioria deve representar espécies não descritas, como já observado em alguns estudos com esta família – Medeiros & Klaczko (2004) e Val & Kaneshiro (1988) encontraram 42,4% e 50% de espécies não determinadas, respectivamente. As espécies de *Drosophila* que não são eficientemente atraídas por iscas de banana são menos estudadas taxonomicamente, já que a maioria das coletas utiliza tal isca. Então, é razoável acreditar que uma grande parte das espécies já descritas tenham sido detectadas. Isto, porém, não deve ocorrer em relação às espécies não descritas o que leva a concluir que a proporção destas está subestimada.

O número de espécies observado em comunidades complexas inevitavelmente subestima a verdadeira riqueza (Chao 2004). A utilização de estimadores de riqueza tem sido proposta e vem se desenvolvendo para suplantando esta subestimação (Coleman 1981, Chao 1984, Chao 1987, Palmer 1991, Chao *et al.* 1993, Lee & Chao 1994, Nichols *et al.* 1998). Dentre os estimadores propostos, os não paramétricos têm recebido grande atenção pois vem mostrando ampla aplicabilidade e eficiência (Chao 2004). Entre eles, dois tipos básicos podem ser destacados: os baseados em incidência de espécies – dentre os quais estão ICE, Chao 2, Bootstrap, Jackknife1 e Jackknife 2 – e os baseados nas abundâncias das espécies – dentre os quais estão ACE, Chao1 e Michaelis-Menten.

No presente estudo, os estimadores baseados em incidência de espécies, exceto *Bootstrap*, tenderam a gerar as maiores estimativas de riqueza. A grande quantidade de *uniques* e *duplicates* (cerca de metade das espécies em P1, P2, P3 e no *pool* regional) nas assembléias estudadas parece ser a razão deste comportamento, já que estes são a base para o cálculo de tais estimativas. Os estimadores baseados em incidência não são adequados para estudar assembléias com excepcionalmente grande número de espécies raras (conforme observado em nossos dados) e, portanto, a utilização deles é restrita. A

utilização do estimador Jackknife 1 é também restringida por sua fórmula permitir apenas estimativas que não excedam o dobro de espécies observadas (Krebs 1999). Sendo assim, este estimador também não deve ser usado com amostras muito espaçadas (como ocorreu no presente estudo) ou que foram muito pouco amostradas.

Os estimadores MMMeans, Chao 1 e ACE, baseados em abundância, são altamente sensíveis à fragmentação na distribuição das espécies (Chazdon *et al.* 1998), como também o são os estimadores baseados em incidência (Butler & Chazdon 1998). As populações de drosofilídeos apresentam distribuição agregada (Tidon-Sklorz & Sene 1992), e, portanto, estes estimadores têm também aplicabilidade restrita para a assembléia destes insetos. O MMMeans, entretanto, foi o mais estável dos estimadores (como no trabalho de Chazdon *et al.* 1998) e atingiu valores mais próximos dos obtidos nas estimativas finais com um menor número de amostras e/ou indivíduos.

Em função da restrição da aplicabilidade destes estimadores e do fato de que nenhuma das curvas de estimativa atingiu sua assíntota, optou-se por apresentar os resultados dos oito estimadores, sugerindo-se assim um intervalo de valores possíveis para a riqueza das assembléias. Segundo estes estimadores, foram coletados entre 73,09 e 90,00% das espécies em P1, 65,29 e 86,61% em P2, 60,87 e 86,94% em P3, e 70,70 e 97,18% no total para a área estudada, números que podem ser considerados satisfatórios frente à alta diversidade desta fauna.

A ausência das assíntotas nas curvas de estimativas de riqueza obtidas, no entanto, aponta que estes números ainda deverão sofrer alterações se novas amostras forem obtidas. Há sempre um finito número de espécies em uma dada área, mas em áreas altamente diversas, especialmente aquelas cujas espécies apresentam distribuições espaciais não randômicas, pode ser necessário amostrar completamente a área para observar todas as espécies, em especial as raras (Chazdon *et al.* 1998).

Previamente haviam sido registradas em Santa Catarina 81 espécies (Sene *et al.* 1980, Vilela *et al.* 1983, De Toni & Hofmann 1995, De Toni *et al.* 2001, Gottschalk 2004). O presente estudo apresentou 24 novos registros para o estado (17 do gênero *Drosophila* e sete de *Zygothrica*, não contabilizadas as espécies não determinadas/ não descritas) sendo que destas, 19 ainda não haviam sido coletadas no sul do Brasil e duas em toda a América do Sul (Tabela 2).

Desta forma, as coletas realizadas estendem o conhecimento sobre a distribuição geográfica de 24 espécies e aumentam para 105 o número de espécies registradas em Santa Catarina. O presente estudo evidencia ainda a grande riqueza e o grande número espécies ainda não descritas contidos nas florestas atlânticas.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente suportado pelas Agências Financiadoras Brasileiras CAPES, CNPq e PROPESQ-UFRGS. Nós também agradecemos a Dra. Francisca C. Val (USP), Hermes F. Medeiros (UNICAMP) e Sabrina C. F. de Oliveira, Hermes J. Schmitz e Marco S. Gottschalk (UFRGS) pelas discussões acerca da identificação de vários espécimes, a Dra. Francisca C. Val e a Carlos Lamas (USP) por permitirem acesso à coleção de Diptera do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e a Aldo da S. Döge pela ajuda no trabalho de campo.

Literatura citada

- Breuer, M.E. & C. Pavan. 1950.** Genitalia masculina de “*Drosophila*” (Diptera): Grupo “*annulimana*”. *Revta bras. Biol.* 10: 469-488.
- Bächli, G. 2006.** Taxodros, the database on taxonomy of Drosophilidae. Available from: <http://www.taxodros.unizh.ch/>. (Accessed on March, 2006).
- Butler, B. J. & R.L. Chazdon. 1998.** Species richness, spatial variation, and abundance of the soil seed bank of a secondary tropical rain forest. *Biotropica* 30:214-222.
- Chao, A. 1984.** Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scand. J. Stat.* 11: 265-270.
- Chao, A. 1987.** Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43: 783-791.
- Chao, A. 2004.** Species richness estimation, *in press*. In N. Balakrishnan, C.B. Read, and B. Vidakovic (eds.), *Encyclopedia of Statistical Sciences*. New York, Wiley.
- Chao, A., M.C. Ma & M.C.K. Yang. 1993.** Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. *Biometrika* 80: 193-201.
- Chazdon, R.L., R.K. Colwell, J.S. Denslow & M.R. Guariguata. 1998.** Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica, p. 285-309. In F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.), *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies*. Paris, Parthenon Publishing, 696p.
- Coleman, B.D. 1981.** On random placement and species-area relations. *Math. Biosci.* 54: 191-215.
- Colwell, R.K. 2005.** EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.

- De Toni, D.C. & P.R.P. Hofmann. 1995.** Preliminary taxonomic survey of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) at Morro da Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brazil. *Revta bras. Biol.* 55: 347-350.
- De Toni, D.C., P.R.P. Hofmann & V.L.S. Valente. 2001.** First record of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the State of Santa Catarina, Brazil. *Biotemas* 14: 71-85.
- Eberhard, W.G. 1985.** Sexual selection and animal genitalia. Cambridge, Harvard University Press, 244p.
- Fernandez, F.A.S. 2000.** O poema imperfeito: crônicas de biologia, conservação da natureza e seus heróis. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná, 260p.
- Ferreira, L.B. & R. Tidon. 2005.** Colonizing potencial of Drosophilidae (Insecta, Diptera) in environments with different grades of urbanization. *Biodivers. Conserv.* 14: 1809-1821.
- Franck, G. & V.L.S. Valente. 1985.** Study on the fluctuation in *Drosophila* populations of Bento Gonçalves, RS, Brazil. *Revta bras. Biol.* 45: 133-141.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 2005.** Portal SOS Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br/?secao=atlas>. Data de acesso: 27/12/2005.
- Gottschalk, M.S. 2004.** Influência da urbanização sobre assembléias de Drosophilidae na cidade de Florianópolis, SC, Brasil. Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, iv+111p.
- Gottschalk, M.S., J. Cordeiro, D.C. De Toni & P.R.P. Hofmann. 2003.** Comparison between two sampling methods for Drosophilidae (Diptera) using banana baits. *DIS* 86: 33.

- Heed, W.B. 1962.** Genetic characteristics of islands populations. Univ. Texas Publs 6205: 173-206.
- Krebs, C.J. 1999.** Ecological Methodology. New York, Addison-Wesley Educational Publishers, 2nd edition, xii+581pp.
- Lee, S.M. & A. Chao. 1994.** Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. Biometrics 50: 88-97.
- Martins, M.B. 1995.** Drosófilas e outros insetos associados a frutos de *Parahanchornia amapa* dispersos sobre o solo da floresta. Campinas, Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 203p.
- Martins, M.B. 2001.** Drosophilid fruit-fly guilds in forest fragments, p. 175-186. In R. O. Bierregard Jr., C. Gascon, T.E. Lovejoy & R. Mesquita (eds.). Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest. New Haven, Yale University Press, 478p.
- Medeiros, H.F. & L.B. Klaczko. 1999.** A weakly biased *Drosophila* trap. DIS 82: 100-102.
- Medeiros, H.F. & L.B. Klaczko. 2004.** How many species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) remain to be described in the forests of São Paulo, Brazil? Species lists of three forest remnants. Biota Neotropica 4: 1-12.
- Nichols, J.D., T. Boulinier, J.E. Hines, K.H. Pollock & J.R. Sauer. 1998.** Inference methods for spatial variation in species richness and community composition when not all species are detected. Conserv. Biol. 12: 1390-1398.
- Palmer, M.W. 1991.** Estimating species richness: The second-order jackknife reconsidered. Ecology 72: 1512-1513.

- Prefeitura Municipal De Joinville/ Planisul S.A. 1975.** Projeto de implantação do distrito industrial. Plano diretor básico e plano de ação. Vol. 2. Joinville, 34p.
- Powell, J.R. 1997.** Progress and prospects in evolutionary biology: The *Drosophila* model. Oxford, Oxford University Press, xiv+562p.
- Saavedra, C.C.R., S.M. Callegari-Jacques, M. Napp & V.L.S. Valente. 1995.** A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. *J. Zool. Syst. Evol. Res.* 33: 62-74.
- Sene, F.M., F.C. Val, C.R. Vilela & M.A.Q.R. Pereira. 1980.** Preliminary data of geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. *Pap. Avul. Zool.* 33: 315-326.
- Sevenster, J.G. & J.J.M. van Alphen. 1993.** A life-history trade-off in *Drosophila* species and community structure in variable environments. *J. Anim. Ecol.* 62: 720-736.
- Shorrocks, B. & J.G. Sevenster. 1995.** Explaining local species diversity. *P. Roy. Soc. Lond. B Bio.* 260: 305-309.
- Spassky, B. 1957.** Morphological differences between sibling species of *Drosophila*. *Univ. Texas Publs* 5721: 48-61.
- Tidon, R. & F.M. Sene. 1988.** A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. *DIS* 672: 89.
- Tidon, R., D.F. Leite, L.B. Ferreira & B.F.D. Leão. 2005.** Drosofilídeos (Diptera, Insecta) do Cerrado, *in press*. In Scariot, A., Felfili, J.M. & Souza-Silva, J.C. (eds.). *Ecologia e Biodiversidade do Cerrado*.

- Tidon-Sklorz, R. & F.M. Sene. 1992.** Vertical and temporal distribution of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) species in a wooded area in the state of São Paulo, Brazil. *Revta bras. Biol.* 52: 311-317.
- Val, F.C. & K.Y. Kaneshiro. 1988.** Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica da Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution, p. 189-203. In P.E. Vanzolini, & W.R. Heyer (eds.), *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 488p.
- Val, F.C., C.R. Vilela & M.D. Marques. 1981.** Drosophilidae of the Neotropical Region, p. 123-168. In M. Ashburner, H.L. Carson & J.N. Thompson Jr. (eds.), *The genetics and biology of Drosophila*. London, Academic Press, Vol. 3a, 429p.
- Valente, V.L.S. & A.M. Araújo. 1991.** Ecological aspects of *Drosophila* species in two contrasting environments in southern Brazil (Diptera, Drosophilidae). *Revta bras. Ent.* 35: 237-253.
- Vilela, C.R. 1983.** A revision of the *Drosophila repleta* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revta bras. Ent.* 27: 1-114.
- Vilela, C.R. 1992.** On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revta bras. Ent.* 36: 197-221.
- Vilela, C.R. & G. Bächli. 1990.** Taxonomic studies on neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 63: 1-332.
- Vilela, C.R. & L. Mori. 1999.** The genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the *Serra do Cipó*: further notes. *Revta bras. Ent.* 43: 319-328.

- Vilela, C.R., M.A.Q.R. Pereira & F.M. Sene. 1983.** Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil: II. The *repleta* group. *Cienc. e Cult.* 35: 66-70.
- Wheeler, M.R. & M.P. Kambysellis. 1966.** Notes on the Drosophilidae (Diptera) of Samoa. *Univ. Texas Publs* 6615: 533-565.
- Wheeler, M.R. 1986.** Catalog of the World's Drosophilidae, p. 395-409. In M. Ashburner, H.L. Carson & J.N. Thompson Jr. (eds.), *The genetics and biology of Drosophila*. London, Academic Press, Vol. 3e, xix+548p.
- Worthen, W.B., M.T. Jones & R.M. Jetton. 1998.** Community structure and environmental stress: desiccation promotes nestedness in mycophagous fly communities. *Oikos* 81: 45-54.

Tabela 1 – Datas do recolhimento das armadilhas em cada coleta nos pontos P1, P2 e P3.

Estação e ano	P1/P2	P3
Primavera 2001	09 Out.	-
Verão 2002	22 Jan.	-
Outono 2002	19 Mai.	-
Inverno 2002	21 Jul.	-
Primavera 2002	03 Nov.	-
Verão 2003	24 Fev.	-
Outono 2003	04 Mai.	-
Inverno 2003	27 Jul.	-
Primavera 2003	18 Nov.	02 Dez.
Verão 2004	25 Jan.	23 Fev.
Outono 2004	18 Mai.	17 Mai.
Inverno 2004	06 Ago.	05 Ago e 09 Ago.
Primavera 2004	04 Nov.	03 Nov.
Verão 2005	28 Fev.	27 Fev.

Tabela 2 – Abundância absoluta das espécies de Drosophilidae coletadas em Joinville nos pontos P1, P2, P3 e total.

Gênero	Grupo	Espécie	P1	P2	P3	Total
<i>Amiota</i>	não identificado	<i>A. sp.am1</i>	0	0	1	1
<i>Cladochaeta</i>	não identificado	<i>C. sp.cl1</i>	1	0	0	1
<i>Drosophila</i>	<i>annulimana</i>	<i>D. annulimana</i> Duda 1927	14	15	89	118
		<i>D. ararama</i> Pavan & Cunha 1947	0	0	4	4
		<i>D. arassari</i> Cunha & Frota-Pessoa, in Pavan & Cunha, 1947	1	0	1	2
		não identificadas	1	1	3	5
	<i>bromelioides</i>	<i>D. bromelioides</i> Pavan & Cunha 1947	0	1	0	1
	<i>calloptera</i>	<i>D. atrata</i> Burla & Pavan 1953	3	3	2	8
		<i>D. calloptera</i> ² Schiner 1868	3	0	1	4
		<i>D. quadrum</i> (Wiedemann 1830)	0	0	2	2
	<i>canalinaea</i>	<i>D. albomarginata</i> ² Duda 1927	2	6	1	9
		<i>D. davidgrimaldii</i> ² Vilela & Bächli 1990	1	0	0	1
		<i>D. sp.cn1</i>	7	0	0	7
		<i>D. sp.cn2</i>	0	1	0	1
		<i>D. sp.cn3</i>	0	0	1	1
		<i>D. sp.cn4</i>	0	0	1	1
		<i>D. sp.cn5</i>	5	2	1	8
		<i>D. sp.cn6</i>	10	32	2	44
		<i>D. sp.cn7</i>	0	3	0	3
	não identificadas	1	4	1	6	
	<i>cardini</i>	<i>D. cardini</i> Sturtevant 1916	0	4	10	14
<i>D. cardinoides</i> Dobzhansky & Pavan 1943		11	17	4	32	
<i>D. neocardini</i> Streisinger 1946		46	23	43	112	
<i>D. neomorpha</i> Heed & Wheeler 1957		271	129	1.262	1.662	
<i>D. polymorpha</i> Dobzhansky & Pavan 1943		956	544	1.407	2.907	

	<i>D. sp.cd1</i>	0	2	3	5
	não identificadas	1	1	1	3
<i>coffeata</i>	<i>D. coffeata</i> ³ Williston 1896	120	199	52	371
	<i>D. fuscolineata</i> Duda 1925	8	8	29	45
	não identificadas	3	1	0	4
<i>dreyfusi</i>	<i>D. briereri</i> ² Pavan & Breuer 1954	16	18	1	35
	<i>D. dreyfusi</i> Dobzhansky & Pavan 1943	14	29	14	57
	<i>D. krugi</i> ² Pavan & Breuer 1954	0	1	0	1
	não identificadas	5	12	1	18
<i>guarani</i>	<i>D. griseolineata</i> Duda 1927	176	101	134	411
	<i>D. guaraja</i> ² King 1947	104	46	112	262
	<i>D. guaru</i> ² Dobzhansky & Pavan 1943	0	2	65	67
	<i>D. maculifrons</i> Duda 1927	0	0	3	3
	<i>D. ornatifrons</i> Duda 1927	15	0	47	62
	<i>D. sp.gu1</i>	3	1	13	17
	<i>D. sp.gu2</i>	87	40	63	190
	<i>D. sp.gu3</i>	0	1	0	1
	<i>D. sp.gu4</i>	2	0	1	3
	<i>D. sp.gu5</i>	0	1	1	2
	não identificadas	20	10	0	30
<i>immigrans</i>	<i>D. immigrans</i> Sturtevant 1921	22	29	50	101
<i>melanogaster</i>	<i>D. ananassae</i> Doleschall 1858	1	1	2	4
	<i>D. malerkotliana</i> Parshad & Paika 1964	564	164	351	1.079
	<i>D. melanogaster</i> Meigen 1830	232	41	1	274
	<i>D. simulans</i> Sturtevant 1919	1.333	706	2.803	4.842
	<i>D. sp.ml1</i>	0	1	0	1
<i>pallidipennis</i>	<i>D. pallidipennis</i> Dobzhansky & Pavan 1943	11	13	33	57
<i>repleta</i>	<i>D. carolinae</i> ² Vilela 1983	25	25	27	77
	<i>D. ellisoni</i> Vilela 1983	8	4	14	26
	<i>D. fascioloides</i> Dobzhansky & Pavan 1943	54	63	240	357
	<i>D. hydei</i> Sturtevant 1921	4	6	39	49

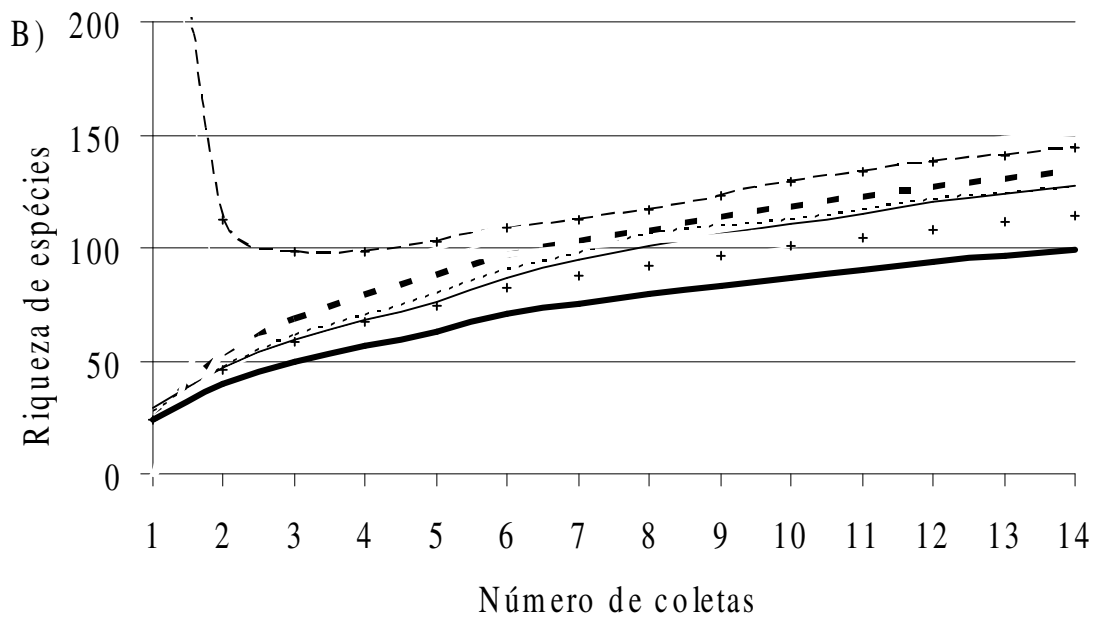
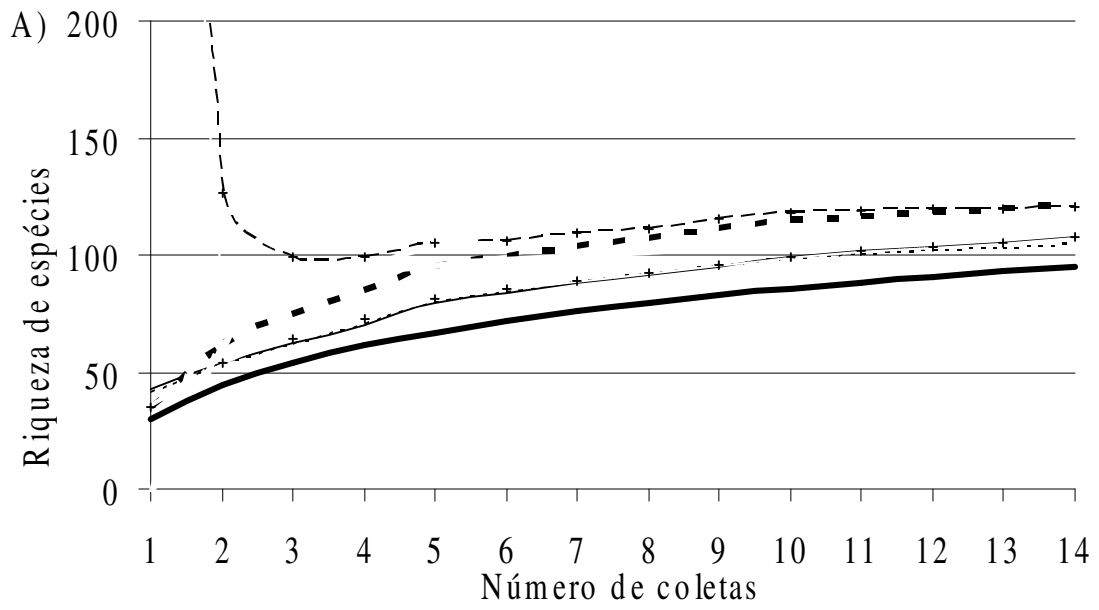
	<i>D. mapiriensis</i> Vilela & Bächli 1990	0	0	1	1
	<i>D. mercatorum</i> Patterson & Wheeler 1942	167	62	598	827
	<i>D. meridionalis</i> Wasserman 1962	0	2	1	3
	<i>D. nigricruria</i> Patterson & Mainland, in Patterson, 1943	0	0	1	1
	<i>D. onca</i> Dobzhansky & Pavan 1943	43	47	51	141
	<i>D. pictura</i> ² Wasserman 1962	3	6	1	10
	<i>D. repleta</i> Wollaston 1858	1	0	1	2
	<i>D. zottii</i> Vilela 1983	3	2	2	7
	<i>D. sp.re1</i>	1	0	0	1
	<i>D. sp.re2</i>	11	0	0	11
	<i>D. sp.re3</i>	140	154	113	407
	<i>D. sp.re4</i>	2	0	1	3
	não identificadas	180	183	555	918
<hr/> <i>saltans</i>	<i>D. neoelliptica</i> Pavan & Magalhaes, in Pavan, 1950	102	78	245	425
	<i>D. neosaltans</i> Pavan & Magalhaes, in Pavan, 1950	4	10	15	29
	<i>D. prosaltans</i> Duda 1927	55	23	67	145
	<i>D. pulchella</i> ² Sturtevant 1916	1	1	0	2
	<i>D. saltans</i> Sturtevant 1916	2	3	4	9
	<i>D. sturtevanti</i> Duda 1927	5.615	3.746	5.595	14.956
	<i>D. sp.sa1</i>	5	2	1	8
	não identificadas	0	0	29	29
<hr/> <i>tripunctata</i>	<i>D. bandeirantorum</i> Dobzhansky & Pavan 1943	84	115	238	437
	<i>D. bifilum</i> ² Frota-Pessoa 1954	1	0	1	2
	<i>D. bipunctata</i> ³ Patterson & Mainland, in Patterson, 1943	0	1	1	2
	<i>D. cuaso</i> Bächli, Vilela & Ratcov 2000	136	67	91	294
	<i>D. medioimpressa</i> Frota-Pessoa 1954	4	0	0	4
	<i>D. mediopicta</i> Frota-Pessoa 1954	597	499	764	1.860

	<i>D. mediopunctata</i> Dobzhansky & Pavan 1943	71	71	208	350
	<i>D. nappae</i> Vilela, Valente & Basso-da-Silva 2004	38	24	47	109
	<i>D. neoguaramunu</i> ² Frydenberg 1956	9	4	0	13
	<i>D. paramediostriata</i> Townsend & Wheeler 1955	8	2	1	11
	<i>D. paraguayensis</i> Duda 1927	960	1.249	1.267	3.476
	<i>D. roehrae</i> Pipkin & Heed 1964	37	42	128	207
	<i>D. setula</i> Heed & Wheeler 1957	7	15	1	23
	<i>D. trifilum</i> Frota-Pessoa 1954	3	2	1	6
	<i>D. tripunctata</i> ¹ Loew 1862	1	0	0	1
	<i>D. unipunctata</i> Patterson & Mainland, in Patterson, 1943	12	1	7	20
	<i>D. sp.tp1</i>	2	0	0	2
	<i>D. sp.tp2</i>	1	0	0	1
	<i>D. sp.tp3</i>	1	0	0	1
	<i>D. sp.tp4</i>	1	1	0	2
	<i>D. sp.tp5</i>	0	3	1	4
	<i>D. sp.tp6</i>	0	0	2	2
	<i>D. sp.tp7</i>	0	0	1	1
	<i>D. sp.tp8</i>	4	2	4	10
	<i>D. sp.tp9</i>	4	11	2	17
	<i>D. sp.tp10</i>	1	0	2	3
	não identificadas	512	746	126	1.384
<i>willistoni</i>	<i>D. bocainoides</i> Carson 1954	0	1	0	1
	<i>D. capricorni</i> Dobzhansky & Pavan 1943	4.967	5.666	7.819	18.452
	<i>D. fumipennis</i> Duda 1925	943	1.193	2.099	4.235
	<i>D. nebulosa</i> Sturtevant 1916	2	1	1	4
	<i>D. parabocainensis</i> ¹ Carson 1954	9	4	90	103
	<i>D. sgr. willistoni</i> Pavan 1952	14.594	12.619	10.280	37.493
<i>busckii</i>	<i>D. busckii</i> Coquillett 1901	2	0	15	17
não agrupadas	<i>D. caponei</i> Pavan & Cunha 1947	40	48	978	1.066

		<i>D. boraceia</i> ² Vilela & Val 2004	0	0	1	1
		<i>D. flexa</i> Loew 1866	1	1	4	6
não identificado		<i>D. sp.ob1</i>	0	3	0	3
		<i>D. sp.ob2</i>	3	0	2	5
		<i>D. sp.ms1</i>	56	48	54	158
		<i>D. sp.ms2</i>	0	1	0	1
		<i>D. sp.bo1</i>	0	0	1	1
		<i>D. sp.bo2</i>	0	0	1	1
		<i>D. sp.bo3</i>	0	0	1	1
		<i>D. sp.as1</i>	0	0	2	2
		<i>D. sp.as2</i>	34	36	62	132
		<i>D. sp.as3</i>	9	10	13	32
		<i>D. sp.as4</i>	0	0	4	4
		<i>D. sp.jd1</i>	26	73	118	217
		<i>D. sp.jd2</i>	31	25	140	196
		<i>D. sp.jd3</i>	152	38	291	481
		<i>D. sp.jd4</i>	6	4	4	14
		<i>D. sp.jd5</i>	0	0	6	6
		<i>D. sp.jd6</i>	0	0	1	1
		<i>D. sp.jd7</i>	0	0	1	1
		<i>D. sp.jd8</i>	1	0	1	2
		<i>D. sp.jd9</i>	7	9	3	19
		<i>D. sp.jd10</i>	0	1	0	1
		<i>D. sp.jd11</i>	0	0	1	1
		não identificadas	7	4	27	38
<i>Diathoneura</i>	-	<i>D. sp.dt1</i>	0	1	0	1
	-	<i>D. sp.dt2</i>	0	1	2	3
<i>Neotanygastrella</i>	-	<i>N. sp.nt1</i>	0	0	1	1
<i>Scaptodrosophila</i>	<i>latifasciaeformis</i>	<i>S. latifasciaeformis</i> (Duda 1940)	0	2	302	304
<i>Zaprionus</i>	<i>armatus</i>	<i>Z. indianus</i> Gupta 1970	24	4	158	186
<i>Zygothrica</i>	<i>atriangula</i>	<i>Z. poeyi</i> ² (Sturtevant 1921)	3	1	0	4
	<i>bilineata</i>	<i>Z. bilineata</i> (Williston 1896)	0	3	0	3
	<i>dispar</i>	<i>Z. dispar</i> ¹ (Wiedemann 1830)	0	1	0	1

	<i>Z. nigropleura</i> ² Grimaldi 1987	0	1	0	1
<i>hypandriata</i>	<i>Z. hypandriata</i> ² Burla 1956	0	1	0	1
	<i>Z. lanceolata</i> ² Burla 1956	0	2	0	2
<i>orbitalis</i>	<i>Z. orbitalis</i> (Sturtevant 1916)	0	0	5	5
<i>vittimaculosa</i>	<i>Z. vittimaculosa</i> ² Burla 1956	2	1	0	3
não agrupada	<i>Z. apopoeyi</i> ² Burla 1956	0	2	0	2
não identificado	<i>Z. sp.zy1</i>	0	1	0	1
	<i>Z. sp.zy2</i>	1	0	1	2
	<i>Z. sp.zy3</i>	1	0	0	1
	<i>Z. sp.zy4</i>	2	0	0	2
	não identificadas	11	19	4	34
Totais		33.924	29.310	39.603	102.837

Novos registros: para o estado de Santa Catarina (¹), para o sul do Brasil (²) e para América do Sul (³).



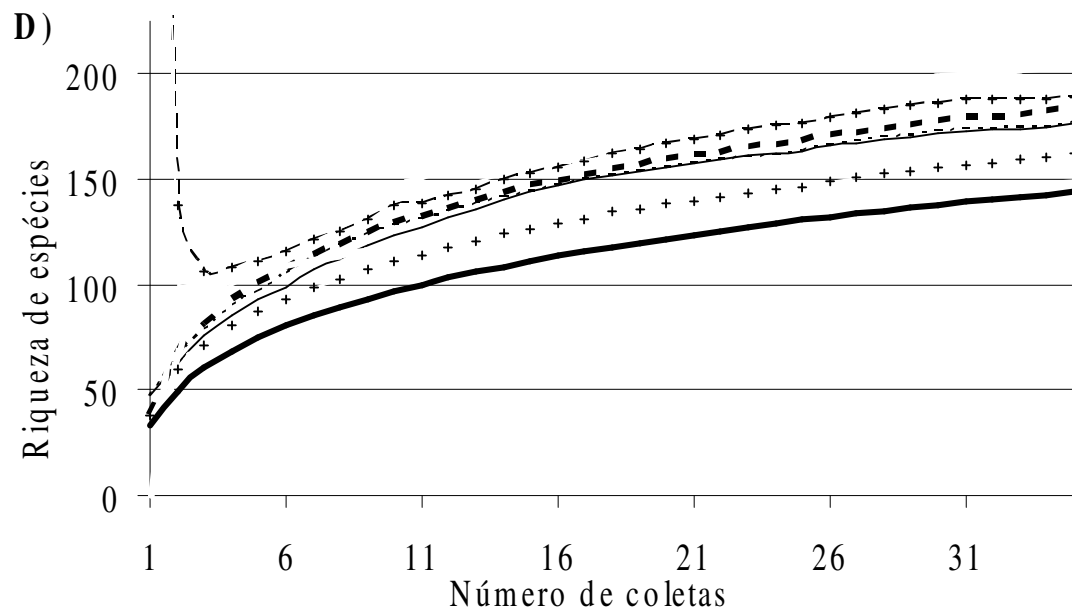
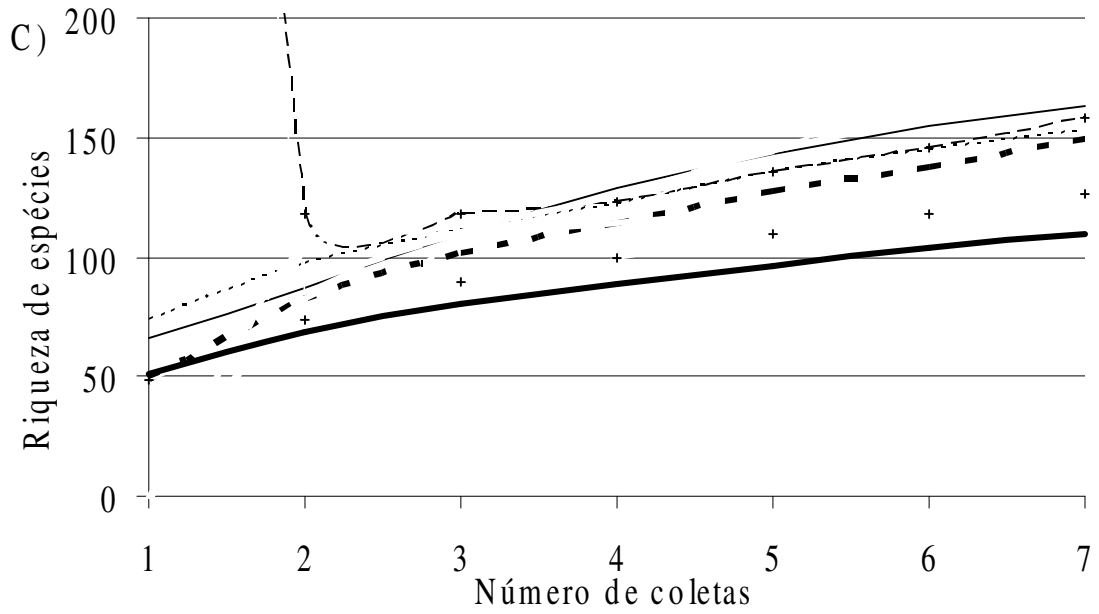


Figura 1 - Curvas de estimativas de espécies observadas e de acumulação de espécies (randomizada) para as amostras obtidas em (A) U1, (B) U2 e (C) T e (D) no *pool* regional.

— ACE, - - - ICE, - - - - Chao 1, - - - - Chao 2, - - - - Jackknife 1, - - - - Jackknife 2, - - - - Bootstrap, - - - - MMMeans, — Curva de acumulação de espécies randomizada.

Normas para publicação na revista *Neotropical Entomology*

ISSN 1519-556X *printed version*

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

- Scope and policy
- Form and preparation of manuscripts
- General rules

Scope and policy

The **Neotropical Entomology** was created in 1972, by the Entomological Society of Brazil, with the purpose of publishing results of original research on the several specialties of entomology, like bionomics, systematics, morphology, physiology, behavior, ecology, biological control, crop protection and on acarology. Extensive reviews or articles concerning current issues in entomology presented in a thought-provoking form are published in the Forum Section, by invitation. Communications to the scientific community, like: new techniques, occurrence of new species our new interactions will be preferably published as **Scientific Note**.

Papers must be original, not submitted to other journal or previously published and represent significant contribution to entomological knowledge. Manuscripts can be written in English, Portuguese or Spanish; acceptance of other languages is at the discretion of the Editorial Board. The decision for publication is based on the recommendations of the Editorial Board and *ad hoc* reviewers.

Form and preparation of manuscripts

Manuscripts should be written on 21x29.7 cm pages, with a 2.5 cm wide left margin and 1.5 cm wide right margin, in double spacing. They can be sent by e-mail or printed on paper (three copies).

Send the papers in floppy disk only after the final revision, when requested. Use Word 97 for the text and preferably Excel for the graphics. A fee of U\$7.00 will be charged per printed page for SEB members and U\$10.00 for non-members. Whenever needed, color prints can be accepted and a fee of US\$30.00 will be charged for each color page. The authors will receive 50 reprints free.

Send manuscripts to:

Neotropical Entomology / The Editor

Regina Lúcia Sugayama

Caixa Postal 441 - CEP 95.200-000

Vacaria - RS - Brasil

Fone: +55 54 232 4938

Fax: +55 54 2320101

E-mail: regina.sugayama@neotrop.entomol.com.br

General rules

1. Prepare two front pages. In the first, write the full name and address of the author to whom correspondence is to be sent, in the upper right hand corner. Write the title of the paper in lower case letters (only the first letter of each word should be in upper case letters); scientific names should be in lower case italic letters. Use only the name of the classifying author of the insect and do not use the year. Include the order and family of the arthropods. Under the title, place the name(s) of the author(s) in small capital letters placing only the author's first name and last name in full. Under the authors' names, write the institution and full address of each author with numerical keys. In the second front page, write only the title of the paper.
2. If the paper is written in English, begin page 3 with the **Resumo**. First write the title of the work in Portuguese in lower case letters, with the initial letters in upper case. Write the word RESUMO underneath the title in upper case letters justified against the left margin followed by a hyphen, and continue with the text of the **Resumo** in a single paragraph, with maximum 250 words. Leave a space and then write PALAVRAS-CHAVE in upper case letters. Use a maximum of five key words, different from those used in the paper title, separated by comas.
3. Begin page 4 with the word ABSTRACT in upper case letters justified against the left margin followed by a hyphen, and continue the text, in English, in a single paragraph. Do not repeat the paper title. At the end of the **Abstract**, leave a space and write KEY WORDS following the instructions given for the **Resumo**.
4. If the paper is written in Portuguese or Spanish, begin page 3 with the Abstract including the title in English and begin page 4 with the **Resumo** or **Resumen**, with no title. The complementary instructions in items 2 and 3 also apply.
5. From page 5 onwards, begin the **Introduction** without writing the word introduction. Follow with **Material and Methods** and **Results and Discussion** (these last two items may be written together or separately). The titles should be written in bold lower case letters, centralised, with the first letters of the words in upper case. Do not include the Conclusions item separately. The conclusions should be mentioned in the **Results and Discussion**. Next write the **Acknowledgments**, if there is any. Begin a new page to write the **Literature Cited**.

Note: Write the scientific names in full when they are mentioned for the first time in the Resumo, Abstract and Introduction. Use the abbreviated generic name in the rest of the paper.

6. References. Write the authors of the bibliographic references throughout the work in lower case letters followed by the year and then a comma (e.g. Martins 1986, Soares 1987, Garcia 1990, Rhode 1990) in chronological order and, in case of papers of the same year, use alphabetical order. In case of two authors use the & symbol [e.g. Robinson & Smith (1982)]. For more than two authors write *et al.* in italics [e.g. Almeida *et al.* (1981)]. In the item **Literature Cited**, quote the literature in alphabetical order using the author(s)'name(s) in bold lower case letters. The year of the reference should also be in bold. Quote on the number of the volume. Do not write the fascicle number. Use a comma to separate the names of the authors and do not use semicolon. Quote the first author by his last name and then place the initials of his name. For the second and

further authors first write the initials of the name and then the last name in full. Use the & symbol before quoting the last author. Abbreviate the titles of the bibliographic sources, always beginning with upper case letters. The abbreviation system used for periodicals is the one published in Current Contents - Journal Coverage as of January 1995.

Avoid quoting theses and do not quote summaries. See the following examples for quoting articles, books and book chapters.

Lomônaco, C. & E. Germanos. 2001. Phenotypic variation of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) as a response to larval competition for food. *Neotrop. Entomol.* 30: 223-231.

Clarke, G.M., B.P. Oldroyd & P. Hunt. 1992. The genetic basis of developmental stability in *Apis mellifera*: heterogosity versus genetic balance. *Evolution* 46: 753-762.

Price, P.W., T.M. Lewinson, G.W. Fernandes & W.N. Benson. 1992. (eds.) Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions. New York, Willey, 639p.

Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul, p. 41-66. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.

7. After the list of bibliographic references begin a new page with the tables. Place one table per page. Each table should be numbered with Arabic numbers, followed by a period. E.g. Table 1. Dose-response data for *B. thuringiensis* in diamondback moth populations from the Federal District, in 1996. The foot notes should have a numerical key. Do not use letters or asterisks.

8. After the tables, begin a new page with the list of captions for the figures. Write the word Figure, with the first letter in upper case, followed by the figure number and a period. E.g. Figure 2. Characterisation of the puparium of *A. obliqua*.

Note. Abbreviate the references to the figures in the text. E. g.: Fig.1. Do not abbreviate the references to the tables. E. g.: Table 1. In the Tables and Figures use the Times New Roman font. When referring to mean values in the Tables and Figures, include the standard error of the mean and the n (number of observations), using one decimal point for the mean and two for the standard error. Abbreviate the scientific names in the captions. After the figure captions include the original figures (laser printed or on opaque white paper - maximum width 20 cm), one per page. Limit the size of the original figures to twice the size they should be published. Write in pencil in the upper right hand corner the number of the figure and the last name of the first author. Do the same on the copies of the figures which accompany the second and third copies of the paper. Avoid using photographs.

9. **Scientific Communications.** Include **Abstract** and **Resumo**, followed by the KEY WORDS or PALAVRAS-CHAVE. Do not divide the text in Introduction, Material and Methods, etc.

10. **Forum Section.** Extensive reviews or articles concerning current issues in Entomology are published in this section, by invitation. Controversial articles are welcomed, but the text should make explicit that a particular argument is controversial, and refer to the

generally accepted view. Neotropical Entomology and its editors assume no responsibility for the statements expressed by the contributors to this section.

CAPÍTULO III

Manuscrito a ser submetido à revista *Biological Journal of the Linnean Society*

Efeito da variação espacial e temporal sobre assembléias de drosofilídeos (Diptera) em
uma região de Mata Atlântica no sul do Brasil

**JONAS DA SILVA DÖGE¹, PAULO ROBERTO PETERSEN HOFMANN² & VERA
LÚCIA DA SILVA VALENTE^{1,3*}**

*¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Instituto de Biociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prédio 43323, Sala 210, Caixa Postal
15053, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil, E-mail: jdoge@pop.com.br*

*²Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética, CCB, Universidade
Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476, CEP 88010-970. Florianópolis, SC, Brazil.
E-mail: prph@ccb.ufsc.br*

*³Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Prédio 43323, Sala 210, Caixa Postal 15053, CEP 91501-970, Porto
Alegre, RS, Brazil, E-mail: vera.gaiesky@ufrgs.br*

Flutuação espacial e temporal na abundância de drosofilídeos

Resumo

Foram realizadas coletas de drosofilídeos em quatro pontos de Mata Atlântica preservada no sul do Brasil para a avaliação do efeito da variação espacial e temporal sobre as populações durante três anos e meio. A maioria das 37 espécies analisadas apresentou flutuações bem definidas e cíclicas ao longo do tempo, refletidas na riqueza e diversidade de espécies, mas apenas poucas apresentaram abundâncias significativamente distintas entre os pontos estudados. A heterogeneidade temporal, e mais especificamente a temperatura ou algum fator dependente deste parâmetro, mostrou-se uma importante promotora e mantenedora da diversidade, embora ainda não sejam claros os mecanismos pela qual ela atua.

Palavras-chave – **Brasil – distribuição espacial – diversidade – *Drosophila* – composição de espécies da assembléia – sazonalidade – variação climática.**

1. Introdução

Estudos sobre as comunidades buscam descrever, de uma maneira simplificada, sistemas complexos e circunstâncias que se repetem. O reconhecimento de padrões nestes níveis organizacionais permite a sugestão de hipóteses sobre a ecologia e a evolução dos grupos estudados, relacionando os processos às suas possíveis causas. Além disso, explicar a diversidade de espécies de um local ainda representa um dos maiores desafios para a ciência, já que os fatores e processos que mantêm a riqueza de espécies na maioria dos sistemas biológicos ainda são desconhecidos (Begon *et al.*, 1990).

A Mata Atlântica é um dos sistemas biológicos com maior biodiversidade e mais ameaçados do planeta, o que o torna um *hotspot*, ou seja, uma das áreas prioritárias para a conservação (Myers *et al.*, 2000). Em áreas que contêm um grande número de espécies raras e endêmicas, como a Mata Atlântica, os efeitos da fragmentação são preocupantes (Laurence & Yensen, 1991). Sendo assim, estudos que busquem o entendimento dos processos ecológicos e evolutivos das espécies nela existentes são extremamente importantes.

Para estudos ecológicos e aqueles com caráter conservacionista, os drosofilídeos são extremamente apropriados já que apresentam alta sensibilidade a modificações no ambiente em pequena escala e rapidez de resposta em termos de crescimento populacional (Franck & Valente, 1985; Martins, 1987). A maioria destas moscas distribui-se em agregados (Brncic & Valente, 1978) e alimenta-se de microorganismos, especialmente leveduras, presentes em partes vegetais e fungos em decomposição.

O presente estudo tem como objetivo a compreensão da dinâmica populacional de espécies de drosofilídeos, em função de variações temporais e espaciais, e da dinâmica da assembléia em uma região de Mata Atlântica bem preservada no sul do Brasil.

2. Material e Métodos

Os pontos estudados situam-se em uma área localizada em uma região no extremo sul da Serra do Mar (26°17'37,9"S; 49°00'56,4"W), município de Joinville (sul do Brasil). Este município está situado no limite da zona tropical na isoterma anual de 20°C e, segundo o sistema de Koeppen, seu clima é do tipo Cfa. A média anual da umidade relativa do ar ultrapassa 70. O índice pluviométrico anual é superior a 2.100 mm sendo que o número de dias por mês que apresentam precipitações varia entre 12 e 20 (Prefeitura Municipal de Joinville/ Planisul S.A., 1975).

A área de mata secundária de floresta atlântica estudada apresenta-se bem preservada, pouco fragmentada e com reduzida interferência antrópica. Nela, quatro pontos de coleta, muito similares fitogeograficamente, foram estabelecidos: U1, U2, T1 e T2. Os pontos U1 e U2 são separados por uma área deflorestada (pastagens) de cerca de 100m e estão localizados, respectivamente, a 30 e 75m do limite dos fragmentos. Já T1 e T2 estão localizados a cerca de 5km dos pontos anteriores, não são separados por área desflorestada e distam cerca de 150m entre si.

Para a captura dos drosofilídeos foram utilizadas armadilhas baseadas no modelo proposto por Tidon & Sene (1988), com isca de banana (100g por armadilha, em média) misturada com *Saccharomyces cerevisiae* e penduradas em troncos a cerca de 1,5m de altura. Foram distribuídas 25 armadilhas em U1 e U2, em uma área de cerca de 300m², e 24 em T1 e T2, em uma área de cerca de 600m². No total, 40 amostras foram realizadas (Tabela 1).

Um teste de MANOVA (a dois critérios de classificação – variação temporal X variação espacial) por *rankings* (Zar, 1999) foi realizado para verificar diferenças na

abundância (absoluta) entre as estações e os pontos das espécies que apresentaram pelo menos 50 indivíduos ao longo do estudo e tenham ocorrido em pelo menos 10 amostras.

A correlação por *rankings* de Spearman (r_s) foi calculada para medir a sobreposição de nicho entre as espécies e o efeito de variáveis climáticas sobre o número de indivíduos coletados. Estas últimas basearam-se na temperatura e umidade no momento da retirada das armadilhas ($^{\circ}C_L$ e UR_L , respectivamente) e nas médias de temperatura, umidade e pluviosidade dos dias em que as armadilhas permaneceram em campo ($^{\circ}C_3$, UR_3 e P_3 , respectivamente). Tais análises refletem principalmente o grau de atividade destas moscas. A utilização de $^{\circ}C_L$ e UR_L é justificada pelo fato de que, no momento do recolhimento das armadilhas, boa parte dos indivíduos encontravam-se na parte inferior das mesmas, onde a isca é colocada, e não no compartimento de retenção dos espécimes, o que sugere que a chegada de tais indivíduos nas armadilhas tenha ocorrido no dia do recolhimento delas. Com o intuito de avaliar o efeito destas variáveis sobre o desenvolvimento e a sobrevivência destes insetos foram calculadas correlações entre as abundâncias das espécies e as médias referentes aos 15 dias anteriores ao recolhimento das armadilhas ($^{\circ}C_{15}$, UR_{15} e P_{15} , respectivamente). As médias de umidade e temperatura foram obtidas através de três medições diárias enquanto a pluviosidade média foi baseada no total diário acumulado.

A caracterização da composição das amostras foi realizada através das abundâncias relativas das espécies enquanto a comparação da composição de espécies foi realizada através do Índice de Similaridade Morisita (I_M) em sua forma logarítmica, conforme sugerido por Krebs (1999). Esta análise (I_M) e a de sobreposição de nicho são apresentadas sob forma de dendogramas UPGMA (Sneath & Sokal, 1973) utilizando-se o *software* Past 1.34 (Hammer *et al.*, 2001).

Além disso, foram avaliados parâmetros de diversidade alfa das amostras através dos índices de diversidade de espécies de Shannon-Wiener (H') e de dominância de Simpson (D , em sua forma recíproca D^{-1}) (Krebs, 1999). Para estes índices e I_M , as fêmeas não identificadas do grupo *repleta* de *Drosophila* foram alocadas em espécies segundo a proporção obtida entre os machos deste grupo, conforme Sevenster & van Alphen (1996). Estes índices e o número total de indivíduos (N) e de espécies (S) por amostra foram avaliados através de MANOVA (a dois critérios de classificação – variação temporal X variação espacial) para a verificação de possíveis diferenças entre pontos e estações.

As análises multivariadas deste estudo utilizaram o teste de Tukey como teste *post hoc* e foram realizadas com o auxílio do *software* Statistica 5.1 (StatSoft Inc., 1998). Para estas análises e para a correlação de Spearman foi estabelecido um alfa de 0,05. O ajuste à curva normal e a homocedasticidade foram avaliados através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e BoxM, respectivamente.

A influência dos fatores temporal e espacial sobre a diversidade foi também avaliada através da decomposição do H' , conforme indicado por Atkinson & Shorrocks (1977).

A distribuição das abundâncias de espécies, para cada um dos pontos, foi avaliada através de curvas de espécies e testes de modelos teóricos de distribuição (log-normal, log-series e série geométrica) com o auxílio do *software* Past 1.34 (Hammer *et al.*, 2001).

3. Resultados

3.1. Flutuações espaciais e temporais das populações

Dentre as 110 espécies coletadas (102.837 indivíduos), apenas 37 apresentaram mais de 50 indivíduos ao final do estudo. Destas, somente *D. neomorpha*, *D. simulans*, *D. fascioloides*, *D. caponei* e *D. sp. jd2* apresentaram diferenças significativas de abundância entre os pontos estudados (Figura 1). *Drosophila neomorpha* e *D. sp. jd2* apresentaram mais espécimes em T1 e T2, a exótica *D. simulans* foi mais abundante em U1 enquanto as nativas *D. fascioloides* e *D. caponei* foram mais abundantes em T2.

Por outro lado, a maioria das espécies mostrou-se influenciada pela sazonalidade sendo que somente dez não apresentaram diferenças estatísticas entre as abundâncias observadas nas estações (Figura 1A). Entretanto, metade delas pareceu sofrer alguma influência da sazonalidade e apresentaram valores de p próximo ao valor crítico (para $\alpha = 0,05$). Dentre estas, *D. polymorpha* possui aparentemente uma maior associação ao outono, assim como *D. fumipennis*, e uma menor tolerância ao inverno, *D. sp. gu2* parece apresentar maiores populações no inverno que no verão, *D. onca* tem aparentemente menos indivíduos no verão e *D. cuaso* apresenta maiores abundâncias no inverno e outono que na primavera e verão.

As espécies *Drosophila sp. jd3*, *D. coffeata*, *D. griseolineata*, *D. sp. re3*, *D. caponei*, *D. sp. as2*, *D. carolinae*, *D. immigrans*, *D. sp. jd2* e *D. fascioloides* apresentaram abundâncias predominantemente maiores no outono. Também fortemente associadas ao outono, mas com abundâncias consideráveis também no inverno, foram *Drosophila dreyfusi* e *D. capricorni* (Figura 1B).

Drosophila annulimana, *D. sp. ms1* e as espécies *D. bandeirantorum*, *D. mediopicta*, *D. mediopunctata*, *D. nappae*, *D. paraguayensis* e *D. roehrae* do grupo *tripunctata* foram abundantes no outono, mas principalmente no inverno. Já *D. sp. jd1* esteve fortemente associada ao inverno (Figura 1C).

Por outro lado, *D. sgr. willistoni*, *D. simulans* e *D. malerkotliana* apresentaram maiores populações no verão e outono enquanto *D. mercatotum* e *D. sturtevantii* e foram também abundantes no verão, mas o foram mais na primavera. *D. neoelliptica* apresentou menores abundâncias no verão quando comparado com as demais estações (Figura 1D).

Nos testes de MANOVA por *rankings*, nenhuma das análises apresentou erro significativo.

A figura 2 aponta a correlação entre as espécies estudadas. As relações observadas em tal dendograma apontam principalmente uma sobreposição de nicho temporal, já que a maioria destas espécies não apresentou diferenças de abundância entre os pontos estudados. Correlações negativas significativas foram observadas entre algumas espécies e envolveram principalmente *D. sturtevantii* e *D. simulans* (Anexo I - *on line*), que foram menos abundantes justamente naquelas estações em que a maioria das espécies teve tamanhos populacionais maiores (outono e inverno).

3.2. Influência dos fatores climáticos sobre as populações

3.2.1. Temperatura

Cerca de metade das espécies analisadas não apresentaram correlação de sua abundância com a temperatura mensurada no momento da retirada das armadilhas ($^{\circ}\text{C}_L$). No entanto, 14 espécies exibiram uma correlação negativa moderada entre sua abundância

e esta medida enquanto *D. mediopicta* e *D. nappae* apresentaram uma correlação também negativa, porém forte. Por outro lado, apenas *D. simulans* e *D. sturtevanti* apresentaram aumento em sua abundância frente ao aumento da temperatura no momento da coleta (Tabela 2).

Já a temperatura média dos três dias em que as armadilhas permaneceram em campo ($^{\circ}\text{C}_3$) não afetou a maioria das espécies. Somente sete táxons apresentaram correlação positiva enquanto outros quatro apresentaram correlação negativa (Tabela 2), sendo que todas estas correlações foram moderadas.

As abundâncias de 16 espécies apresentaram correlação moderada com a temperatura média dos 15 dias precedentes à retirada das armadilhas ($^{\circ}\text{C}_{15}$). Destas, 11 apresentaram correlação negativa moderada enquanto outras quatro apresentaram correlação positiva (Tabela 2).

A temperatura foi o fator climático considerado que apresentou maior variação entre os pontos e as estações. Segundo análises de MANOVA, $^{\circ}\text{C}_L$ foi maior em T1 que nos demais pontos e maior na primavera e verão se comparados a outono e inverno; $^{\circ}\text{C}_3$ não diferiu entre os pontos mas foi menor no inverno que nos demais pontos e maior no verão que na primavera; e $^{\circ}\text{C}_{15}$ foi menor no inverno que nas demais estações e menor na primavera que no outono e no verão.

3.2.2. Umidade

Onze espécies pareceram ser influenciadas pela umidade no momento da coleta (UR_L). Todas elas foram afetadas negativamente, e moderadamente, pelo aumento da umidade.

Apenas a abundância de *D. melanogaster* aumentou, moderadamente, com o aumento da umidade nos dias em que as armadilhas permaneceram em campo ($^{\circ}\text{UR}_3$). Por outro lado, dez espécies apresentaram correlação negativa com UR_3 , sendo forte em duas delas e moderada nas demais (Tabela 2).

No entanto, a abundância da maioria das espécies que foram influenciadas pela umidade apresentou correlação com a média relativa aos 15 dias que precederam as coletas (UR_{15}). As abundâncias de dez espécies apresentaram correlação positiva moderada com esta média enquanto com as abundâncias de *D. mediopicta* e *D. paraguayensis* esta correlação foi forte. As espécies *D. neomorpha* e *D. caponei* foram as únicas em que a correlação obtida foi negativa, sendo moderada em ambas (Tabela 2).

Segundo análises de MANOVA, $^{\circ}\text{UR}_L$ foi menor em T2 que nos demais pontos assim como no inverno se comparado às demais estações; $^{\circ}\text{UR}_3$ não diferiu entre as estações mas foi maior em T1 e T2 que em U1 e U2; e $^{\circ}\text{UR}_{15}$ foi maior na primavera e verão que no inverno e outono.

3.2.3. Pluviosidade

A abundância das espécies estudadas foi correlacionada mais intensamente pela pluviosidade média dos três dias em que as armadilhas permaneceram em campo (P_3) do que a dos 15 dias precedentes à retirada das armadilhas (P_{15}). Oito espécies apresentaram uma correlação negativa e moderada com a pluviosidade em ambos os períodos. Outras oito espécies exibiram correlação negativa e moderada apenas com P_3 . Já *Drosophila mediopunctata* e *D. sp. ms1* apresentaram correlação negativa moderada com P_3 mas forte com P_{15} enquanto *D. annulimana* e *D. coffeata* exibiram correlação, negativa e moderada, somente com P_{15} (Tabela 2).

Por outro lado, *D. mercatorum* e *D. sturtevanti* tiveram aumento moderado na abundância com o aumento da pluviosidade em ambas as análises. Já *D. malerkotliana* apresentou correlação positiva moderada apenas com P₁₅ enquanto *D. simulans* apresentou tal correlação com P₃ (Tabela 2).

Análises por MANOVA não revelaram diferenças de pluviosidade (tanto P₃ quanto P₁₅) entre pontos ou estações.

3.3. Variação espacial e temporal na composição de espécies das assembléias

A similaridade na composição de espécies das assembléias, inferida pelo índice de Morisita (I_M), variou entre 0,31 e 0,98 sendo que as maiores similaridades foram observadas entre amostras de uma mesma estação. O dendograma baseado neste índice (Figura 3) gerou dois ramos bem definidos: o ramo A, com as amostras em que as armadilhas foram recolhidas em dias mais quentes, ou seja, primavera, verão e a maioria das amostras de outono; e o ramo B, com as amostras em que as armadilhas foram recolhidas sob temperaturas mais baixas, ou seja, amostras de inverno e do outono/2004 (ver Anexo II). Os nós de cada um destes dois ramos apontam uma similaridade interna superior a 0,700 enquanto a similaridade entre A e B foi de cerca de 0,600. A similaridade entre as amostras do ramo A foi em média de 0,754 e variou entre 0,514 e 0,975 enquanto a similaridade entre as amostras do ramo B foi em média de 0,764 e variou entre 0,528 e 0,939. O ramo A foi caracterizado principalmente por *D. sturtevanti* e *D. sgr. willistoni* enquanto no B, *D. capricorni*, *D. sgr. willistoni* e *D. paraguayensis* foram os táxons mais abundantes.

Nestes agrupamentos pode ser observado que, em geral, os ramos de ordem elevada agrupam primariamente amostras realizadas em uma mesma coleta e, subsequentemente, amostras realizadas em uma mesma estação.

O efeito da supressão das espécies mais abundantes sobre o resultado obtido foi analisado (que atingiram p_i acima de 0,05 em pelo menos uma amostra) e detectado-se que *D. sturtevanti* e *D. sgr. willistoni* foram os táxons mais determinantes para a similaridade entre as amostras e, conseqüentemente, o arranjo no dendograma, embora *D. capricorni* e *D. paraguayensis* tenham também sido importantes.

3.4. A distribuição das abundâncias das espécies nos pontos estudados

Os quatro pontos estudados apresentaram padrões de distribuição de abundância de espécies bastante similares. Nestas assembléias muito poucos táxons foram bastante abundantes, poucos tiveram abundâncias intermediárias e a grande maioria constituiu-se de espécies raras (Figura 4). Estas distribuições (consideradas em U1 e U2 somente as amostras correspondentes a T1 e T2) se adequaram mais ao modelo log-normal com confiabilidades de 0,254 (U2), 0,415 (U1), 0,133 (T1), e 0,401 (T2).

Quando avaliado o ajuste de cada uma das amostras aos modelos de distribuição, todas elas (exceto as amostras U1Ve02, U1Ve03, U2Pr02 e U2Ve03 que não tiveram um número suficiente de espécies) também se adequaram melhor ao modelo log-normal, embora a confiabilidade tenha sido muitas vezes desprezível ($0,006 < p < 0,846$). Um teste de MANOVA apontou que o grau de ajuste (p) ao modelo não variou em função dos pontos ou da estação em que a amostra foi realizada. Além disso, os valores de p observados não apresentaram correlação com $\ln(N)$ ($p = 0,473$), S ($p = 0,484$), D^{-1} ($p = 0,585$) e H' ($p = 0,557$) das amostras.

3.5. Influência da sazonalidade e da variação espacial sobre parâmetros de diversidade alfa das assembléias

As análises com MANOVA revelaram que o número total de indivíduos coletados (Figura 5A), em sua forma logarítmica ($\ln N$), foi bastante influenciado pela sazonalidade ($p = 0,005$) mas não pela variação microgeográfica ($p = 0,736$). O teste de Tukey (*post hoc*) revelou que no outono foram coletados significativamente mais indivíduos que nas demais estações ($p < 0,018$).

O número de espécies coletadas (S) (Figura 5B) também foi influenciado pela sazonalidade ($p < 0,001$) mas não pelo efeito espacial ($p = 0,783$). No outono foram observadas mais espécies que na primavera e no verão ($p < 0,001$) mas não que no inverno ($p = 0,089$). Foi observado que no outono ocorreu o pico anual de riqueza de espécies e que, a partir dele, houve um contínuo decréscimo no S até o próximo outono. As diferenças na riqueza entre outono e inverno e entre inverno e primavera foram parecidas e a diminuição na riqueza da primavera para o verão foi bem menos intensa.

A análise da dominância (em sua forma recíproca D^{-1}) nas amostras mostrou diferenças originadas a partir do efeito sazonal ($p = 0,042$) mas não do espacial ($p = 0,906$). As amostras de inverno apresentaram um menor valor de D^{-1} , e, portanto, uma menor dominância, que as amostras de verão e outono ($p < 0,027$). Os valores de D^{-1} permitem dizer ainda que, em geral, as menores dominâncias ocorrem no inverno e que estas aumentam gradualmente nas estações seguintes até o inverno do ano seguinte, quando a dominância volta a baixar e um novo ciclo recomeça (Figura 5C).

A diversidade (H') observada nas amostras (Figura 5D) variou significativamente em função da sazonalidade ($p = 0,015$) mas não em função da microgeografia ($p = 0,900$). Os parâmetros S e D^{-1} apresentaram correlação positiva com a diversidade sendo que com

D^{-1} esta correlação foi forte ($r = 0,907$) enquanto com S esta correlação foi regular ($r = 0,571$). O tamanho da amostra, em sua forma logarítmica ($\ln N$), não mostrou correlação com o H' . Isto resultou em uma maior diversidade do inverno quando comparado à primavera e verão ($p < 0,038$). Estes dados, somado aos demais valores de H' e de p (do teste de Tukey), apontam uma maior diversidade no inverno, seguido por outono, primavera e verão. A análise da influência de fatores temporais e espaciais na diversidade das amostras, conforme Shorrocks (1975), apontou que 40,20% da diversidade total (considerando toda a região de coleta, o que engloba os quatro pontos estudados) pode ser explicada pelo efeito temporal sendo que deste valor, 8,09% refere-se ao efeito da variação anual, 9,99% ao efeito das diferentes estações e 22,12% ao efeito da ocasião de amostra (interação ano/estação). Já a heterogeneidade espacial promoveu apenas 2,21% da diversidade enquanto os demais 57,59% não puderam ser explicados.

4. Discussão

Os resultados obtidos apontaram uma forte influência de variáveis temporais sobre a abundância das espécies analisadas e, conseqüentemente, sobre as assembléias. Os tamanhos populacionais, inferidos pelo número de indivíduos coletados nas amostras, e a própria ocorrência das espécies variaram consideravelmente em função da estação em que a coleta foi realizada. Tal variação foi aproximadamente constante para grande maioria delas, ou seja, a flutuação do tamanho populacional apresentou padrão anual e cíclico, conforme já apontado em outros estudos em ambientes tropicais (Dobzhansky & Pavan, 1950; Brncic, Budnik & Guiñez, 1985) e também na zona temperada (Shorrocks, 1975). Por outro lado, a maioria das espécies não apresentou abundâncias significativamente diferentes entre os pontos.

Quais as causas das diferenças observadas nos tamanhos populacionais entre os pontos e estações estudados, quando observados, e quais as conseqüências de tais variações sobre as assembléias?

A não diferenciação entre a abundância da maioria das espécies entre as áreas estudadas pode ser devido a diferenças na distribuição espacial ao longo do tempo, não evidenciando diferenças temporalmente pontuais, ou então, a uma uniformidade na distribuição dos indivíduos em áreas aproximadamente homogêneas, como é o caso das áreas estudadas. A primeira hipótese é corroborada pelo presente estudo enquanto a segunda hipótese vem sendo descartada por diversos estudos realizados com esta fauna, em ambientes tropicais (Martins, 1987).

A maior área de distribuição das armadilhas em T1 e T2 pode ter gerado as maiores abundâncias de *D. neomorpha* e *D. sp. jd2* nestes dois pontos, embora este arranjo

diferencial na distribuição das armadilhas não tenha gerado diferenças na abundância da grande maioria das espécies.

O efeito de borda, por outro lado, poderia explicar as maiores abundâncias de *D. fascioloides* e *D. caponei* em T2 quando comparadas às em U1 já que estes pontos são, respectivamente, o mais distante e o mais próximo ao limite do fragmento. Este fator poderia também explicar a maior associação de *D. simulans* a U1 e é corroborada pelos resultados de Döge, Hofmann & Valente (Capítulo 4), o que não ocorre em relação às outras duas espécies.

As diferenças micro e macroclimáticas entre os pontos não parece ser adequada para explicar as diferenças de abundância, exceto parcialmente em relação a *D. caponei*. Esta espécie apresentou correlação negativa com UR₃, que apresentou valores menores em T1 e T2.

Embora o tamanho da área estudada e o efeito de borda possam ter causado tais diferenças, outra hipótese a ser considerada é a existência de uma maior abundância de recursos para tais espécies nas respectivas áreas de maior densidade, o que pode ou não estar ligado a estes dois fatores. Além disso, é possível ainda que algumas diferenças observadas tenham se dado ao acaso.

Desta forma, o fato de que poucas espécies apresentaram diferenças significativas de abundância entre os pontos e as baixas abundâncias relativas nas amostras das espécies que apresentaram tal variação explicam o agrupamento das amostras essencialmente em função da sazonalidade (Figura 3). Da mesma forma, diferenças entre os pontos estudados com relação aos parâmetros de diversidade alfa estudados (Figura 5) não foram significativas.

As flutuações no tamanho populacional das espécies ao longo do tempo, por outro lado, poderiam ser explicadas por dois fatores: a disponibilidade de recursos para elas

(Valente & Araújo, 1991) e o clima (Bélo & Oliveira Filho, 1976). Este último pode ter influenciado o número de indivíduos capturados sob três aspectos: taxas de mortalidade e fecundidade diferenciais frente às diferentes condições climáticas (Bélo & Oliveira Filho, 1978; Parsons & Stanley, 1981); influência destes fatores sobre o comportamento das espécies (Bélo & Oliveira Filho, 1976), afetando inclusive a utilização de recursos; e a influência de tais fatores sobre a disponibilidade de recursos (Brcic & Valente, 1978; Benado & Brcic, 1994).

No entanto, a resposta da maioria das espécies de drosofilídeos a estes fatores, especialmente as neotropicais, não foi analisada em ambientes controlados e, portanto, a influência de tais aspectos no presente estudo pode ser apenas sugerida. Segundo Odum (1959), os estágios larvais e de pupa são as fases do ciclo de desenvolvimento mais susceptíveis ao efeito do clima e, portanto, as condições climáticas experimentadas por tais estágios influenciam diretamente o tamanho populacional.

No presente estudo, a variável climática que apresentou maior variação entre as estações foi a temperatura e, portanto, este deve ter sido o fator físico mais importante na distribuição temporal das espécies. No entanto, é extremamente difícil precisar a influência ou as combinações de influências dos fatores ambientais sobre as populações (Bélo & Oliveira Filho, 1976).

A maioria das espécies estudadas teve picos de abundância no outono (Figura 1B). Dos fatores climáticos analisados, a temperatura foi o que aparentemente apresentou menor influência sobre os tamanhos populacionais destas espécies enquanto a umidade foi aquele que apresentou maior número de correlações significativas (Tabela 2). Esta última pareceu exercer um efeito geralmente negativo sobre as abundâncias destas espécies nas armadilhas, possivelmente afetando seu comportamento (UR_L e UR₃). Na Mata Atlântica, em uma região próxima à área de estudo, foi observado por Iza (2002) que a floração é

mais intensa na primavera e a frutificação é mais intensa no verão. Sendo assim, é razoável supor que no outono exista uma maior quantidade de frutos em estágio avançado de decomposição, o substrato preferencial para a maioria dos drosofilídeos associados a frutos. Se esta hipótese estiver correta, uma maior quantidade de recursos no outono poderia explicar mais adequadamente os picos populacionais de tais espécies nesta estação, já que a umidade não apresentou variação significativa entre as estações.

Todas as espécies que apresentaram picos de abundância no inverno foram também abundantes no outono (Figura 1C). A maioria destas espécies pertence ao grupo *tripunctata* (exceto *D. annulimana* e *D. sp. jd2*), cujas espécies têm sido apontadas como mais abundantes no inverno (Franck & Valente, 1985; Saavedra *et al.*, 1995) e foram bastante características do ramo B, especialmente *D. paraguayensis*. A única espécie deste grupo em que uma associação maior ao inverno não foi estatisticamente evidenciada, embora os dados pareçam indicá-la, foi *D. cuaso*, que também apresentou abundâncias consideráveis no outono (Figura 1D).

Segundo Sene *et al.* (1980), as espécies do grupo *tripunctata* são muito abundantes em florestas, corroborando a alta importância destas espécies neste estudo, sendo o grupo dominante em boa parte das amostras realizadas em épocas frias (Figura 3), o que conferiu uma alta similaridade entre elas.

As espécies que se associaram mais intensamente ao inverno foram as que exibiram um maior número de correlações significativas entre suas abundâncias e os dados climáticos analisados, o que sugere que é nesta estação que os fatores físicos são mais limitantes. A maioria destas espécies teve o comportamento aparentemente afetado pela pluviosidade (P_3) e temperatura ($^{\circ}C_L$) (a temperatura no momento da retirada das armadilhas foi menor no outono e inverno). A pluviosidade (P_{15}) e a umidade (UR_{15}) podem ter sido importantes para as taxas de natalidade e mortalidade delas segundo as

correlações observadas (Tabela 2), mas a variação destas duas variáveis climáticas ao longo do ano não corrobora esta hipótese (UR_{15} foi menor no outono e inverno e as correlações foram geralmente positivas enquanto P_{15} não variou significativamente entre as estações).

Segundo Iza (2002), menores quantidades de frutos são observadas no inverno. A escassez de recursos, segundo o modelo proposto por Sevenster & van Alphen (1993a), tende a promover a diminuição na abundância de espécies de ciclo de vida curto enquanto as abundâncias das espécies de ciclo mais longo são aumentadas. Isto ocorre, segundo estes autores, pelo fato de que as espécies com ciclo de vida curto apresentam menores probabilidade de encontrar recursos (relacionado a sua longevidade) e suas populações são diminuídas. Desta forma, estas últimas, que têm uma maior habilidade competitiva que as de ciclo longo, não são capazes de esgotar os recursos disponíveis, como ocorre quando há grandes quantidades de recurso, de modo que as espécies com ciclo de vida longo não são excluídas por competição. As espécies de *tripunctata* e *D. annulimana* apresentam, em geral, ciclos de vida mais longos que aquelas espécies mais abundantes em outras estações. Sendo assim, o modelo de Sevenster & van Alphen (1993a) parece ser corroborado pela associação de tais espécies ao inverno. No entanto, este modelo não explica as abundâncias consideráveis destas mesmas espécies no outono.

Para as abundâncias de *D. sgr. willistoni* e das exóticas *D. simulans* e *D. malerkotliana* (Figura 1D), os três táxons mais associados ao verão, a temperatura pareceu ser o fator climático mais importante (Tabela 2). Além do fator climático, a maior quantidade de frutos em estágios mais iniciais de decomposição (conforme Iza, 2002) pode ter sido determinante para o aumento nas abundâncias de tais táxons. Esta hipótese é corroborada por observações realizadas por nós e pelos resultados de Vilela (2001) e

Martins (2001), que sugerem que estes três táxons utilizam preferencialmente recursos em estágios mais iniciais de decomposição.

Sene *et al.* (1980) demonstraram que o subgrupo *willistoni*, assim como diversas espécies do grupo *willistoni*, têm comportamento homogêneo e são coletadas em altas abundâncias relativas em estações úmidas e quentes, conforme também observados em nosso dados. A dominância deste táxon neste estudo e em muitos outros, e também a ausência de diferença na abundância entre os diferentes pontos estudados, entretanto, parecem ser resultado da ampla versatilidade ecológica de *D. willistoni* (Burla *et al.*, 1950), a espécie mais abundante do subgrupo no sul e sudeste do Brasil.

As espécies que foram mais abundantes na primavera (Figura 1D) podem ter exibido tal padrão devido a um efeito positivo da pluviosidade sobre sua história de vida e comportamento (Tabela 2), já que nesta estação a pluviosidade foi levemente maior e há uma correlação desta e a abundância de tais espécies. Para *Drosophila sturtevantii*, a espécie mais abundante nas amostras de períodos mais chuvosos (Figura 3, Anexo II), esta associação está provavelmente relacionada a uma alta sensibilidade à dessecação durante o desenvolvimento larval ou a uma possível influência na sucessão das leveduras que lhes servem de alimento neste estágio. Esta hipótese encontra base nas observações de Dobzhansky & Pavan (1950) que, analisando a utilização de substratos por drosofilídeos, detectaram que, em áreas dominadas por moscas do subgrupo *willistoni*, *D. sturtevantii* era a espécie dominante entre as que emergiam de frutos com alto teor de água, como, por exemplo, jaca e manga.

A associação de tais espécies à primavera como resultado do efeito da pluviosidade, entretanto, não parece muito palpável já que este fator climático não diferiu significativamente entre as estações. Sendo assim, estas espécies podem estar utilizando

flores como recurso de alimentação e/ou oviposição (embora não se tenha registro de tal associação), já que a maior intensidade de floração ocorre na primavera (Iza, 2002).

As espécies que não apresentaram diferenças significativas de abundância entre as estações foram os táxons cujas abundâncias apresentaram o menor número de correlações significativas com os dados climáticos (Tabela 2). Para as primeiras, o clima pareceu ter pouco efeito sobre a abundância. Sendo assim, a exploração de recursos cuja disponibilidade seja imprevisível poderia explicar mais adequadamente a distribuição temporal destas espécies. Além disso, o fato destas cinco espécies, como muitas espécies de seus respectivos grupos, serem apontadas como pouco associadas a áreas florestais (Parsons & Stanley, 1981; Val, Vilela & Marques, 1981; Martins, 1987; Val & Kaneshiro, 1988) poderia explicar a inexistência de padrões de abundância neste ambiente.

A flutuação das espécies, conforme indicado, gerou uma composição das assembléias bastante particular (Figura 3), que pareceu ser condicionada pelo clima e, em especial, pela temperatura. A influência deste fator abiótico pode ter ocorrido diretamente sobre a história de vida ou sobre comportamento das espécies ou pela influência sobre a fenologia das plantas das quais estas moscas dependem (atuando de forma indireta sobre suas abundâncias). Em *Drosophila*, espécies de zonas temperadas são mais resistentes a calor extremo e dessecação e ao frio que espécies tropicais (Cohet, Vouldibio & David, 1979; Parsons, 1983; Hoffmann & Harshman, 1999), fatos que confirmam que estresse termal é um agente geral de mudança evolutiva e que, portanto, são importantes na distribuição das espécies. Por outro lado, Dobzhansky & Pavan (1950) sugeriram que as flutuações nas espécies tropicais brasileiras são causadas principalmente por variações ocorridas nos períodos úmidos e secos e que locais onde a temperatura e umidade são praticamente constantes durante o ano, as variações na abundância das espécies foram devidas a períodos de frutificação.

Além disso, as pequenas modificações observadas nos dendogramas, obtidas a partir das análises com a supressão das abundâncias de cada uma das espécies com maior representatividade, permitem apontar que mais de uma espécie conferiu as relações observadas entre os ramos, e portanto entre as estações e temperaturas. *Drosophila sturtevanti* e *D. sgr. willistoni* foram os principais táxons a delimitar o ramo A e a estabelecer as relações internas a ele assim como *D. capricorni* e *D. paraguayensis* foram as espécies mais importantes para o estabelecimento do ramo B, embora as relações internas de similaridade tenham sido também bastante influenciadas por *D. sgr. willistoni*.

A quantidade de recursos disponíveis pode também ter sido um importante fator na estruturação das assembléias estudadas. Segundo o modelo teórico proposto por Sevenster & van Alphen (1993a), espécies com ciclo de vida curto – como *D. sgr. willistoni*, *D. malerkotliana* e *D. simulans* (Sevenster & van Alphen, 1993b) – são dominantes quando os recursos são abundantes (outono e verão na área estudada segundo observações de Iza, 2002) pois os consomem mais rapidamente, excluindo competitivamente outras espécies. Por outro lado, espécies de ciclo de vida mais longo – como *D. fumipennis*, *D. sturtevanti* e *D. capricorni* e as espécies de *tripunctata* – obtêm uma vantagem relativa quando os recursos são escassos (inverno segundo observações de Iza, 2002), já que apresentam maior longevidade e menores taxas metabólicas e, portanto, maiores probabilidades de encontrar um sítio de oviposição. Estes autores acrescentam ainda que larvas de espécies de *Drosophila* associadas a uma ou poucas espécies de frutas apresentam menor abundância em locais de criação que as generalistas e são encontradas entre as espécies com desenvolvimento mais longo. Analogamente, generalistas são encontradas entre espécies com desenvolvimento mais curto.

Como consequência da variação temporal diferencial entre as espécies, os parâmetros de diversidade alfa das assembléias sofreram também importantes variações ao longo das estações.

O maior número de indivíduos amostrados no outono ocorreu devido ao aumento do tamanho populacional da maioria dos táxons nesta estação, principalmente de *D. sgr. willistoni* e, no outono de 2004, de *D. capricorni*. Nestas amostras, um dos mais importantes fatores promotores de tal aumento pode ter sido a quantidade de recursos (Iza, 2002), conforme já discutido.

O aumento desproporcional entre as abundâncias de espécies no outono e a ampla dominância de *D. sgr. willistoni* nas amostras de verão (potencializada pelo baixo número de espécies nesta estação) geraram menores valores de D^{-1} (Figura 5C), índice influenciado mais fortemente pelas espécies mais abundantes, nestes dois períodos. Silva *et al.* (2005), entretanto, observaram maiores dominâncias no verão e na primavera como resposta a expansão exacerbada de *Zaprionus indianus*, pouco abundante no presente estudo.

A análise das assembléias dos quatro pontos como um todo aponta uma ampla dominância de poucas espécies (Figura 4), um pequeno número de espécies com abundâncias intermediárias e a grande quantidade de espécies raras, o que tem sido observado em diversas assembléias já estudadas e que configura uma distribuição segundo o modelo log-normal (Krebs, 1999).

Diferentemente do estudo de Silva *et al.* (2005), o presente trabalho apresentou diferenças importantes de riqueza de espécies entre as estações, sendo outono e inverno as que apresentaram um maior número de espécies (Figura 5B). Segundo o modelo de Sevenster & van Alphen (1993a) sobre a quantidade de recursos disponíveis, seria esperado um menor S no outono que no inverno e também na primavera, o que não ocorreu. Os tamanhos populacionais geralmente maiores no outono, entretanto, influíram

bastante no **S**, pois aumentaram a probabilidade de captura de muitas das espécies. Sendo assim, parece claro que este não é o único mecanismo atuando sobre a riqueza de espécies.

O amplo **S** e os menores tamanhos amostrais no inverno, se comparados às demais estações, geraram números menos desproporcionais de indivíduos capturados entre as espécies e fizeram com que menores valores de dominância (Figura 5C) fossem observados. Além disso, maiores diversidades (**H'**) foram observadas nesta estação (Figura 5D), já que este índice considera em sua fórmula o **S** e a dominância. Sendo assim, os padrões de diversidade observados parecem também encontrar certo fundamento no modelo de Sevenster & van Alphen (1993a).

O fator mais importante para a diversidade desta fauna na região estudada foi a variação temporal nos tamanhos populacionais, conforme corroborado pelas correlações obtidas com os demais parâmetros analisados e pela análise dos componentes da diversidade. Estes resultados apontaram que quase metade da diversidade pode ser explicada pelo fator temporal. Uma importância ainda maior da sazonalidade foi detectada por Benado & Brncic (1994) em uma assembléia de drosofilídeos no Chile (65% das variações foi explicado pelo fator temporal), Brncic *et al.* (1985) também no Chile (63,3% sendo 46,23% referentes às diferenças entre as estações e 17,06% entre os anos), e Shorrocks (1975) na Inglaterra (85%). No Brasil, Silva *et al.* (2005) observaram que 14,3% da diversidade se deveu à variação temporal (1,29% pela variação anual e 14,14% pela variação entre estações) enquanto Valente & Araújo (1991) observaram que 38,3% da diversidade poderia ser explicada por variações temporais (15,8% pela variação anual e 22,5% pela variação entre estações) em um de seus pontos de estudo enquanto no outro ponto, geograficamente próximo ao anterior, apenas 14,5 pôde ser explicado por tal fator (0,9% pela variação anual e 13,6% pela variação entre estações). Neste último estudo, ambos os pontos consistiam de áreas florestais e a diferença no efeito temporal sobre a

diversidade foi atribuída à diferença do grau de preservação, maior no primeiro. Estes dados apontam que quanto mais longe da linha do equador, maior é a influência do fator temporal sobre a diversidade.

Abrams (1984) sugeriu que o efeito da sazonalidade sobre a diversidade se dá através da variabilidade temporal em taxas de consumo de recursos enquanto outros estudos indicam a importância do clima, conforme já referido. No entanto, a heterogeneidade espacial na abundância de recursos tem recebido maior atenção como mantenedora da diversidade de comunidades tropicais de *Drosophila* (Sevenster & van Alphen, 1993b).

Na teoria, a heterogeneidade espacial, foco do modelo de agregação intra-específica, é tida como promotora mais efetiva da coexistência que a heterogeneidade temporal (Sevenster & van Alphen, 1996), o que não parece evidenciado no presente estudo. Até o momento, porém, não há um modo óbvio de distinguir a contribuição da heterogeneidade temporal e espacial na manutenção da diversidade (Krijger & Sevenster, 2001).

Outro aspecto debatido como promotor da diversidade e da riqueza é a diferenciação na exploração de recursos entre as espécies, o que evitaria a competição intra-específica (Sevenster & van Alphen, 1993a). A seletividade pode também ser dada pelo tamanho do recurso (Mitsui & Kimura, 2000) e por diferenças temporais na utilização de um mesmo recurso (Nunney, 1990; Lachaise, Tsacas & Couturier, 1982). Carson (1971) afirma que embora as espécies de Drosophilidae alimentem-se de uma ampla variedade de plantas, a deposição dos ovos apresenta uma estreita adaptação, havendo poucas espécies com tendência generalistas para o oviposição, o que também evitaria a competição.

É evidente que mecanismos que evitem a exclusão competitiva sejam necessários para a manutenção da diversidade. O tamanho das moscas emergidas de recursos florestais,

por exemplo, é geralmente reduzido, o que pode ser tomado como evidência de competição durante o desenvolvimento larval (Atkinson, 1979). Entretanto, a ausência de pré-adultos de *Drosophila* em frutos fermentados parece indicar que a quantidade de recursos não representa o fator chave na coexistência ou exclusão de espécies (Brncic & Valente, 1978). Sendo assim, mecanismos como a heterogeneidade espacial e temporal micro-climáticos e de recursos bem como a partição de recursos são fortes candidatos a promotores e mantenedores da diversidade. A importância de cada um deles e o modo como eles interferem uns sobre os outros, entretanto, ainda não são claros.

Agradecimentos

Este estudo é parcialmente suportado pelas Agências Financiadoras Brasileiras CAPES, CNPq e PROPESQ-UFRGS. Nós também agradecemos a Hermes J. Schmitz e Marco S. Gottschalk (UFRGS) pelas discussões acerca da análise dos dados, a Sabrina C. F. de Oliveira (UFRGS) pelo auxílio na triagem inicial das coletas, a Aldo da S. Döge pela ajuda no trabalho de campo e a UNIVILLE (na pessoa de Alessandro Barbosa) pelo fornecimento de dados macroclimáticos.

Referências Bibliográficas

- Abrams P. 1984.** Variability in resource consumption rates the coexistence of competing species. *Theoretical Population Biology* **25**:106-124.
- Atkinson WD. 1979.** A field investigation of larval competition of domestic *Drosophila*. *Journal of Animal Ecology* **48**: 53-64.
- Atkinson WD, Shorrocks B. 1977.** Breeding site specificity in the domestic species of *Drosophila*. *Oecologia* (Berl.) **29**: 223-232.
- Begon M, Harper JL, Townsed CR. 1990.** *Ecology individuals populations and communities*. Melbourne: Blackwell Scientific Publications.
- Bélo M, Oliveira Filho JJ. 1976.** Espécies domésticas de *Drosophila*. V: influências de fatores ambientais no número de indivíduos capturados. *Revista Brasileira de Biologia* **36** (4): 903-909.
- Bélo M, Oliveira Filho JJ. 1978.** Espécies domésticas de *Drosophila*. II. Flutuações de espécies atraídas para isca de banana fermentada naturalmente. *Científica* **6** (2): 269-278.
- Benado M, Brncic D. 1994.** An eight year phenological study of a local drosophilid community in Central Chile. *Zeitschrift fur Zoologische Systematik und Evolutionsforschung* **32**: 51-63.
- Brncic D, Budnik M, Guiñez R. 1985.** An analysis of a Drosophilidae community in Central Chile during a three years period. *Zeitschrift fur Zoologische Systematik und Evolutionsforschung* **23**: 90-100.
- Brncic D, Valente VLS. 1978.** Dinâmica das comunidades de *Drosophila* que se estabelecem em frutos silvestres no Rio Grande do Sul. *Ciência e Cultura* **30** (9): 1104-1111.

- Burla H, Da Cunha AB, Cavalcanti AGL, Dobzhansky T, Pavan C. 1950.** Population density and dispersal rates in Brazilian *Drosophila willistoni*. *Ecology* **31**: 393-404.
- Carson HL. 1971.** *The ecology of Drosophila breeding sites*. Honolulu: University of Hawaii Press.
- Cohet Y, Voudibio J, David JR. 1979.** Thermal tolerance and geographic distribution: a comparison of cosmopolitan and tropical endemic *Drosophila* species. *Journal of Thermal Biology* **5**: 69-74.
- Dobzhansky T, Pavan C. 1950.** Local and seasonal variation in frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. *Journal of Animal Ecology* **19**: 1-14.
- Franck G, Valente VLS. 1985.** Study on the fluctuation in *Drosophila* populations of Bento Gonçalves, RS, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* **45** (1/2): 133-141.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Version 1.34. *Palaeontologia Electronica* **4** (1): 9. URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hoffmann AA, Parsons PA. 1991.** *Evolutionary genetics and environmental stress*. Oxford: Oxford University Press.
- Hoffmann AA, Harshman, LG. 1999.** Desiccation and starvation resistance in *Drosophila*: patterns of variation at the species, population and intrapopulation levels. *Heredity*, **83**: 637-643.
- Iza OB. 2002.** *Parâmetros de autoecologia de uma comunidade arbórea de Floresta Ombrófila Densa no Parque Botânico Morro do Baú, Ilhota, SC*. Dissertation, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Krebs CJ. 1999.** *Ecological Methodology*. Menlo Park: Addison-Wesley Educational Publishers.

- Krijger CL, Sevenster JG. 2001.** Higher species diversity explained by stronger spatial aggregation across six neotropical *Drosophila* communities. *Ecology Letters* **4**: 106-115.
- Lachaise D, Tsacas L, Couturier, G. 1982.** The Drosophilidae associated with tropical African figs. *Evolution* **36**: 141-151.
- Laurance WF, Yensen E. 1991.** Predicting the impacts of edge in fragmented habitats. *Biological Conservation* **55**: 77-92.
- Martins MB. 1987.** Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* **3** (2): 195-218.
- Martins MB. 2001.** Drosophilid fruit-fly guilds in forest fragments. In: Bierregard Jr. RO, Gascon C, Lovejoy TE, Mesquita R, eds. *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. New Haven: Yale University Press, 175-186.
- Mitsui H, Kimura MT. 2000.** Coexistence of drosophilid flies: aggregation, patch size diversity and parasitism. *Ecological Research* **15**: 93-100.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000.** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**: 853-858.
- Nunney L. 1990.** *Drosophila* on oranges: colonization, competition, and coexistence. *Ecology* **71**(5): 1904-1915.
- Odum EP. 1959.** *Ecologia* (Tradução de CG Ottenwaelder). México: Editorial Interamericana S.A.
- Parsons PA. 1983.** *The evolutionary biology of colonizing species*. New York: Cambridge University Press.

- Parsons PA, Stanley SM. 1981.** Domesticated and widespread species. In: Ashburner M, Carson HL, Thompson Jr JN, eds. *The genetics and biology of Drosophila*. New York: Academic Press, Vol. 3a, 349-429.
- Prefeitura Municipal de Joinville/ Planisul S.A. 1975.** *Projeto de implantação do distrito industrial. Plano diretor básico e plano de ação*. Joinville, Vol. 2.
- Saavedra CCR, Callegari-Jacques SM, Napp M, Valente VLS. 1995.** A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* **33**: 62-74.
- Sene FM, Val FC, Vilela CR, Pereira MAQR. 1980.** Preliminary data of geographical distribution of *Drosophila* species within morfoclimatic domains of Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* **33** (22): 315-326.
- Sevenster JG, van Alphen JJM. 1993a.** A life-history trade-off in *Drosophila* species and community structure in variable environments. *Journal of Animal Ecology* **62**: 720-736.
- Sevenster JG, van Alphen JJM. 1993b.** Coexistence in stochastic environments through a life trade off in *Drosophila*. In: Yoshimura J, Clark CW, eds. *Adaptation in stochastic environments. Lecture notes in biomathematics* **98**: 155-172.
- Sevenster JG, van Alphen JJM. 1996.** Agregation and coexistence. II. A neotropical *Drosophila* community. *Journal of Animal Ecology* **65**: 308-324.
- Shorrocks B. 1975.** The distribution and abundance of woodland species of British *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Animal Ecology* **44**: 851-864.
- Silva NM, Fantinel CC, Valente VLS, Valiati VH. 2005.** Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) in communities of Porto Alegre city, southern of Brazil. *Neotropical Entomology* **34** (3): 363-374.
- Sneath PH, Sokal RR. 1973.** *Numerical taxonomy*. San Francisco: Freeman & Co.

StatSoft, Inc. 1998. *STATISTICA for Windows [Computer program manual]*. Version 5.1.

URL: <http://www.statsoft.com>.

Tidon R, Sene FM. 1988. A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. *Drosophila Information Service* **672**: 89.

Valente VLS, Araújo AM. 1991. Ecological aspects of *Drosophila* species in two contrasting environments in southern Brazil (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia* **35** (2): 237-253.

Val FC, Kaneshiro KY. 1988. Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica da Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution. In: Vanzolini PE, Heyer WR, eds. *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 189-203.

Val FC, Vilela CR, Marques MD. 1981. Drosophilidae of the Neotropical Region. In: Ashburner M, Carson HL, Thompson Jr JN, eds. *The genetics and biology of Drosophila*. New York: Academic Press, Vol. 3a, 123-168.

Vilela CR. 2001. Breeding sites of Neotropical Drosophilidae (Diptera). III. Rotting infructescences of *Philodendron bipinnatifidum* (Araceae). *Revista Brasileira de Entomologia* **27** (1): 1-114.

Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Figura 1. Abundâncias absolutas das espécies ao longo dos pontos estudados e das estações do ano. As barras indicam a abundância mínima e máxima, os quadrados apontam os percentis e os pontos representam as medianas. Notar as diferentes escalas no eixo da abundância entre os gráficos de cada espécie. Letras maiúsculas indicam abundâncias significativamente maiores que aquelas marcadas com a respectiva letra minúscula (A>a; B>b). (A) espécies predominantemente associadas ao outono; (B) espécies predominantemente associadas ao inverno; (C) táxons predominantemente associados ao verão (*D. sgr. willistoni*, *D. simulans* e *D. malerkotliana*), à primavera (*D. mercatotum* e *D. sturtevantii*) ou menos abundantes no verão (*D. neoelliptica*); (D) espécies que não apresentaram diferenças temporais de distribuição estatisticamente significativas ($\alpha = 0,05$).

Figura 2. Correlação por *rankings* entre as espécies mais abundantes do estudo (dendograma UPGMA). A - espécies predominantemente associadas ao outono; B - espécies abundantes no outono e no inverno; C espécies predominantemente associadas ao verão; e D – espécies associadas à primavera. A linha tracejada indica o limite de significância para as correlações.

Figura 3. Similaridade das amostras (A) dada por $\log(I_M)$ (dendograma UPGMA) com a indicação dos diferentes tipos de composição (ramos A e B) e abundância relativa (B) das espécies mais abundantes ($p_i > 0,05$) em cada amostra.

Figura 4. Distribuição da abundância das espécies em (A) U1, (B) U2, (C) T1 e (D) T2 (consideradas somente as coletas entre a Primavera de 2003 e o Verão de 2005).

Figura 5. Variação espacial e temporal (A) do número total de indivíduos coletados (**N**), (B) do número total de espécies coletadas (**S**), (C) do índice de dominância de Simpson em sua forma recíproca (**D⁻¹**) e (D) do índice de diversidade de Shannon-Wiener (**H'**).

Legenda —◆— T1 —■— T2 —▲— U1 —*— U2. Códigos das coletas segundo tabela 1.

Tabela 1. Datas das coletas realizadas nos quatro pontos estudados.

Estação e ano	Código	U1/U2	T1/T2
Primavera 2001	Pr01	09 Out.	-
Verão 2002	Ve02	22 Jan.	-
Outono 2002	Ou02	19 Mai.	-
Inverno 2002	In02	21 Jul.	-
Primavera 2002	Pr02	03 Nov.	-
Verão 2003	Ve03	24 Fev.	-
Outono 2003	Ou03	04 Mai.	-
Inverno 2003	In03	27 Jul.	-
Primavera 2003	Pr03	18 Nov.	02 Dez.
Verão 2004	Ve04	25 Jan.	23 Fev.
Outono 2004	Ou04	18 Mai.	17 Mai.
Inverno 2004	In04	06 Ago.	05 Ago.
Primavera 2004	Pr04	04 Nov.	03 Nov.
Verão 2005	Ve05	28 Fev.	27 Fev.

Tabela 2. Correlação de Spearman (r_s) por *rankings* entre a abundância das espécies e os dados de temperatura, umidade do ar e pluviosidade.

Espécie	Estação em que é predominante	r_s							
		$^{\circ}C_L$	$^{\circ}C_3$	$^{\circ}C_{15}$	UR _L	UR ₃	UR ₁₅	P ₃	P ₁₅
<i>D. cuaso</i>	-	-0,334*	0,080	-0,209	-0,271	-0,447*	0,004	-0,483*	-0,302
<i>D. fumipennis</i>	-	-0,183	0,289	0,244	-0,214	-0,422*	0,030	-0,356*	-0,044
<i>D. guaraja</i>	-	-0,305	0,124	-0,152	-0,160	-0,198	0,045	-0,268	-0,298
<i>D. melanogaster</i>	-	0,057	-0,183	-0,096	-0,115	0,323*	0,344*	0,286	-0,057
<i>D. neocardini</i>	-	0,163	0,086	0,015	0,083	0,080	-0,149	-0,007	-0,182
<i>D. neomorpha</i>	-	-0,120	0,432*	0,216	-0,287	-0,745*	-0,433*	-0,570*	-0,217
<i>D. onca</i>	-	-0,108	-0,001	-0,159	-0,060	0,014	0,046	0,043	-0,053
<i>D. polymorpha</i>	-	0,081	0,347*	0,417*	0,100	-0,182	-0,047	-0,099	0,152
<i>D. prosaltans</i>	-	0,267	0,219	0,119	-0,020	-0,053	-0,076	0,159	0,176
<i>D. sp. gu2</i>	-	-0,140	-0,095	-0,340*	-0,427*	-0,444*	-0,013	-0,462*	-0,452*
<i>D. caponei</i>		0,036	0,550*	0,488*	-0,419*	-0,687*	-0,343*	-0,374*	-0,065
<i>D. capricorni</i>		-0,473*	-0,163	-0,402*	-0,272	-0,221	0,416*	-0,509*	-0,174
<i>D. carolinae</i>		-0,287	0,023	-0,209	-0,320*	-0,295	0,146	-0,390*	-0,305
<i>D. coffeata</i>		-0,344*	-0,006	-0,184	-0,341*	-0,221	0,195	-0,294	-0,375*
<i>D. dreyfusi</i>		-0,533*	-0,222	-0,397*	-0,219	-0,277	0,331*	-0,498*	-0,424*
<i>D. fascioloides</i>	Outono	-0,177	0,330*	0,304	-0,420*	-0,541*	-0,003	-0,348*	0,054
<i>D. griseolineata</i>		-0,466*	-0,041	-0,189	-0,097	0,080	0,475*	-0,133	-0,028
<i>D. immigrans</i>		-0,274	0,017	-0,130	-0,046	-0,029	0,288	-0,084	0,035
<i>D. sp. as2</i>		-0,376	0,233	0,083	-0,159	-0,436	0,125	-0,368	-0,153
<i>D. sp. jd2</i>		-0,481*	0,078	-0,055	-0,330*	-0,480*	0,178	-0,460*	-0,318*
<i>D. sp. jd3</i>		-0,370*	0,254	0,196	-0,354*	-0,463*	0,159	-0,362*	-0,218
<i>D. sp. re3</i>		-0,449*	0,103	-0,004	-0,276	-0,375*	0,216	-0,283	-0,136
<i>D. annulimana</i>		-0,232	-0,279	-0,395*	-0,447*	-0,088	0,198	-0,305	-0,583*
<i>D. bandeirantorum</i>		-0,589*	-0,244	-0,493*	-0,093	-0,110	0,409*	-0,445*	-0,329*
<i>D. mediopicta</i>		-0,780*	-0,406*	-0,524*	0,051	0,060	0,636*	-0,323*	-0,364*
<i>D. mediopunctata</i>		-0,553*	-0,317*	-0,449*	-0,323*	-0,185	0,360*	-0,513*	-0,628*
<i>D. nappae</i>	Inverno	-0,615*	-0,053	-0,247	-0,130	-0,153	0,322*	-0,457*	-0,370*
<i>D. paraguayensis</i>		-0,593*	-0,493*	-0,581*	-0,112	0,212	0,734*	-0,191	-0,236
<i>D. roehrae</i>		-0,468*	-0,212	-0,298	-0,403*	-0,260	0,396*	-0,411*	-0,384*
<i>D. sp. jd1</i>		-0,536*	-0,300	-0,498*	-0,156	-0,077	0,271	-0,480*	-0,567*
<i>D. sp. ms1</i>		-0,558*	-0,411*	-0,552*	-0,346*	-0,053	0,504*	-0,398*	-0,620*
<i>D. malerkotliana</i>		-0,159	0,501*	0,558*	-0,142	-0,323*	0,110	0,046	0,315*
<i>D. sgr. willistoni</i>	Verão	0,004	0,465*	0,578*	0,116	-0,154	-0,041	0,029	0,188
<i>D. simulans</i>		0,372*	0,397*	0,457*	0,097	0,018	-0,220	0,340*	0,247
<i>D. mercatorum</i>	Primavera	0,200	0,144	0,195	0,208	0,311	0,143	0,570*	0,378*
<i>D. sturtevanti</i>		0,519*	0,107	0,186	0,210	0,181	-0,269	0,483*	0,370*
<i>D. neoelliptica</i>	^a	-0,306	-0,277	-0,390*	-0,146	-0,110	0,362*	-0,235	-0,249

* - correlações significativas ($\alpha = 0,05$). ^a – espécie menos abundante no verão. $^{\circ}C_L$ e UR_L

- temperatura e umidade no momento da retirada das armadilhas; $^{\circ}C_3$, UR₃ e P₃ – médias de temperatura, umidade e pluviosidade dos dias em que as armadilhas permaneceram em campo; $^{\circ}C_{15}$, UR₁₅ e P₁₅ – médias referentes aos 15 dias anteriores ao recolhimento das armadilhas, respectivamente).

Anexo I (on line). Significância (p) e coeficiente (r_s) de correlação por *rankings* entre as abundâncias das espécies estudadas.

r_s/p	ann	ncd	pol	nph	cof	dre	gri	gua	gu2	imm	mal	mel	sim	car	fas	mer	onc	rpb	nll
ann	-	0.819	0.476	0.308	0.005*	<0.001*	0.262	0.003	0.011*	0.951	0.479	0.144	0.677	0.001*	0.268	0.384	0.222	0.216	0.001*
ncd		-	0.011*	0.828	0.128	0.774	0.359	0.092	0.883	0.955	0.423	0.142	0.126	0.628	0.092	0.515	0.442	0.968	0.125
pol		0.398	-	0.661	0.028*	0.340	0.336	0.339	0.732	0.068	0.002*	0.010*	<0.001*	0.738	0.064	0.059	0.152	0.179	0.354
nph				-	0.107	0.043*	0.600	0.018*	0.006*	0.756	0.287	0.003*	0.653	0.040*	0.001*	0.223	0.782	0.008*	0.254
cof	0.435		0.348		-	0.007	0.016*	<0.001	<0.001*	0.005*	0.123	0.015*	0.162	<0.001*	0.038*	0.272	0.003*	<0.001*	0.002*
dre	0.547			0.321	0.420	-	0.002*	<0.001	<0.001*	0.064	0.476	0.201	0.130	<0.001*	0.535	0.170	0.054	0.001*	0.001*
gri					0.380	0.479	-	0.004*	0.316	0.009*	0.272	0.979	0.554	0.014*	0.227	0.559	0.367	0.020*	0.810
gua	0.459			0.373	0.583	0.566	0.441	-	<0.001*	0.041*	0.642	0.844	0.563	<0.001*	0.424	0.946	0.008*	0.046*	0.032*
gu2	0.400			0.424	0.583	0.621			0.560	-	0.609	0.747	0.877	<0.001*	0.637	0.390	0.089	0.002*	<0.001*
imm					0.433		0.408	0.324	0.434	-	0.378	0.491	0.142	0.001*	0.619	0.017*	0.104	0.239	0.027*
mal			0.468								-	0.190	0.010*	0.803	<0.001*	0.070	0.758	0.001*	0.836
mel			0.403	-0.457	0.383							-	0.012*	0.941	0.411	0.006*	0.128	0.702	0.389
sim			0.610								0.403	0.392	-	0.757	0.327	0.002*	0.019*	0.770	0.634
car	0.494			0.326	0.529	0.640	0.386	0.575	0.600	0.503				-	0.196	0.954	0.011*	0.064	0.002*
fas				0.494	0.330										-	0.436	0.377	0.002*	0.151
mer										0.374		0.425	0.483			-	0.097	0.572	0.192
onc					0.461			0.414					0.369	0.397			-	0.180	0.117
re3				0.415	0.582	0.519	0.366	0.318	0.478		0.491				0.473			-	0.010*
nll	0.513				0.477	0.516		0.341	0.529	0.351					0.480			0.402	-
pro													0.386	0.361					0.487
Stu						-0.423	-0.426						0.525						0.598
ban					0.496	0.650	0.557	0.488	0.488	0.418			-0.363	0.505				0.388	0.368
cua				0.564		0.625	0.430	0.499	0.626	0.320			-0.474	0.490				0.384	
mpi	0.334				0.414	0.698	0.593	0.422	0.398	0.431			-0.319	0.438				0.477	0.473
mpu	0.535				0.428	0.698	0.483	0.413	0.457				-0.435	0.415		-0.336		0.431	0.322
nap					0.454	0.598	0.589	0.567	0.353					0.358				0.457	
par	0.385					0.652	0.609						-0.480	0.319					
roe	0.474				0.420	0.618	0.367	0.352	0.505				-0.346	0.395				0.471	0.328
cpr	0.481				0.534	0.561	0.524	0.443	0.524	0.540				0.541	0.331			0.444	0.651
fum				0.480	0.343						0.529				0.633			0.643	
wil			0.579			-0.330					0.703		0.464	0.426	0.322				
cpo				0.740							0.407			0.654				0.375	
ms1	0.584				0.548	0.630	0.503	0.384	0.542	0.354				0.507				0.407	0.441
jd1	0.324				0.438	0.667	0.502	0.399	0.471				-0.389	0.355		-0.407		0.378	
jd2	0.346	-0.318		0.623	0.436	0.490			0.428		0.392			0.495	0.537			0.509	0.487
jd3	0.325		0.366	0.366	0.568	0.358	0.333	0.401	0.376	0.380	0.403			0.465	0.531		0.368	0.398	
as2				0.489	0.562	0.441	0.356	0.409	0.446									0.613	0.323

Anexo I (cont.). Significância (p) e coeficiente (r_s) de correlação por *rankings* entre as espécies estudadas.

r/p	pro	stu	ban	cua	mpi	mpu	nap	par	roe	cpr	fum	wil	cpo	ms1	jd1	jd2	jd3	as2
ann	0.480	0.352	0.082	0.121	0.035*	0.000	0.078	0.014*	0.002*	0.002*	0.369	0.286	0.543	0.000	0.041*	0.029*	0.040*	0.278
ncd	0.463	0.879	0.819	0.792	0.973	0.275	0.054	0.857	0.518	0.908	0.804	0.694	0.800	0.824	0.248	0.046*	0.428	0.391
pol	0.369	0.184	0.358	0.208	0.571	0.237	0.972	0.100	0.560	0.730	0.053	<0.001*	0.084	0.766	0.279	0.652	0.020*	0.670
nph	0.783	0.237	0.315	<0.001*	0.669	0.153	0.082	0.383	0.294	0.150	0.002*	0.928	<0.001*	0.734	0.123	<0.001*	0.020*	0.001*
cof	0.368	0.479	0.001*	0.067	0.008*	0.006*	0.003*	0.323	0.007*	<0.001*	0.030*	0.733	0.397	<0.001*	0.005*	0.005*	<0.001*	<0.001*
dre	0.856	0.007*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.210	0.038*	0.700	<0.001*	<0.001*	0.001*	0.023*	0.004*
gri	0.304	0.006*	<0.001*	0.006*	<0.001*	0.002*	<0.001*	<0.001*	0.020*	0.001*	0.064	0.843	0.581	0.001*	0.001*	0.066	0.036*	0.024*
gua	0.881	0.065	0.001*	0.001*	0.007*	0.008*	<0.001*	0.065	0.026*	0.004*	0.737	0.267	0.238	0.015*	0.011*	0.094	0.010*	0.009*
gu2	0.867	0.572	0.001*	<0.001*	0.011*	0.003*	0.025*	0.094	0.001*	0.001*	0.214	0.150	0.350	<0.001*	0.002*	0.006*	0.017*	0.004*
imm	0.578	0.927	0.007*	0.044*	0.006*	0.795	0.154	0.282	0.309	<0.001*	0.573	0.634	0.411	0.025*	0.306	0.129	0.016*	0.121
mal	0.310	0.473	0.293	0.800	0.733	0.342	0.795	0.382	0.827	0.694	<0.001*	<0.001*	0.009*	0.978	0.178	0.012*	0.010*	0.124
mel	0.014*	0.143	0.703	0.002*	0.933	0.637	0.291	0.946	0.480	0.689	0.979	0.053	0.310	0.203	0.198	0.498	0.357	0.235
sim	0.022*	0.001*	0.021*	0.106	0.045*	0.005*	0.125	0.002*	0.029*	0.228	0.787	0.003*	0.716	0.199	0.013*	0.148	0.087	0.638
car	0.203	0.153	0.001*	0.001*	0.005*	0.008*	0.024*	0.045*	0.012*	<0.001*	0.167	0.254	0.599	0.001*	0.025*	0.001*	0.002*	0.093
fas.	0.983	0.960	0.996	0.406	0.832	0.666	0.998	0.475	0.106	0.037*	<0.001*	0.006*	<0.001*	0.325	0.628	<0.001*	<0.001*	0.111
mer	0.001*	<0.001*	0.294	0.199	0.856	0.034*	0.148	0.202	0.422	0.885	0.386	0.043*	0.911	0.288	0.009*	0.690	0.288	0.834
onc	0.115	0.664	0.138	0.896	0.331	0.513	0.594	0.916	0.640	0.304	0.794	0.516	0.707	0.214	0.661	0.964	0.020*	0.094
re3	0.717	0.743	0.013*	0.015*	0.002*	0.006*	0.003*	0.069	0.002*	0.004*	<0.001*	0.178	0.017*	0.009*	0.016*	0.001*	0.011*	<0.001*
nll	0.183	0.421	0.020*	0.053	0.002*	0.043*	0.191	0.078	0.039*	<0.001*	0.085	0.448	0.763	0.004*	0.159	0.001*	0.141	0.042*
pro	-	0.025*	0.723	0.570	0.279	0.305	0.510	0.412	0.508	0.719	0.892	0.627	0.744	0.514	0.165	0.749	0.593	0.665
stu	0.355	-	<0.001*	0.018*	0.012*	<0.001*	<0.001*	0.001*	0.010*	0.324	0.400	0.027*	0.681	0.003*	<0.001*	0.039*	0.464	0.152
ban		-0.544	-	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.829	0.069	0.582	<0.001*	<0.001*	0.019*	0.140	0.002*
cua		-0.374	0.598	-	0.001*	<0.001*	<0.001*	0.006*	0.010*	0.001*	0.071	0.121	0.143	0.010*	<0.001*	<0.001*	0.044*	<0.001*
mpi		-0.393	0.804	0.516	-	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.339	0.575	0.470	<0.001*	<0.001*	0.003*	0.045*	0.006*
mpu		-0.547	0.683	0.569	0.653	-	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.001*	0.138	0.124	0.550	<0.001*	<0.001*	0.012*	0.006*	0.002*
nap		-0.555	0.683	0.619	0.664	0.653	-	<0.001*	0.003*	<0.001*	0.096	0.341	0.441	<0.001*	<0.001*	0.065	0.056	<0.001*
par		-0.512	0.670	0.426	0.737	0.691	0.637	-	<0.001*	<0.001*	0.530	0.084	0.209	<0.001*	<0.001*	0.100*	0.630	0.176
roe		-0.402	0.637	0.400	0.566	0.644	0.453	0.629	-	0.001*	0.149	0.224	0.087	<0.001*	0.002*	0.003*	0.006*	0.033*
cpr			0.665	0.501	0.635	0.515	0.537	0.544	0.506	-	0.009*	0.989	0.676	<0.001*	0.002*	0.003*	0.016*	0.008*
fum										0.406	-	0.002*	<0.001*	0.299	0.645	0.001*	0.022*	0.017*
wil		0.350									0.476	-	0.066	0.475	0.046*	0.466	0.123	0.932
cpo											0.560		-	0.816	0.843	0.004*	0.002*	0.027*
ms1		-0.457	0.682	0.400	0.738	0.699	0.546	0.667	0.655	0.632				-	<0.001*	0.004*	0.011*	0.013*
jd1		-0.619	0.782	0.577	0.719	0.771	0.720	0.629	0.483	0.475		-0.317		0.728	-	0.023*	0.228	0.002*
jd2		-0.327	0.370	0.547	0.458	0.393			0.457	0.451	0.520		0.451	0.442	0.359	-	0.003*	0.016*
jd3				0.320	0.319	0.426			0.431	0.378	0.362		0.481	0.400		0.451	-	<0.001*
as2			0.480	0.556	0.426	0.476	0.616		0.338	0.415	0.375		0.349	0.388	0.475	0.377	0.585	-

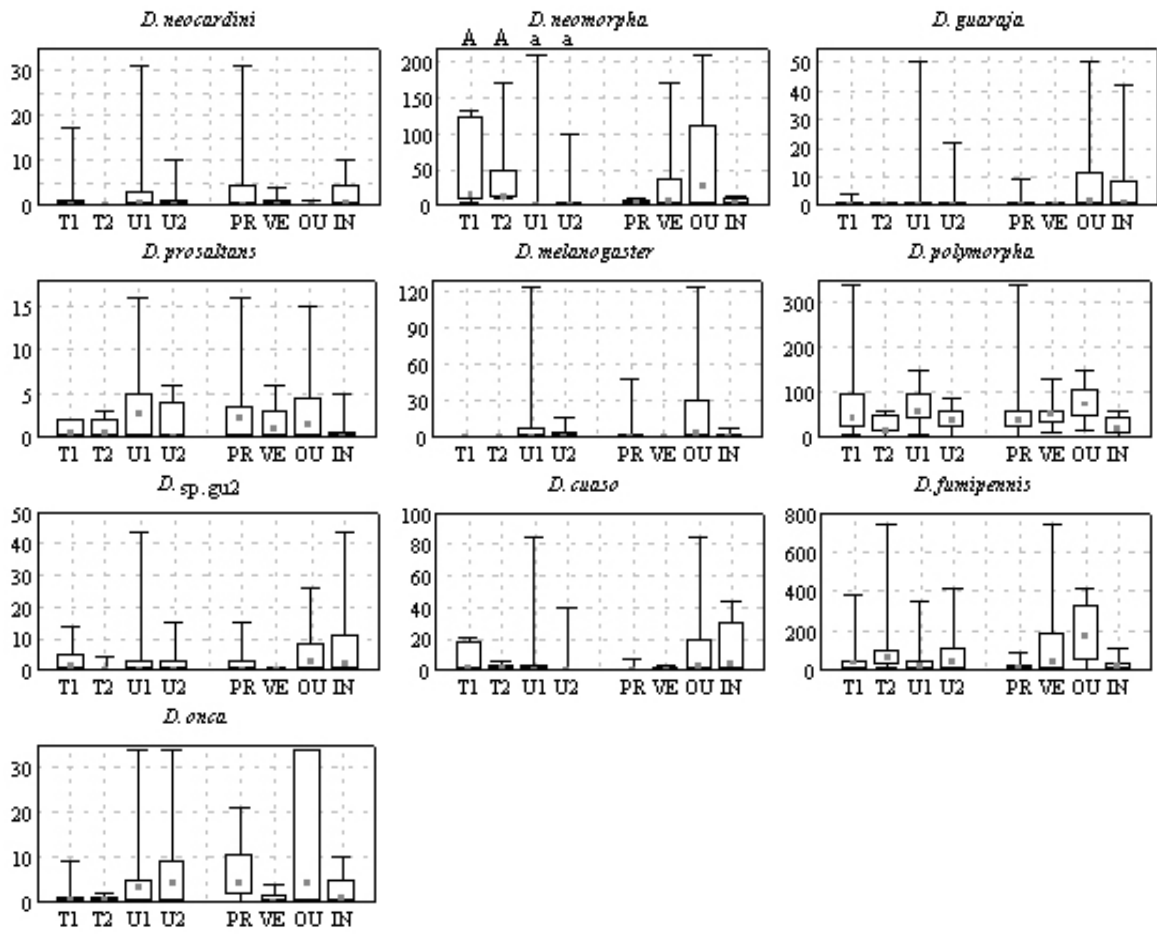
* - correlações significativas ao nível de 0.05. ann - *D. annulimana*; ncd - *D. neocardini*; pol - *D. polymorpha*; nph - *D. neomorpha*; cof - *D. coffeta*; dre - *D. dreyfusi*; gri - *D. griseolineata*; gua - *D. guaraja*; gu2 - *D. sp. gu2*; imm - *D. immigrans*; mal - *D. malerkotliana*; mel - *D. melanogaster*; sim - *D. simulans*; car - *D. carolinae*; fas - *D. fascioloides*; mer - *D. mercatorum*; onc - *D. onca*; re3 - *D. sp. re3*; nll - *D. neoelliptica*; pro - *D. prosaltans*; stu - *D. sturtevantii*; ban - *D. bandeirantorum*; cua - *D. cuaso*; mpi - *D. mediopicta*; mpu - *D. mediopunctata*; nap - *D. nappae*; par - *D. paraguayensis*; roe - *D. roehrae*; cpr - *D. capricorni*; fum - *D. fumipennis*; wil - *D. sgr. willistoni*; cpo - *D. caponei*; ms1 - *D. sp. ms1*; jd1 - *D. sp. jd1*; jd2 - *D. sp. jd2*; jd3 - *D. sp. jd3*; as2 - *D. sp. as2*.

Anexo II (*on line*). Temperatura e umidade medidas no momento da retirada das armadilhas ($^{\circ}\text{C}_L$ e UR_L) e temperatura, umidade e pluviosidade médias dos 3 dias em que as armadilhas permaneceram em campo ($^{\circ}\text{C}_3$, UR_3 e P_3) e dos 15 dias anteriores à coleta ($^{\circ}\text{C}_{15}$, UR_{15} e P_{15}).

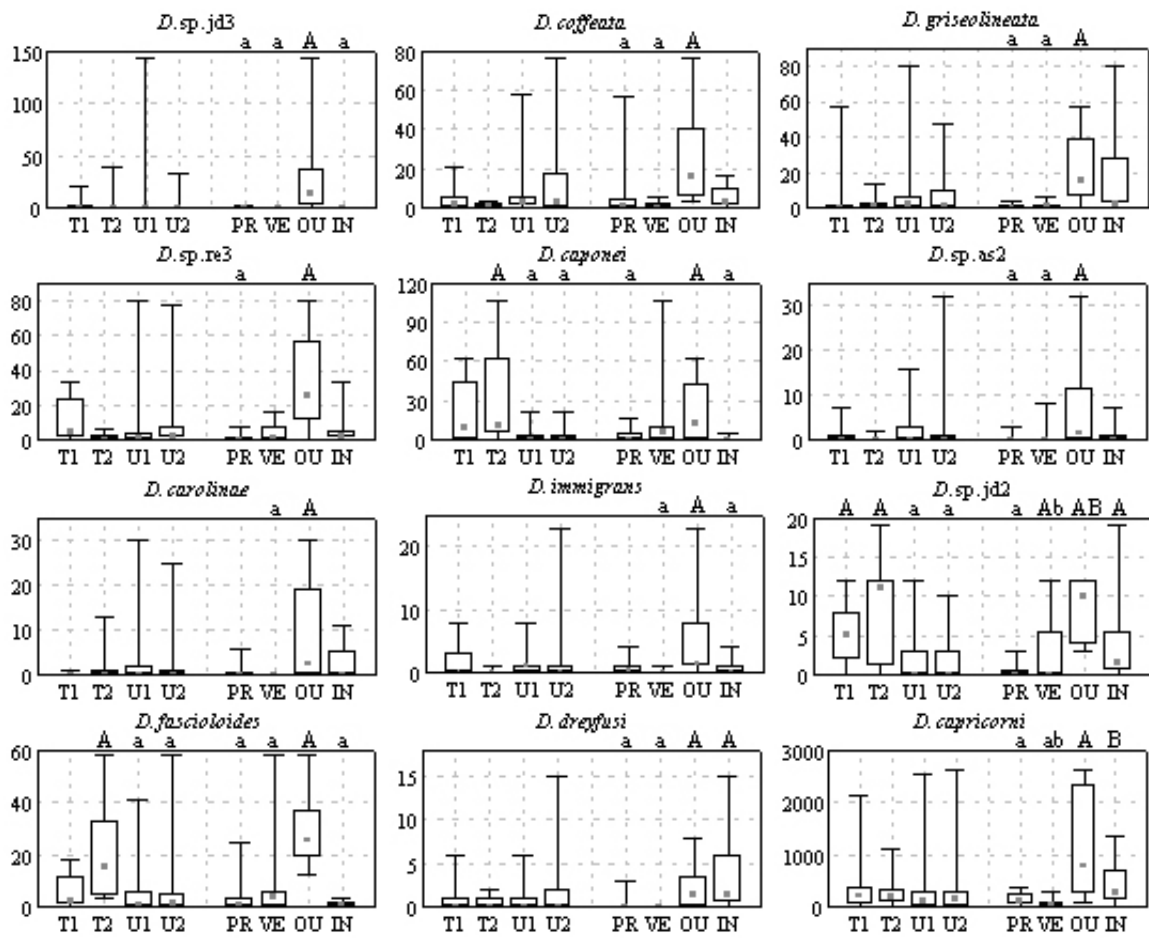
Ano	Ponto	Estação	$^{\circ}\text{C}_L$	$^{\circ}\text{C}_3$	$^{\circ}\text{C}_{15}$	UR_L	UR_3	UR_{15}	P_3	P_{15}
2003	T1	Pr	25,00	24,58	25,50	94,75	68,77	68,56	0,00	6,26
2004	T1	Ve	22,88	24,36	24,84	90,50	72,07	75,34	1,03	9,31
2004	T1	Ou	16,50	24,92	25,17	87,75	68,23	81,16	0,00	6,78
2004	T1	In	20,63	18,70	17,65	89,00	78,79	80,45	0,10	1,85
2004	T1	Pr	23,25	21,76	21,20	90,25	82,37	75,15	5,07	6,42
2005	T1	Ve	22,13	27,41	26,94	92,00	80,11	74,25	10,30	6,40
2003	T2	Pr	26,25	24,58	25,50	81,00	68,77	68,56	0,00	6,26
2004	T2	Ve	22,25	24,36	24,84	89,75	72,07	75,34	1,03	9,31
2004	T2	Ou	15,25	24,92	25,17	87,75	68,23	81,16	0,00	6,78
2004	T2	In	20,50	18,70	17,65	90,00	78,79	80,45	0,10	1,85
2004	T2	Pr	23,38	21,76	21,20	88,50	82,37	75,15	5,07	6,42
2005	T2	Ve	22,50	27,41	26,94	92,00	80,11	74,25	10,30	6,40
2001	U1	Pr	22,00	19,77	21,30	100,00	93,22	82,82	37,67	31,70*
2002	U1	Ve	24,00	25,54	25,47	92,00	78,27	77,87	4,67	19,21**
2002	U1	Ou	21,00	22,26	23,41	92,00	87,39	83,81	14,33	7,73
2002	U1	In	17,00	16,99	16,83	90,00	85,59	80,47	8,73	3,37
2002	U1	Pr	25,00	19,83	22,19	92,00	89,48	83,73	41,30	17,25
2003	U1	Ve	25,00	24,40	27,23	98,00	83,24	78,14	6,00	6,89
2003	U1	Ou	19,00	19,93	23,49	86,00	78,84	83,21	5,90	3,87
2003	U1	In	18,50	19,27	18,37	95,00	88,32	84,12	3,07	4,77
2003	U1	Pr	29,00	24,38	23,23	73,00	80,63	71,23	10,50	4,40
2004	U1	Ve	25,00	24,98	25,21	82,00	85,43	78,66	24,60	14,50
2004	U1	Ou	18,00	25,80	25,05	82,00	68,58	81,04	0,00	6,78
2004	U1	In	18,00	20,50	18,08	90,00	80,26	80,40	0,10	1,05
2004	U1	Pr	25,00	23,29	21,46	92,00	78,71	75,69	5,37	7,42
2005	U1	Ve	25,00	27,28	27,23	92,00	79,44	73,81	20,80	7,60
2001	U2	Pr	21,00	19,77	21,30	98,00	93,22	82,82	37,67	31,70*
2002	U2	Ve	24,00	25,54	25,47	88,00	78,27	77,87	4,67	19,21**
2002	U2	Ou	20,00	22,26	23,41	91,00	87,39	83,81	14,33	7,73
2002	U2	In	18,00	16,99	16,83	88,00	85,59	80,47	8,73	3,37
2002	U2	Pr	24,00	19,83	22,19	86,00	89,48	83,73	41,30	17,25
2003	U2	Ve	24,00	24,40	27,23	98,00	83,24	78,14	6,00	6,89
2003	U2	Ou	21,00	19,93	23,49	71,00	78,84	83,21	5,90	3,87
2003	U2	In	18,50	19,27	18,37	95,00	88,32	84,12	3,07	4,77
2003	U2	Pr	28,00	24,38	23,23	71,00	80,63	71,23	10,50	4,40
2004	U2	Ve	26,00	24,98	25,21	91,00	85,43	78,66	24,60	14,50
2004	U2	Ou	17,00	25,80	25,05	82,00	68,58	81,04	0,00	6,78
2004	U2	In	19,00	20,50	18,08	91,00	80,26	80,40	0,10	1,05
2004	U2	Pr	25,00	23,29	21,46	92,00	78,71	75,69	5,37	7,42
2005	U2	Ve	25,00	27,28	27,23	92,00	79,44	73,81	20,80	7,60

* e ** - dados referentes a somente 10 e 12 dias anteriores à coleta, respectivamente.

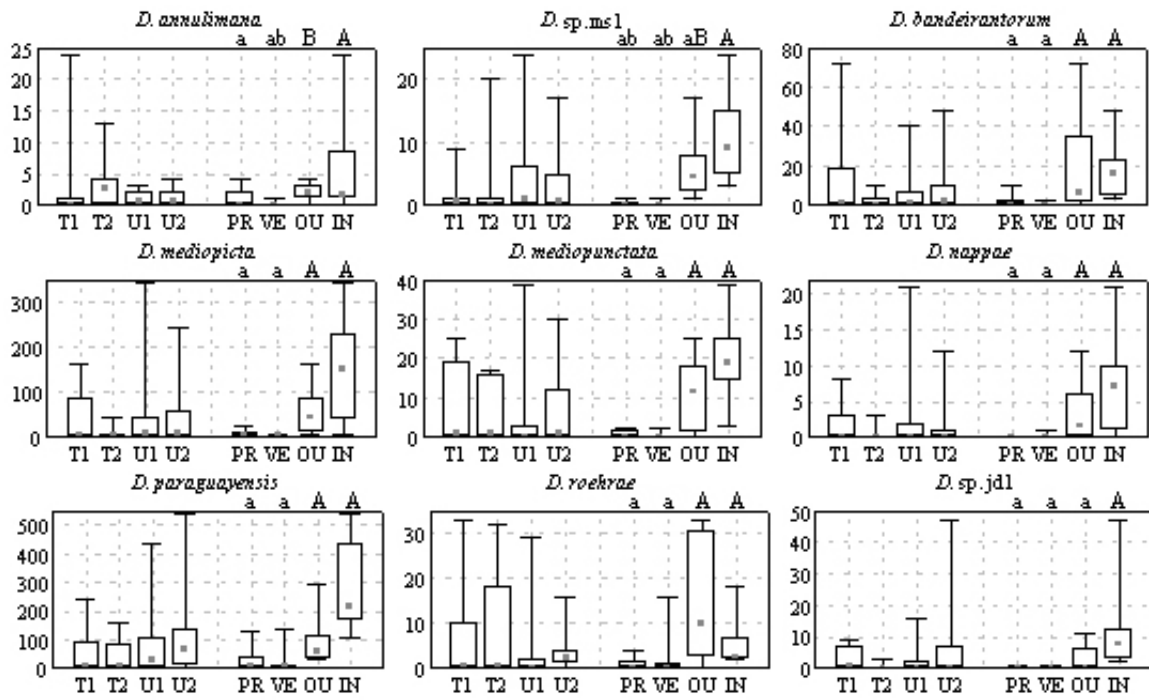
(Figura 1A)



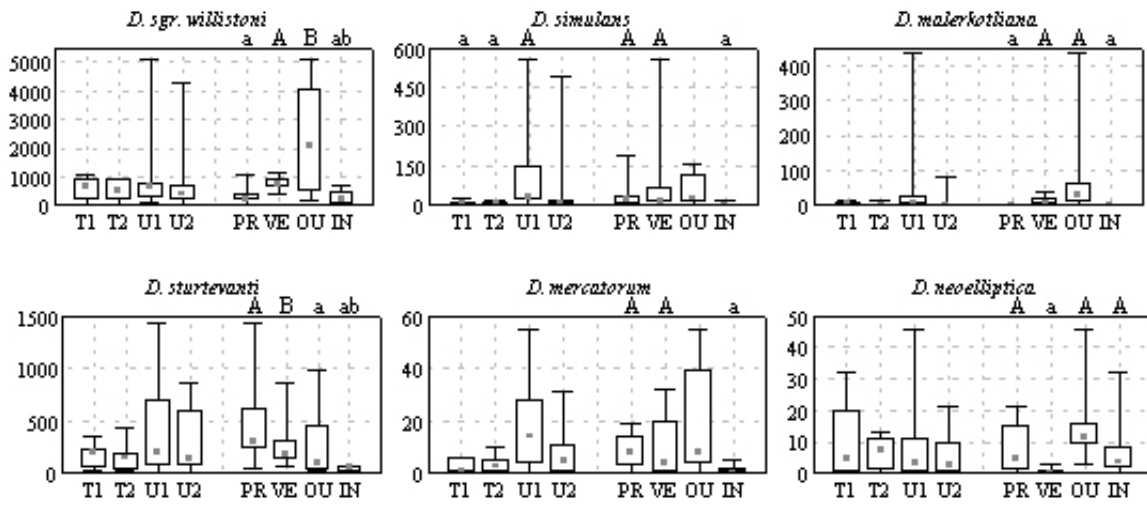
(Figura 1B)



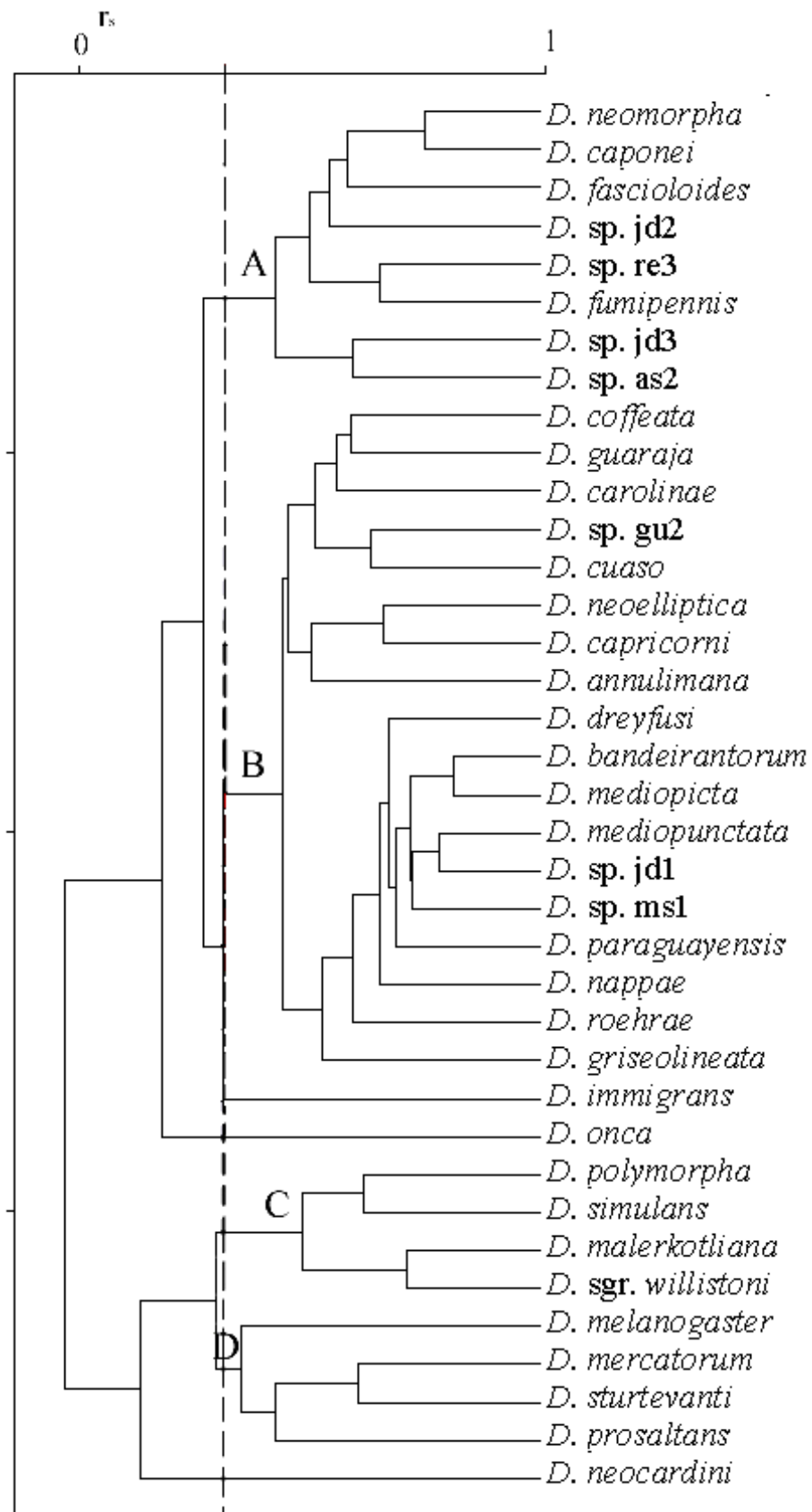
(Figura 1C)



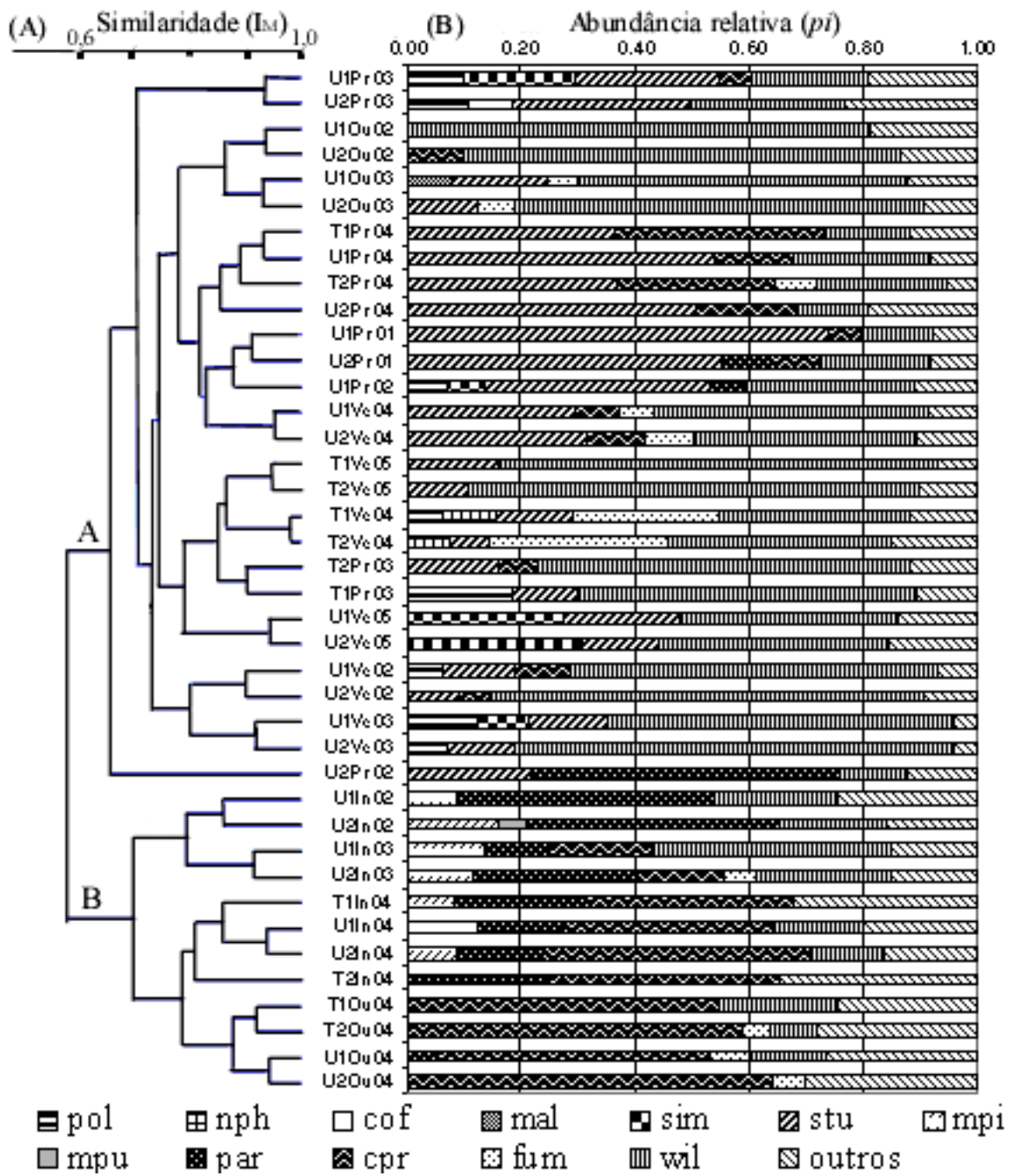
(Figura 1D)



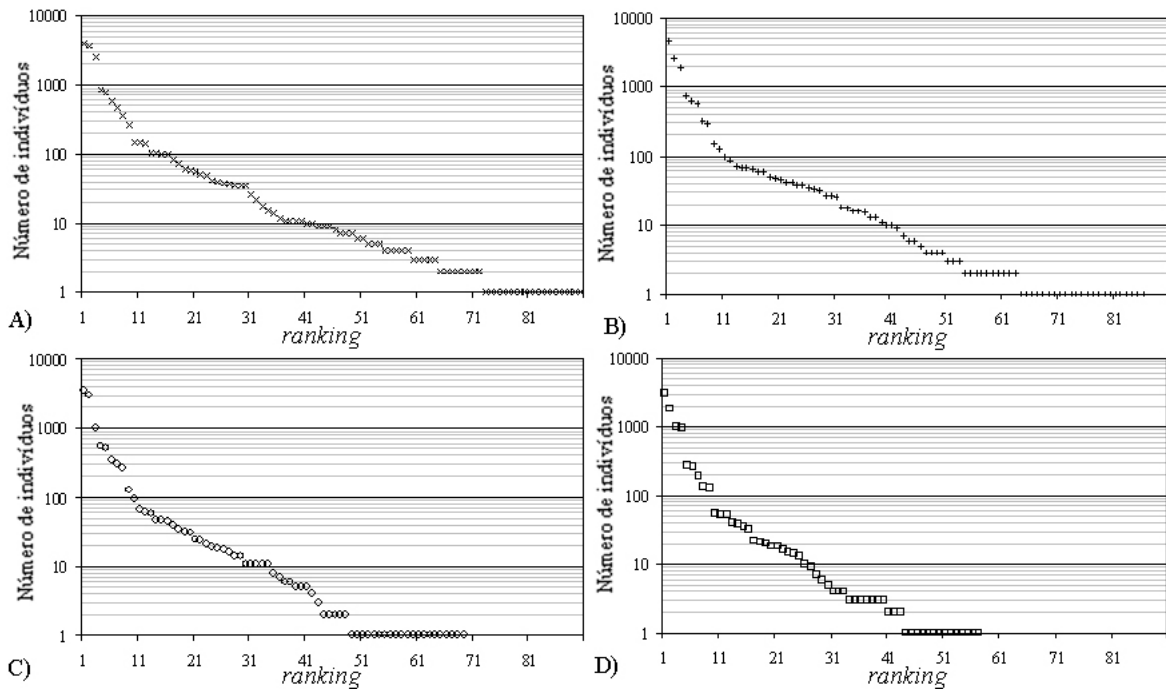
(Figura 2)



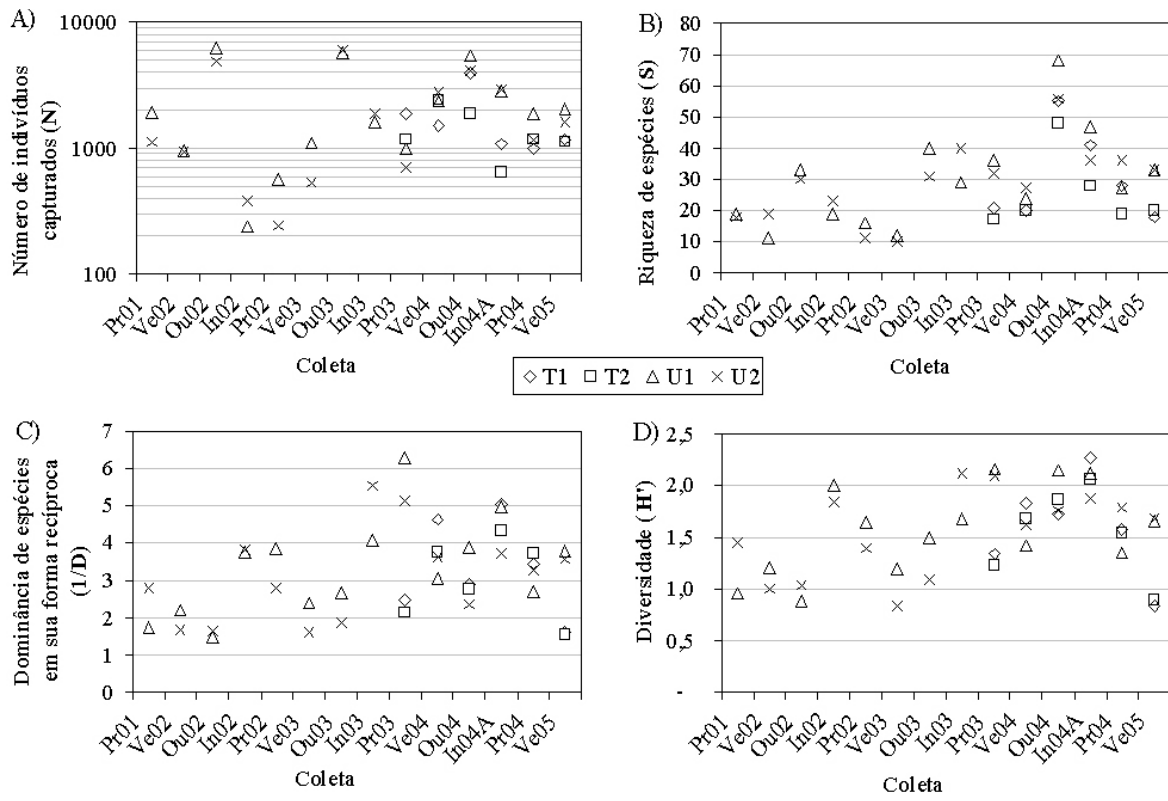
(Figura 3)



(Figura 4)



(Figura 5)



Normas para publicação na revista *Biological Journal of the Linnean Society*

Author Guidelines

The Linnean Society publishes four periodicals: the *Biological*, *Botanical* and *Zoological Journals*, and *The Linnean*, the Society's newsletter and proceedings.

The *Zoological Journal* publishes papers on systematic and evolutionary zoology and comparative, functional and other studies where relevant to these areas. Studies of extinct as well as living animals are included.

The Society supplies 50 offprints of each article in consideration of the assignment by the author(s) to the Society of the copyright of the paper. The journals make no page charges.

Manuscripts for consideration should be sent by post to the Editor or to any member of the Editorial Board (see the [Editorial Information](#) section for a list of names and addresses). Please include a return address on your envelope in case of non-delivery. The journal does not consider manuscripts submitted electronically. Please do not submit manuscripts directly to Blackwell Publishing. Manuscripts are considered on the understanding that their contents have not appeared, or will not appear, elsewhere in substantially the same or abbreviated form.

Copyright assignment

Authors will be required to assign copyright of their paper to the Linnean Society of London. Copyright assignment is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless copyright has been assigned. **Authors can click here to download a copy of the [copyright assignment form](#). Please include a copy with your submitted manuscript in order to avoid delays in processing.** (Government employees in both the US and the UK need to complete the Author Warranty sections, although copyright in such cases does not need to be assigned.)

OnlineOpen

OnlineOpen is a pay-to-publish service from Blackwell that offers authors whose papers are accepted for publication the opportunity to pay up-front for their manuscript to become

open access (i.e. free for all to view and download) via the Blackwell Synergy website. Each OnlineOpen article will be subject to a one-off fee of £1250 (equivalent to \$2500) to be met by or on behalf of the Author in advance of publication. Upon online publication, the article (both full-text and PDF versions) will be available to all for viewing and download free of charge. The print version of the article will also be branded as OnlineOpen and will draw attention to the fact that the paper can be downloaded for free via the Blackwell Synergy service.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen must complete the combined payment and copyright licence form available [here](#) (Please note this form is for use with OnlineOpen material ONLY.)

Once complete this form should be sent to the Editorial Office along with the rest of the manuscript materials at the time of acceptance or as soon as possible after that (preferably within 24 hours to avoid any delays in processing). Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to.

The copyright statement for OnlineOpen authors will read: © [date] The Author(s)
Journal compilation © [date] The Linnean Society of London, *Zoological Journal of the Linnean Society*

Read more about Online Open [here](#).

Author material archive policy

All original hardcopy artwork for the three Linnean Society Journals will be returned to authors after publication. **Please note that, unless specifically requested, Blackwell Publishing will dispose of all electronic material and remaining hardcopy two months after publication.** If you require the return of any of this material, you must inform the editorial office upon submission.

Authors are asked to pay close attention to the instructions below concerning preparation of the manuscript: manuscripts that do not conform to these instructions will be returned.

Manuscripts must be typed in **12 pt Times or similar font** (sans serif fonts such as Arial are not suitable), on one side only and double-spaced, on A4 (210 × 297 mm) or equivalent paper. All pages should be numbered and margins must be at least 25 mm wide. Authors must submit three copies and are expected to retain another copy. (N.B. Authors of very long papers should contact the Editor before sending their manuscript copies.) Authors should aim to communicate ideas and information clearly and concisely, in language suitable for the moderate specialist. Papers in languages other than English are not accepted unless invited. (Please note that a full English translation is required for any quotes that are not in English.) When a paper has joint authorship, one author must accept responsibility for all correspondence; the full postal address, telephone and fax numbers, and e-mail address of the author who is to check proofs should be provided.

Please follow these guidelines carefully

- **Include all parts of the text of the paper in a single file.** The ideal sequence is: (1) **Header** (running heads; correspondence; title; authors; addresses; abstract; additional keywords, etc.). (2) **Body of article.** (3) **Acknowledgements.** (4) **References.** (5) **Figure Legends.** (6) **Tables** (for each table, the legend should be placed before the body of the table). (7) **Appendices.**
- Include all figure legends, and tables with their legends if available.
- **Do not embed figures in the text file:** these must be saved separately.
- The final version of the hard copy and the file on disk must be the same.
- Do not use the carriage return (enter) at the end of lines within a paragraph.
- Turn the hyphenation option off.
- Specify any special characters used to represent non-keyboard characters.
- Take care not to use l (ell) for 1 (one), O (capital o) for 0 (zero) or ß (German esszett) for (beta).

Title page

This should include title, authors, institutions and a short running title. The title should be concise but informative, and where appropriate must give the phylum or the name of a

well-known class (that will be recognized by a non-specialist in the field). A subtitle may be included, but papers in numbered series are not accepted. Names of new taxa should not be given in titles.

Abstract

This must be on a separate page. The abstract is of great importance as it may be reproduced elsewhere, and is all that many may see of your work. It should be about 100-200 words long and should summarize the paper in a form that is intelligible in conjunction with the title. It must not include references. The abstract should be followed by up to ten keywords additional to those in the title (alphabetically arranged and separated by hyphens) identifying the subject matter for retrieval systems.

Subject matter

The paper should be divided into sections under short headings. Except in systematic hierarchies, the hierarchy of headings should not exceed three. The Zoological Codes must be strictly followed. Names of genera and species should be printed in italic or underlined to indicate italic; do not underline suprageneric taxon names. Cite the author of species on first mention. Use SI units, and the appropriate symbols (mm, not millimetre; μm , not micron., s, not sec; Myr for million years). Use the negative index (m-1, l-1, h-1) except in cases such as "per plant"). Avoid elaborate tables of original or derived data, long lists of species, etc.; if such data are absolutely essential, consider including them as appendices or as online-only supplementary material. Avoid footnotes, and keep cross references by page to an absolute minimum. Please provide a full English translation (in square brackets) for any quoted matter that is not in English.

References

In the text, give references in the following forms: "Stork (1988) said", "Stork (1988: 331)" where it is desired to refer to a specific page, and "(Rapport, 1983)" where giving reference simply as authority for a statement. Note that names of joint authors are connected by "&" in the text. **When papers are by three authors, use all names on the first mention and thereafter abbreviate to the first name *et al.* For papers by four or more authors, use *et al.* throughout.**

The list of references must include all publications cited in the text and only these. Prior to submission, make certain that all references in the text agree with those in the references section, and that spelling is consistent throughout. In the list of references, titles of periodicals must be given in full, not abbreviated. For books, give the title, place of publication, name of publisher (if after 1930), and indication of edition if not the first. In papers with half-tones, plate or figure citations are required only if they fall outside the pagination of the reference cited. References should conform as exactly as possible to one of these four styles, according to the type of publication cited.

Burr FA, Evert RF. 1982. A cytochemical study of the wound-healing proteins in *Bryopsis hypnoides*. *Cytobios* **6**: 199-215.

Gould SJ. 1989. *Wonderful life: the Burgess Shale and the nature of history*. New York: W.W. Norton.

Dow MM, Cheverud JM, Rhoads J, Friedlaender J. 1987b. Statistical comparison of biological and cultural/history variation. In: Friedlaender J, Howells WW, Rhoads J, eds. *Solomon Islands project: health, human biology, and cultural change*. New York: Oxford University Press, 265-281.

Gay HJ. 1990. The ant association and structural rhizome modifications of the far eastern fern genus *Lecanopteris* (Polypodiaceae). Unpublished D. Phil. Thesis, Oxford University.

Other citations such as papers 'in press' [i.e. formally accepted for publication] may appear on the list but not papers 'submitted' or 'in preparation'. These should be cited as 'unpubl. data' in the text with the names and initials of all collaborators. A personal communication may be cited in the text but not in the reference list. Please give all surnames and initials for unpublished data or personal communication citations given in the text.

In the case of taxonomic reviews, authors are requested to include full references for taxonomic authorities.

Give foreign language references in ordinary English alphabetic form (but copy accents in French, German, Spanish, etc.), if necessary transliterating in accordance with a recognized scheme. For the Cyrillic alphabet use British Standard BS 2979 (1958). If only a published translation has been consulted, cite the translation, not the original. Add translations not supplied by the author of the reference in square brackets.

Tables

Keep these as simple as possible, with few horizontal and, preferably, no vertical rules. When assembling complex tables and data matrices, bear the dimensions of the printed page (225 × 168 mm) in mind; reducing typesize to accommodate a multiplicity of columns will affect legibility.

Illustrations

These normally include (1) half-tones reproduced from photographs, (2) black and white figures reproduced from drawings and (3) diagrams. Use one consecutive set of Arabic numbers for all illustrations (do not separate "Plates" and "Text-figures" - treat all as "Figures"). Figures must be numbered in the order in which they are cited in the text. Use upper case letters for subdivisions (e.g. Figure 1A-D) of figures; all other lettering should be lower case. Please provide two photographic copies of all of your figures for review purposes; these should be of sufficiently high quality that all the detail referred to in the text is visible. Type legends for Figures in numerical order on a separate sheet. Where a 'key' is required for abbreviations used in more than one Figure, this should be included as a section of the main text.

Colour illustrations: the use of colour needs to be discussed with the Editor. The main criterion is that the use of colour is essential. Authors will be charged for unnecessary colour figures.

Detailed instructions on preparing illustrations in electronic form are available from:

http://www.blackwellpublishing.com/authors/submit_illust.asp

Photographic plates

Desktop technology now allows authors to prepare plates by scanning photographic originals and then labelling them using graphics programs such as Adobe Illustrator. These are acceptable provided:

1. Resolution is a minimum of 300 dpi at the final required image size. Any labelling or associated line drawings should be added in vector format. If this is not possible then the labelled figure must have a minimum resolution of 800 dpi. Please provide

the original hard copy photographs if you are not able to scan them at high resolution.

2. Colour images are supplied in CMYK rather than RGB mode.
3. The hard copy is printed on glossy paper, preferably using an inkjet rather than a laser printer: this will provide the printer with a superior guide to the resolution and range of contrast of the image.
4. Electronic files should be saved uncompressed as TIFF or EPS files, and supplied on CD. Please do not supply photographs as JPEG, Word or Powerpoint files.

Digital photographic images

Increasingly, authors original photographic images are captured digitally rather than by conventional film photography. In these cases, please use settings on your equipment for the highest possible image quality (minimum 300 dpi). The disk should be accompanied by photographic quality hard copy, preferably output to glossy paper using an inkjet printer.

Grouping and mounting: when grouping photographs, aim to make the dimensions of the group (including guttering of 2 mm between each picture) as close as possible to the page dimensions of 168 × 225 mm, thereby optimizing use of the available space. Remember that grouping photographs of varied contrast can result in poor reproduction. If sending the hard copy originals then please note that the group should be mounted on thin card. Take care to keep the surface of the prints clean and free of adhesive. Always provide overlays to protect the photographs from damage.

Lettering and numbering: letters and numbers should be added in vector format in a graphics program such as Adobe Illustrator. If hard copies are used then labelling should be applied in the form of dry-transfer ("Letraset") letters, numbers, arrows and scale bars, but not measurements (values), to transparent overlays in the required positions, rather than to the photographs themselves; this helps to avoid making pressure marks on the delicate surface of the prints, and facilitates relabelling, should this be required. Alternatively, pencilled instructions can be indicated on duplicates or photocopies marked "FOR LABELLING ONLY". Self-adhesive labels should be avoided, but if they are used, they should not be attached directly to either photographs or overlays, but to photocopies, to

indicate where they are to be positioned. Labelling will be inserted electronically by the typesetter in due course.

Black and white drawings

Please provide these in electronic format wherever possible. The images should be embedded at 800 dpi into vector format Encapsulated PostScript (EPS) files with labelling added in vector format, or in TIFF format at 800dpi. JPEG, Word and Powerpoint files are not suitable. The images should be saved in greyscale (not RGB, CMYK or Index). Lines must be clean and heavy enough to stand reduction; drawings should be no more than twice page size. The maximum dimensions of published figures are 168 × 225 mm. Scale bars should be used to indicate magnification. If sending the original hard copies of your figures please take account of proposed reduction when lettering drawings; if you cannot provide competent lettering, it may be pencilled in on a photocopy.

Diagrams

In most instances the author's electronic versions of diagrams are used and may be re-labelled to conform to journal style. They should be supplied on disk as vector format Encapsulated PostScript (EPS) files. Microsoft Word and Powerpoint files are not suitable. Please see http://www.blackwellpublishing.com/authors/submit_illust.asp for help in saving your diagrams in an appropriate format.

Authors wishing to use illustrations already published must obtain written permission from the copyright holder before submitting the manuscript. Please include a copy of this permission with your submission. Authors may, in the first instance, submit good xerox or photographic copies of figures rather than the originals.

Authors may be charged for alterations at proof stage (other than printer's errors) if they are numerous.

Copyright

Authors receiving requests for permission to reproduce work published by the Linnean Society should contact Blackwell Publishing for advice.

CAPÍTULO IV

Manuscrito a ser submetido à revista Conservation Biology

O impacto do desflorestamento e do efeito de borda sobre a distribuição de espécies de drosofilídeos (Diptera) e suas assembléias em uma região Mata Atlântica no sul do Brasil

Impacto do desflorestamento sobre a fauna de drosofilídeos

Palavras-chave – *Drosophila*, Drosophilidae, conservação, diversidade, composição de espécies de assembléia.

6791 palavras

¹*Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prédio 43323, Sala 210, Caixa Postal 15053, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil, E-mail: jdoge@pop.com.br*

²*Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética, CCB, Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476, CEP 88010-970. Florianópolis, SC, Brazil, E-mail: prph@ccb.ufsc.br*

³*Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prédio 43323, Sala 210, Caixa Postal 15053, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil, E-mail: vera.gaiesky@ufrgs.br*

Autor para correspondência: Vera Lúcia da Silva Valente. Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Prédio 43323, Sala 210, Caixa Postal 15053, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil, E-mail: vera.gaiesky@ufrgs.br

JONAS DA SILVA DÖGE¹, PAULO ROBERTO PETERSEN HOFMANN² & VERA LÚCIA DA SILVA VALENTE^{1,3}

RESUMO

A influência do desflorestamento e do efeito de borda sobre as espécies e as assembléias de drosofilídeos (Diptera, Drosophilidae) foi avaliada em uma área de Mata Atlântica no sul do Brasil. Sete coletas foram realizadas e abrangeram onze pontos em um transecto de 500 m a partir do limite de um fragmento, um ponto no limite de um fragmento de tamanho reduzido e um ponto em área desflorestada.. A maioria das espécies exibiu uma seleção de hábitat dentre os ambientes estudados (área desflorestada, limite de fragmento florestal, borda florestal e interior), que foi normalmente invariável entre as estações, apesar da sazonalidade exercer uma forte influência sobre tal fauna. Esta seletividade foi refletida na composição de espécies das assembléias, que exibiu diferenças importantes entre estes quatro ambientes, e também no número total de indivíduos capturados e na riqueza de espécies. Entretanto, parâmetros de diversidade alfa influenciados diretamente pela distribuição das abundâncias das espécies (como diversidade e dominância) não diferiram ao longo do gradiente. Tais resultados oferecem subsídios para o planejamento de políticas de preservação como a implantação de unidades de conservação e de corredores ecológicos.

INTRODUÇÃO

A fragmentação dos habitats tem sido considerada a mais séria ameaça à diversidade biológica e a causa primária da atual crise de extinções (Terborgh 1992, Laurance 1997). A criação de limites abruptos das florestas pode modificar severamente as condições microclimáticas locais, que levam a mudanças na estrutura florestal, na composição biótica e nas funções ecológicas que ocorrem ao longo de bordas florestais (Kapos 1989, Laurance 1997, Turton & Freiburger 1997). Deste modo, as bordas têm importantes efeitos sobre a abundância e a diversidade das espécies.

Um dos ambientes mais ameaçados por estes processos é a Mata Atlântica. Esta formação florestal é considerada um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade e apresenta um alto grau de endemismo (Myers et al. 2000). Sua área atual compreende apenas 7% da sua extensão original (Quintela 1990).

Os drosofilídeos têm se mostrado eficientes bioindicadores da atividade humana. Além da ação direta dos fatores climáticos, alterações na vegetação são muito importantes para tais insetos, pois a maioria deles se alimenta de microorganismos, principalmente leveduras, presentes em partes vegetais em decomposição (Martins 1987).

O presente estudo analisa a influência do desflorestamento, e do efeito de borda resultante, sobre a distribuição das espécies de drosofilídeos e sua consequência sobre a assembléia desta fauna em uma área bem preservada de Mata Atlântica no sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas sete coletas (Tabela 1) de drosofilídeos em uma área de Mata Atlântica secundária bem preservada, pouco fragmentada e com reduzida interferência antrópica localizada no município de Joinville (26°S; 49°W), sul do Brasil.

Estas coletas abrangeram onze pontos (p0-p10) eqüidistantes em um transecto de 500 m com origem no limite do fragmento. Além destes, dois outros pontos foram avaliados: MA, uma pequena ilha de mata na matriz (área desflorestada) adjacente ao fragmento referido; e MB, situado no limite de um pequeno fragmento de mata nativa entre pastos e habitações rurais e o fragmento referido acima. Para a captura dos drosofilídeos foram utilizadas seis armadilhas por ponto, baseadas no modelo proposto por Tidon e Sene (1988), com isca de banana. A identificação foi baseada na morfologia externa das moscas e, quando necessário, na morfologia da genitália dos machos.

O conjunto de indivíduos coletado em um ponto em determinada coleta foi chamado de amostra. Diferenças na distribuição espacial das espécies que, no total das amostras, apresentaram 100 ou mais indivíduos foram avaliadas através de Análise Multivariada (MANOVA a dois critérios de classificação – variação temporal X variação espacial) por *rankings* (Zar 1999) e, posteriormente, pelo teste de Tukey (*post hoc*). Estas distribuições foram também analisadas através da correlação não-paramétrica de Spearman (r_s) baseada nas abundâncias relativas (p_i) (razão entre o número de indivíduos da espécie na amostra e o total de indivíduos da espécie na respectiva coleta) observadas nas coletas com mais de 10 indivíduos.

A composição de espécies das assembléias foi analisada através das abundâncias relativas (p_i) das espécies na amostra e foram comparadas pelo índice de similaridade de

Morisita (I_M) (Krebs 1999). Baseado neste índice, dendogramas UPGMA (Sneath & Sokal 1973) foram construídos para cada coleta.

A variação no número total de indivíduos capturados (N), na riqueza de espécies (S), na dominância (Índice de Simpson – D) e na diversidade (Índice de Shannon-Wiener – H') (Krebs 1999) das amostras foi avaliada através de Análise Multivariada (MANOVA a dois critérios de classificação – variação temporal X variação espacial) (Zar 1999). O teste *post hoc* utilizado foi o teste de Tukey. Estes parâmetros de diversidade alfa foram também avaliados considerando-se apenas as espécies nativas (N_N , S_N , D_N e H'_N). O ajuste à curva normal e a homocedasticidade foram avaliados através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e BoxM.

A influência do gradiente estudado sobre a riqueza estimada (Michaelis-Menten randomizado, MMMeans daqui em diante) para cada um dos pontos amostrados foi avaliada através da correlação não-paramétrica de Spearman (r_s) (Krebs 1999).

O alfa para todas as análises estatísticas, realizadas com o auxílio do *software* Statistica 5.1 (StatSoft Inc., 1998), foi de 0,05. As estimativas de espécies foram obtidas através do *software* EstimateS 7.5 (Colwell 2005) enquanto o *software* Past 1.34 (Hammer *et al.*, 2001) foi utilizado para a construção dos dendogramas UPGMA.

RESULTADOS

Distribuição das espécies

Dentre as 26 espécies analisadas através da MANOVA (quatro não descritas), 21 apresentaram diferenças significativas de abundância entre os pontos (Fig. 1).

Scaptodrosophila latifasciaeformis e *Drosophila guaraja* apresentaram uma correlação negativa forte ($r_s = - 0,69$ e $r_s = - 0,66$, respectivamente) com a distância ao centro do fragmento. A primeira destas ocorreu exclusivamente nos pontos MA, MB e p0, sendo bem mais abundante no primeiro. *Drosophila guaraja* apresentou suas maiores abundâncias também nestes três pontos, mas associou-se mais intensamente a pontos de limite de fragmento (Fig. 1).

Drosophila malerkotliana ($r_s = - 0,60$), *D. polymorpha* ($r_s = - 0,59$), *Zaprionus indianus* ($r_s = - 0,56$), *D. simulans* ($r_s = - 0,53$), *D. sturtevantii* ($r_s = - 0,48$), *D. mercatorum* ($r_s = - 0,46$), *D. sp. jd3* ($r_s = - 0,43$), *D. neoelliptica* ($r_s = - 0,38$) e *D. bandeirantorum* ($r_s = - 0,33$) também apresentaram correlação negativa com a distância ao interior do fragmento, porém regular.

As análises das abundâncias absolutas através de MANOVA por *rankings* e das abundâncias relativas destas espécies (Fig. 1), entretanto, revelam importantes diferenças na distribuição espacial destas ao longo do gradiente. As exóticas *D. malerkotliana*, *D. simulans* e *Z. indianus* e a nativa *D. mercatorum* foram bem mais abundantes em MA, atingiram consideráveis abundâncias relativas em MB e p0 e não ocorreram ou apresentaram baixos *pi* nos demais pontos. *Drosophila sturtevantii*, *D. neoelliptica* e *D. sp. jd3* tenderam a ser mais abundantes em MB e p0, mas a primeira delas teve abundâncias pronunciadas também em MA. Já *D. polymorpha* e *D. bandeirantorum* foram mais abundantes em áreas limítrofes de fragmento (MB e p0) e na borda florestal (até p3 em geral), sendo que a primeira foi um pouco mais abundante em MB e p0 e a última o foi na borda florestal.

É importante destacar dentre estas espécies que tanto *D. mercatorum* quanto *D. polymorpha* foram mais afetadas pelo fator espacial que pela sazonalidade. A distribuição espacial desta última, entretanto, diferiu aparentemente em função da temperatura de modo

que nas épocas quentes esta espécie apresentou maiores abundâncias entre os pontos p0 e p2 ou p3 e em MB. Já nas coletas realizadas em épocas mais frias, *D. polymorpha* foi mais abundante em MA, MB e p0 e foi praticamente inexistente nos demais pontos. Deve-se também salientar que, nas coletas realizadas em dias frios, *D. sturtevanti* e *D. simulans* apresentaram abundâncias bastante baixas nos pontos interiores ao limite do fragmento, porém, a redução no número de indivíduos coletados em direção ao interior do fragmento foi menos pronunciada nas demais coletas.

Por outro lado, as abundância das espécies *Drosophila* sp. jd2 ($r_s = 0,59$), *D. fumipennis* ($r_s = 0,53$), *D. mediopunctata* ($r_s = 0,47$), *D. roehrae* ($r_s = 0,45$), *D. paraguayensis* ($r_s = 0,28$) e *D. capricorni* ($r_s = 0,24$) apresentaram correlação positiva com a distância ao limite do fragmento, sendo que para as quatro primeiras a correlação foi regular e para as duas últimas foi fraca.

Excetuando-se *D. capricorni*, todas estas espécies apresentaram aumentos em sua abundância, geralmente não lineares, em direção ao centro do fragmento. Os maiores π destas espécies ocorreram a partir de p3, mas a distribuição claramente fragmentada geralmente não permitiu evidenciar este padrão nas análises com MANOVA por *rankings* (Fig. 1). Já *D. capricorni* apresentou diferenças geralmente sutis entre os pontos do transecto com um pequeno aumento de sua abundância em direção ao centro do fragmento na maioria das coletas. No inverno, entretanto, suas maiores abundâncias ocorreram em MB e p0 e uma redução, pequena, na abundância em direção ao centro do fragmento foi observada. Todas estas espécies apresentaram pequenas abundâncias em MA.

Outros táxons, entretanto, não apresentaram correlação entre suas abundâncias e a distância ao limite do fragmento: *Drosophila neomorpha*, *D. griseolineata*, *D. sp. jd1*, *D. cuaso*, *D. mediopicta*, *D. sgr. willistoni*, *D. caponei*, *D. fascioloides* e *D. sp. re3*. A análise destas abundâncias através da MANOVA por *rankings* não revelou diferenças de

distribuição (*D. neomorpha*, *D. griseolineata*, *D. caponei* e *D. sp. re3*) ou não evidenciou diferenças de abundância como resposta ao gradiente estudado (*D. sp. jd1*) para parte delas. Entretanto, esta análise apontou um maior número de indivíduos de *D. cuaso* em p2 e p3.

Algumas espécies, por outro lado, pareceram ter suas abundâncias influenciadas pelo gradiente estudado mas a análise com MANOVA por *rankings* não evidenciou tais observações. *Drosophila mediopicta* pareceu apresentar uma associação positiva com a área mais próxima ao limite do fragmento, e principalmente p2 e p3 (Fig. 1). Já *Drosophila fascioides* pareceu exibir uma clara associação a MB.

Cabe ressaltar ainda que *Drosophila sgr. willistoni* apresentou, em geral, uma maior associação a MB. Nas coletas de verão, todavia, este ponto apresentou abundâncias geralmente menores que as observadas no interior do fragmento, fazendo com que esta associação não fosse estatisticamente clara (Fig. 1). Em MA este táxon manteve metapopulações geralmente pequenas, mas no inverno amostras deste ponto apresentaram mais espécimes que os demais.

Composição de espécies das assembléias

O fator sazonal apresentou um maior efeito sobre a composição de espécies da assembléia que o desflorestamento e o efeito de borda. Ao comparar-se a composição de espécies das amostras, através do índice de similaridade de Morisita (I_M), foi observado que estas se agruparam no dendograma primariamente em função das estações em que ocorreu a amostragem. A única exceção a esta constatação foi o ponto MA, cujas amostras ficaram todas reunidas em um ramo único e foram um pouco mais similares àquelas realizadas sob temperaturas mais altas.

A análise dos dendogramas de cada uma das coletas (Fig. 2A-G) permite a sugestão de quatro ‘classes’ de composição de espécies. A primeira delas (C1) corresponde ao ambiente da matriz (ponto MA). A segunda classe (C2) corresponde ao ambiente pontual de limite de fragmento (pontos MB e p0). A terceira (C3) corresponde à região de mata mais próxima ao limite do fragmento e apresenta um limite variável, sendo representada claramente pelos pontos p1, p2 e p3 nas coletas sob temperaturas mais baixas mas de mais difícil distinção em épocas mais quentes, tendendo a mesclar-se com pontos da última classe, especialmente no verão. A classe (C4) compreende os pontos mais distantes da borda, o ambiente de interior mata, e inicia-se após C3 (p4 em épocas frias, p5 ou p6 na primavera e indistinta no verão). A similaridade na composição de espécies entre essas classes, entretanto, variou ao longo das estações (Tabela 2).

Em geral, a espécie exótica *Drosophila simulans* foi a espécie dominante na ‘classe’ C1 ($0,33 < p_i < 0,56$). Esta espécie apresentou abundâncias relativas bem mais baixas ou não esteve presente em C2 e foi bastante rara em C3 e C4. *Drosophila mercatorum* foi também uma espécie bastante característica de C1, principalmente nas coletas realizadas em épocas quentes, e quase que exclusiva desta classe (Fig. 3A-D). A espécie *D. sturtevanti* foi observada em todas as amostras de MA com consideráveis abundâncias. Além de *D. simulans*, todas as demais espécies exóticas ou foram exclusivas deste ponto ou apresentaram suas maiores abundâncias relativas (em função do total de cada amostra) em C1. Nas amostras de MA no inverno, *D. polymorpha* e *D. sgr. willistoni* estiveram também dentre as espécies mais importantes, embora com abundâncias bastante inferiores a *D. simulans*.

A composição de espécies da classe C2 pode ser caracterizada como um misto das composições de espécies apresentadas por C1 e C3/C4, sendo mais semelhante à C1 em coletas sob temperaturas mais baixas e à C3 nas demais. *Drosophila sturtevanti* foi

uma das espécies mais importantes em C2. No verão e na primavera, entretanto, a abundância relativa desta espécie não apresentou diferenças pronunciadas entre as classes. Nas coletas de outono e inverno, por outro lado, a importância desta espécie foi aproximadamente similar entre C1 e C2 (Tabela 2), mas foi bem menor em C3 e C4, favorecendo um agrupamento de C2 e C1 no dendograma (Fig. 3C e 3D). Nestas coletas, o subgrupo *willistoni* apresentou suas maiores abundâncias relativas nas amostras em C2, já que poucos indivíduos foram coletados nas demais classes, em termos relativos, e principalmente em C1. Já nas coletas de verão e primavera, o *pi* deste táxon foi evidentemente maior que os observados na classe C1 e menor, mas não tão evidentemente, que nas classes C3 e C4. Como nestas coletas as abundâncias relativas deste subgrupo foram bem mais pronunciadas que nas coletas sob temperaturas mais baixas, assim como nas classes C3 e C4 mas não em C1, uma maior similaridade de C2 com C3 e C4 foi obtida (Fig. 3A e 3B). *Drosophila polymorpha* mostrou-se importante em C2 em Pr03 assim como *D. neomorpha* em Ve04 aumentando a dissimilaridade desta classe à C1 nestas coletas. Já nas coletas de inverno, *D. polymorpha* apresentou abundâncias relativas similares entre C1 e C2, ajudando a promover a similaridade destas classes.

Drosophila capricorni foi uma das espécies mais importantes em C2 nas coletas realizadas em épocas mais frias, assim como em C3 e C4, mas foi pouco importante ou inexistente em C1 (Fig. 3C e 3D). Em C2, esta espécie foi menos representativa que em C3 e C4 no outono, mas foi igualmente importante nas coletas de inverno. Sendo assim, seria esperado um agrupamento mais evidente entre estas classes do que entre C2 e C1, o que não ocorreu. Desta forma, embora *D. capricorni* tenha promovido grande similaridade de C2 com C3 e C4 nestas coletas, o balanço das abundâncias relativas de *D. sturtevanti* e *D. sgr. willistoni* foi mais determinante para a relação entre as classes. As espécies exóticas e *D. mercatorum* foram freqüentemente observadas em C2, principalmente nas coletas sob

temperaturas mais altas e em MB, apresentando nesta ‘classe’ seus “limites de distribuição”.

Nas coletas sob temperaturas mais baixas, *D. capricorni* foi, em geral, a espécie mais importante na classe C3 seguida por *D. paraguayensis* no inverno e *D. sgr. willistoni* no outono (*pi* similar ao observado em C2 e mais alto que em C4, enquanto no inverno o *pi* em C3 foi bastante baixo e similar ao observado em C4). *Drosophila polymorpha* e *D. sturtevantii*, que apresentaram *pi* consideráveis em C1 e C2, tiveram abundâncias relativas bastante baixas em C3 e C4.

Drosophila capricorni foi também a espécie mais importante na classe C4 nas coletas de outono e inverno, seguida por *D. sgr. willistoni* no outono e *D. paraguayensis* no inverno. A diferenciação entre estas duas classes ocorreu em função das espécies *D. sp. jd1*, *D. mediopicta* e *D. bandeirantum* que apresentaram *pi* maiores em C3 que em todas as outras classes e, em menor grau, por *D. fumipennis* que apresentou em C4 abundâncias relativas maiores que nas demais classes (como também observado nas demais coletas). Além disso, no outono a diferenciação entre tais classes foi também dada pela diminuição da importância de *D. sgr. willistoni* em C4.

Sendo assim, as diferenças das classes C3 e C4 com C1 e C2 no outono e no inverno foram devidas às diferenças nas abundâncias de *D. capricorni*, *D. paraguayensis*, *D. sgr. willistoni*, *D. polymorpha*, e *D. sturtevantii*. As duas primeiras apresentaram maiores abundâncias em C3 e C4 enquanto as demais foram mais importantes em C1 e C2.

Na primavera de 2003, C3 foi caracterizada basicamente por *D. sgr. willistoni*, *D. polymorpha* e *D. sturtevantii* (Fig. 3). A primeira delas foi a dominante em todas as amostras enquanto a segunda espécie mais importante foi *D. polymorpha* em p1-p3 e *D. sturtevantii* em p4. Esta foi a única coleta em que a classe C3 assemelhou-se mais à C2 do que à C4, embora a diferença nos valores observados tenha sido muito pequena (Tabela 2).

A classe C4 foi representada principalmente por *D. sgr. willistoni* e *D. sturtevantii* em Pr03. A diferenciação desta classe com C3 foi dada basicamente em função de *D. polymorpha*, que apresentou abundâncias consideráveis em C3, mas não em C4, e de *D. sturtevantii*, que apresentou maiores abundâncias relativas em C4.

Três táxons caracterizam as classes C3 e C4 em Pr04, representando mais de 80% dos indivíduos: *D. capricorni*, *D. sturtevantii* e *D. sgr. willistoni*. As abundâncias relativas destes três táxons foram sempre muito similares entre si em C4 e esta menor dominância permitiu separá-la de C3 assim como a maior importância de *D. sgr. willistoni* em C3 e de *D. fumipennis* em C4. Os pontos da classe C3 não formaram um ramo único no dendograma por influência de espécies pouco abundantes, já que as similaridades observadas nas comparações entre os pontos além do limite do fragmento (p1-p10) foram bastante altas.

Nas coletas realizadas no verão, a classe C3 não pôde ser distinguida da classe C4, sendo que a similaridade entre as amostras obtidas entre p1 e p10 foi bastante alta (Tabela 2). Apesar de os pontos p1, p2, p3 e p4 formarem um ramo único em Ve05, juntamente com p9, os demais pontos ramificaram-se de forma ‘desordenada’ de modo que a associação deste quadro ao efeito de borda foi impossibilitada.

Nestas duas coletas, espécies pouco abundantes pareceram responsáveis pelos agrupamentos observados nos dendogramas. No entanto observou-se que, em geral, *D. fumipennis* apresentou maiores *pi* nos pontos mais próximos ao interior do fragmento e *D. polymorpha* e *D. sturtevantii* apresentaram abundâncias relativas maiores nos pontos mais próximos ao limite do fragmento.

As amostras de C3 e C4 apresentaram maiores similaridades com C1, em geral, quanto maiores foram as temperaturas na época da coleta. A similaridade de C1 com C4 foi maior do que com C3 nas coletas de inverno, equivalente na coleta de outono, e menor

com C4 do que com C3 na primavera. Esta comparação não pôde ser feita para o verão, pois C3 e C4 pareceram indistintas. A similaridade entre C3 e C4 foi menor nos invernos, seguido pelo outono, e aproximadamente equivalente entre as demais coletas, porém ainda distinta na primavera (Tabela 2).

Parâmetros de diversidade alfa

O número total de espécies por amostra (Fig. 4A), em sua forma logarítmica $\ln(S)$, apresentou diferenças significativas entre os pontos sendo que MB teve significativamente mais espécies que p1, p4-p8 e p10 e MA apresentou mais espécies que p5. O $\ln(S_N)$ mostrou-se também significativamente diferente sendo que MB teve mais espécies que p1, p4-p6, p8 e p10. O $\ln(S)$ apresentou correlação negativa com a distância do limite do fragmento ($r_s = -0,281$) mas $\ln(S_N)$ não.

O estimador de riqueza MMEans apontou uma tendência de menores valores no interior do fragmento que na matriz sendo que uma correlação negativa forte foi observada entre a riqueza estimada e a distância à matriz ($r_s = -0,846$), mesmo quando consideradas apenas as espécies nativas ($r_s = -0,846$).

A diversidade e a dominância de espécies (Fig. 4B e 4C) não diferiram entre os pontos estudados, mesmo quando considerados apenas os indivíduos de espécies nativas. Da mesma forma, estes parâmetros não apresentaram correlação com a distância ao limite do fragmento.

O número de indivíduos coletados por amostra (Fig. 4D), em sua forma logarítmica ($\ln(N)$) pareceu ser influenciado pelo gradiente estudado. Foi observado que MA apresentou um maior número de indivíduos por amostra que p1, p5, p6, p7 e p8; MB apresentou um maior número de indivíduos que p1 e p3-p10; e p0 e p2 apresentaram maior $\ln(N)$ que p5.

Quando considerados apenas os indivíduos de espécies nativas, MB apresentou mais indivíduos que MA, p1, p5-p10. Tanto $\ln(N)$ quanto $\ln(N_N)$ apresentaram uma correlação negativa ($r_s = - 0,391$ e $r_s = - 0,232$, respectivamente) com a distância ao limite do fragmento.

DISCUSSÃO

As diferentes associações das espécies configuraram diferentes composições de espécies de assembléia entre a matriz, o limite de fragmentos, a borda florestal e o interior do fragmento. Estes resultados apontam uma importante diferença nos fatores que determinam a composição de espécies das assembléias de drosofilídeos em ambientes naturais florestais e ambientes desflorestados além de um efeito mútuo de uma área sobre outra, ou seja, um efeito de borda.

A alta abundância relativa de espécies exóticas, especialmente de *D. simulans*, no ambiente de matriz (C1) deveu-se a maiores abundâncias absolutas destas neste ambiente e à pequena abundância absoluta da maioria das espécies nativas. Isto ocorreu provavelmente em virtude da sinantropia que as espécies exóticas apresentam (Dobzhansky 1965) e à associação delas a áreas com vegetação menos densa, o que também justificaria as baixas abundâncias destas no interior e na própria borda do fragmento estudado. Além disso, o microclima mais variável desta área, oriundo da estrutura vegetal deste ambiente, parece ser importante para explicar as maiores abundâncias de espécies exóticas já que estas toleram estresses físicos mais intensos que as nativas (Parsons & Stanley 1981).

Drosophila simulans é a espécie introduzida no Neotrópico que melhor se adaptou às diferentes regiões fitogeográficas (Sene et al. 1980) embora seja mais

abundante em áreas abertas (Perondini et al. 1979), o que deve estar relacionado a sua fototaxia positiva (McDonald & Parsons 1973). Esta espécie tem sido considerada comum e adaptada ao ambiente de mata (Saavedra et al. 1995), o que não é corroborado pelos resultados observados.

Drosophila malerkotliana foi introduzida em regiões de vegetação aberta no Brasil (Sene et al. 1980) e atingiu grandes tamanhos populacionais. Na Floresta Amazônica esta espécie colonizou inicialmente bordas florestais, e subsequentemente o interior de fragmentos, alterando as frequências das espécies nativas e dominantes (Martins 1989).

O potencial colonizador de *Z. indianus* vem sendo apontado por diversos estudos realizados no Brasil, especialmente em áreas de vegetação aberta e antropizadas (Silva et al. 2005, Tidon 2006). Esta espécie é capaz de explorar substratos nativos (Castro & Valente 2001) e exóticos (Vilela et al. 1999) e, portanto, a disponibilidade de recursos pode não ser a causa do padrão de distribuição espacial observado.

A ausência de *S. latifasciaeformis* no interior de mata em fragmentos grandes já havia sido documentada por Martins (1987) na Amazônia assim como suas altas abundâncias em áreas desflorestadas. Esta autora observou abundâncias cem vezes maiores na borda florestal que no interior.

A baixa abundância ou a não ocorrência destas espécies no interior do fragmento sugere uma inaptidão na colonização de ambientes de mata bem preservados. Apesar disso, estas espécies vêm apresentando sucesso na colonização em diversas áreas florestais do Brasil, conforme já apontado, e, portanto, as variações climáticas existentes na região parecem exercer um importante papel na distribuição microespacial delas. Outra hipótese é a de que o tempo de colonização não tenha sido suficiente para este ajuste (Stockwell et al. 2003), o que é menos provável já que a maioria de tais espécies se expandiu com grande

rapidez em outras áreas, mas na área estudada as abundâncias destas espécies vêm se mantendo nos mesmos níveis ao longo deste trabalho.

Eventos muito intensos de colonização da mata poderiam representar um perigoso potencial para a estabilidade das assembléias nativas de Drosophilidae. Nas últimas décadas, vários exemplos de moscas colonizando faunas neotropicais têm sido reportados (Brncic et al. 1981; Martins 1989; Goñi & Martinez 1995; Silva et al. 2005), mas nenhum deles apontou evidências contundentes de supressão do tamanho populacional das espécies nativas, já que a maioria destes estudos analisou apenas as abundâncias relativas das espécies.

Além das espécies exóticas, duas espécies neotropicais, *D. sturtevanti* e *D. mercatorum*, apresentaram altas abundâncias relativas em C1. A primeira delas, que em termos absolutos foi mais abundante em áreas de limite de fragmento, tem maior afinidade pelos cerrados e outras formações abertas (Val et al. 1981, Tidon 2006). Já *D. mercatorum* mostra-se bastante adaptada a ambientes que apresentam amplas variações nos fatores físicos, como o urbano (Tidon et al. 2005) e o cerrado (Tidon 2006), o que pode explicar sua evidente associação a MA. Esta última exhibe também uma forte associação ao homem (Val et al. 1981).

Desta forma, áreas desflorestadas parecem ser colonizadas por espécies que habitam preferencialmente ambientes de vegetação mais aberta (inclusive os naturais) e xéricos. Além disso, muitas destas espécies, como *D. simulans* e *D. mercatorum*, apresentam ciclos de vida mais curtos que aquelas predominantes nas demais 'classes', o que pode indicar uma efemeridade nos recursos antropogênicos, provavelmente um dos mais importantes para elas. Um pequeno período de desenvolvimento confere uma vantagem competitiva porque as larvas completarão o desenvolvimento com maior

probabilidade antes do recurso estar esgotado (Mueller 1988). Entretanto, outras espécies características de C1 apresentam ciclos não tão curtos, como *Z. indianus*.

Em C2 as espécies generalistas *D. sgr. willistoni* e *D. sturtevanti* (Fig. 2A-D) foram as dominantes enquanto espécies associadas a áreas abertas, como as exóticas e as nativas *D. fascioloides* e *D. guaraja* (Val & Kaneshiro 1988), e a ambientes de mata, como *D. capricorni* (Val et al. 1981), apresentaram abundâncias relevantes. Isto sugere que os ambientes limítrofes de fragmentos funcionam como áreas de transição. A ausência de espécies raras e especializadas de *Drosophila* indica um sinal de deterioração de hábitat (Parsons 1991). Isto parece ser explicado pelo fato de que é nesta área que os fatores físicos são mais influenciados pela matriz já que a temperatura é alterada até 10 m (Turton & Freiburger 1997), a umidade do ar até 60 m, a umidade do solo até 20 m e a luminosidade até 20 m (Kapos 1989) além do limite do fragmento. Já a velocidade do vento pode apresentar variações em uma distância de até 500 m (Laurance 1997).

Apesar das abundâncias relativas, em relação ao total da amostra, de *Drosophila sgr. willistoni* terem sido sempre significativas em C2, principalmente em MB, suas maiores abundâncias absolutas nem sempre ocorreram nesta ambiente. Sob temperaturas mais baixas, este táxon, assim como *D. capricorni*, pareceu apresentar eventos de colonização de fragmentos menores, como aquele de MB, por moscas provenientes de fragmentos maiores. Sob temperaturas mais altas, no entanto, estas moscas pareceram ter o interior do fragmento como refúgio, sugerindo que a temperatura é um importante fator para sua distribuição. Diversos autores (Burla et al. 1950, Carson 1965, Valente & Araújo 1986) vêm apontando a alta versatilidade ecológica de *D. willistoni*, a espécie mais abundante do subgrupo *willistoni* no sul do Brasil, o que pode explicar a ampla distribuição de *D. sgr. willistoni* ao longo do gradiente estudado. Martins (1987), estudando um

gradiente semelhante na Amazônia, entretanto, observou que este subgrupo foi mais abundante em fragmentos menores e na borda de fragmentos maiores.

A borda florestal apresenta composição florística bastante diferenciada daquela observada no interior de fragmentos mas bastante similar àquela observada em clareiras (Rodrigues 1998). Isto poderia explicar a maior representatividade de algumas espécies, possivelmente também associadas a clareiras, e a supressão de outras em C3, o que foi observado especialmente naquelas coletas sob temperaturas mais baixas (Fig. 2A e 2D). Nesta área, diversas espécies, como *D. bandeirantorum* e *D. polymorpha*, foram mais representativas que em outras áreas. Entretanto, foram observadas altas abundâncias dos táxons mais comuns no interior do fragmento, como *D. sgr. willistoni* e *D. sturtevanti*, o que indica uma ampla versatilidade ecológica destes e uma alta resistência às conseqüências da interação entre os ambientes.

As espécies do grupo *tripunctata* são frequentemente associadas a ambientes de mata, especialmente às bem preservadas (Sene et al. 1980). Sendo assim, a associação de *D. bandeirantorum*, *D. mediopicta* e *D. cuaso*, deste grupo, à borda florestal não parece estar relacionada à utilização de recursos de origem antrópica. As baixas abundâncias de todas as espécies de *tripunctata* em MA e, na maioria das coletas, em MB parece ser resultado da alta sensibilidade destas a aumentos na temperatura (Capítulo 3).

Apesar de ter apresentado maiores *pi* (em relação ao total da amostra) na borda florestal, *D. polymorpha* teve maiores abundâncias absolutas no ambiente de limite de fragmento (MB e p0). Estes resultados, entretanto, contrapõem observações prévias, que apontam que esta espécie é mais abundante na mata (Val & Kaneshiro 1988).

Parsons (1991) sugeriu que as espécies de *Drosophila* observadas nas bordas não são adaptadas a habitats particulares, mas são generalistas. No entanto, Burla e Bächli

(1991) observaram que algumas espécies deste gênero foram mais abundantes neste tipo de ambiente que em outros, conforme também detectado no presente estudo.

Samu et al. (1999) observaram que a aracnofauna das bordas consiste de espécies exclusivas de bordas e também daquelas presentes em ambas as áreas adjacentes. Esta sobreposição ocorreu em poucos metros e este ambiente foi apontado como muito desfavorável às aranhas, o que representou uma barreira de dispersão para elas. Os drosofilídeos, entretanto, mostraram-se influenciados em uma área mais ampla, o que deve estar relacionado ao fato das aranhas terem baixa capacidade de dispersão e alta sensibilidade ecológica. Apesar dos drosofilídeos serem, em geral, também bastante sensíveis ao microclima, estas moscas têm maior motilidade, o que exerce um importante papel na amplitude da borda (Schwartz 1999).

As diferentes amplitudes deste efeito sobre a assembléia, nas diferentes estações do ano, pareceram ter se dado em função da temperatura (pluviosidade e umidade não variaram significativamente entre as estações) e da variação sazonal na abundância das espécies mais comuns, como já mencionado. O aumento da temperatura geralmente esteve associado à expansão das populações das espécies nativas mais generalistas (como foi o caso de *D. sgr. willistoni* e *D. sturtevanti*) fazendo com que diferenças na composição de espécies entre C3 e C4 fossem muito sutis (na primavera) ou até mesmo imperceptíveis (no verão). Sob temperaturas mais baixas, os tamanhos populacionais destas espécies diminuíram enquanto diversas espécies associadas à borda florestal (como *D. sp. jd1*, *D. bandeirantum* e *D. mediopicta*) e outras associadas ao interior do fragmento (*D. mediopunctata*, *D. paraguayensis* e *D. capricorni*) exibiram aumentos em sua abundância.

Conforme esperado, as espécies associadas ao interior do fragmento foram apontadas em estudos prévios como associadas a florestas, especialmente às bem preservadas (Sene et al. 1980, Val et al. 1981). Para estas espécies, um fator a ser

considerado é a luminosidade, provavelmente mais limitante para estas. Além disso, a disponibilidade de recursos, também influenciada pelo efeito de borda, deve ter sido determinante para a distribuição destas espécies.

A disponibilidade de recursos pode ter sido também determinante para as notáveis abundâncias de diversas espécies em MB, promovendo os maiores N neste ponto, onde tanto recursos naturais quanto antropogênicos estão acessíveis (Parsons 1991) e menores abundâncias de grandes animais frugívoros (portanto competidores) são observadas (Martins 1987). A ampla fecundidade das espécies com ciclo de vida mais curto, bastante comuns em MB, parece ser também importante. Esta hipótese explicaria também as amplas abundâncias observadas em MA, onde *D. simulans* foi bastante abundante (e por isso este ponto não exibiu N grandes quando consideradas somente as espécie nativas). Este foi o único parâmetro de diversidade alfa que variou linearmente ao longo do gradiente, tendendo a ser menor nos pontos mais internos ao fragmento (especialmente a partir do p3). Resultados similares foram observados por Martins (1987) e Burla e Bächli (1991) para os drosofilídeos e por Jokimäki et al. (1998) para Linyphiidae (Arachnida), Cicadellidae (Homoptera), Diptera, Brachycera (Diptera), Nematocera (Diptera), Hymenoptera e Ichneumonidae (Hymenoptera). Estes últimos autores apontaram ainda que a distância ao limite do fragmento não afetou a abundância de Coleoptera (especialmente Cantharidae).

O grande número de espécies em MB poderia ser também explicado por uma maior disponibilidade de recursos. Entretanto, a sobreposição dos limites de distribuição de espécies florestais e daquelas associadas à matriz neste ponto parece ser mais importante. Como o número de espécies exóticas foi reduzido neste estudo, e o de nativas foi grande, a análise da riqueza não diferiu substancialmente quando apenas as espécies nativas foram consideradas. A riqueza estimada, que apresentou uma clara e forte correlação negativa

com a distância ao interior do fragmento, seguiu este mesmo padrão, mas foi intensificada pela maior ocorrência de *singletons* e *uniques* nas amostragens realizadas mais próximo à matriz. A diminuição na riqueza de espécies em direção ao interior do fragmento, todavia, diferiu dos resultados obtidos com comunidades vegetais (Rodrigues 1998).

A não observação de um gradiente nos demais parâmetros analisados (dominância e diversidade) refletiu a composição de espécies muito similar entre as amostras, sendo que em uma mesma amostra muito poucas espécies foram bastante abundantes, poucas apresentaram abundâncias intermediárias e muitas foram raras. Entretanto, Martins (1987) observou uma diversidade de drosofilídeos levemente maior na borda, o que também foi verificado em comunidades vegetais (Fortin 1994; Rodrigues 1998).

CONCLUSÃO

Diferenças na distribuição de diversas espécies e na composição de espécies das assembléias refletiram a influência do desflorestamento, e processos associados como o efeito de borda, sobre a fauna de drosofilídeos. Apesar da relevante variação destes padrões em função da sazonalidade, estas moscas demonstraram-se eficientes bioindicadores do efeito do desflorestamento. Apesar de apenas um fragmento ter sido estudado, os resultados obtidos são corroborados por resultados de estudos prévios e, desta forma, oferecem subsídios para o planejamento de políticas de preservação em áreas florestais sub-tropicais como a implantação de unidades de conservação e de corredores ecológicos.

AGRADECIMENTOS

Este estudo é parcialmente suportado pelas Agências Financiadoras Brasileiras CAPES, CNPq e PROPESQ-UFRGS. Nós também agradecemos a H. J. Schmitz e M. S. Gottschalk pelas discussões acerca da análise dos dados, a S. C. F. Oliveira pelo auxílio na triagem inicial das coletas e a A. S. Döge pela ajuda no trabalho de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brcic, D., Prevosti, A., Budnik, M., Monclús, M. and Ocãna, J. 1981. Colonization of *Drosophila subobscura* in Chile. I. First population and cytogenetic studies. *Genetica* **56** (1): 3-9.
- Burla, H. and Bächli, G. 1991. A search for pattern in faunistical records of drosophilids species in Switzerland. *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung* **29**: 176-200.
- Burla, H., Da Cunha A. B., Cavalcanti, A. G. L., Dobzhansky, T., and Pavan, C. 1950. Population density and dispersal rates in Brazilian *Drosophila willistoni*. *Ecology* **31**: 393-404.
- Carson, H. L. 1965. Chromosomal morphism in geographically widespread species of *Drosophila*. Pages 503-531 in H. G. Bakker and G. L. Stebbins, editors. *The genetics of colonizing species*. Academic Press, New York.
- Castro, F. L. and Valente, V. L. S. 2001. *Zaprionus indianus* is invading Drosophilid communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. *Drosophila Information Service* **84**: 15-17.
- Colwell, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Available from <http://purl.oclc.org/estimates>. (Accessed June 2005).
- Dobzhansky, T. 1965. Wild and domestic species of *Drosophila*. Pages 533-551 in H. G. Baker and G. L. Stebbins, editors. *The genetics of colonizing species*. Academic Press, New York.
- Fortin, M. J. 1994. Edge detection algorithms for two-dimensional ecological data. *Ecology* **75**: 956-965.

- Goñi, B. and Martinez, M. E. 1995. First record of *Drosophila subobscura* in Uruguay. *Drosophila Information Service* **76**: 164.
- Hammer Ø., Harper, D. A. T. and Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Version 1.34. *Palaeontologia Electronica* **4** (1): 9. URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Jokimäki, J., Huhta, E., Itämies, J., and Rahko, P. 1998. Distribution of arthropods in relation to forest patch size, edge, and stand characteristics. *Canadian Journal of Forest Research* **28** (7): 1068-1072.
- Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* **5**: 173-185.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Wesley Educational Publishers, Menlo Park.
- Laurance, W. F. 1997. Hyper-disturbed Parks: Edge effects and the ecology of Isolated rainforest reserves in Australia. Pages 351-365 in W. F. Laurance and R. O. Bierregard, editors. *Tropical Forest Remnants Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. Chicago University Press, Chicago.
- Martins, M. B. 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* **3** (2): 195-218.
- Martins, M. B. 1989. Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Acta Amazônica* **19**: 265-271.
- McDonald, J. and Parsons, P. A. 1973. Dispersal activities of the sibling species *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans*. *Behavior Genetics* **3** (3): 293-301.

- Mueller, L. D. 1988. Evolution of competitive ability in *Drosophila* by density-dependent natural selection. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **85** (12): 4383-4386.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B. and Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature **403**: 853-858.
- Parsons, P. A. 1991. Biodiversity conservation under global climatic change: the insect *Drosophila* as a biological indicator? Global Ecology and Biogeography Letters **1**: 77-83.
- Parsons, P. A. and Stanley, S. M. 1981. Domesticated and widespread species. Pages 349-429 in M. Ashburner, H. L. Carson, J. N. Thompson Jr, editors. The genetics and biology of *Drosophila*. Vol. 3a. Academic Press, New York.
- Perondini, A. L. P., Sene, F. M. and Mori, L. 1979. The pattern and polymorphism of some *Drosophila simulans* esterases in Brazil. Egyptian Journal of Genetics and Cytology **8**: 263-268.
- Quintela, C. E. 1990. An S.O.S. for Brazil's beleaguered Atlantic forest. Nature Conservancy Magazine **40**: 14-19.
- Rodrigues, E. 1998. Edge effects on the regeneration of forest fragments in Londrina, PR. Ph.D Thesis. Harvard University, Cambridge.
- Saavedra, C. C. R., Callegari-Jacques, S. M., Napp, M. and Valente, V. L. S. 1995. A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research **33**: 62-74.
- Samu, F., Sunderland, K. D. and Szinetár, C. 1999. Scale-dependent dispersal and distribution patterns of spiders in agricultural systems: a review. The Journal of Arachnology **27**: 325-332.

- Schwartz, M. W. 1999. Choosing the appropriate scale of reserves for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* **30**: 83-108.
- Sene, F. M., Val F. C., Vilela C. R., Pereira, M. A. Q. R. 1980. Preliminary data of geographical distribution of *Drosophila* species within morfoclimatic domains of Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* **33** (22): 315-326.
- Silva, N. M., Fantinel, C. C., Valente, V. L. S. and Valiati V. H. 2005. Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) in communities of Porto Alegre city, southern of Brazil. *Neotropical Entomology* **34** (3): 363-374.
- Sneath P. H. and Sokal R. R. 1973. Numerical taxonomy. Freeman & Co, San Francisco.
- StatSoft, Inc. 1998. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Version 5.1.
URL: <http://www.statsoft.com>.
- Stockwell, C. A., Hendry, A. P. & Kinnison, M. T. 2003. Contemporary evolution meets conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution* **18** (2): 94-101.
- Terborgh, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* **24**: 283-292.
- Tidon, R. 2006. Relationships between drosophilids (Diptera, Drosophilidae) and the environment in two contrasting tropical vegetations. *Biological Journal of the Linnean Society* **87**: 233-247.
- Tidon, R., Leite, D. F., Ferreira, L. B., Leão, B. F. D. 2003. Drosofilídeos (Diptera, Insecta) do Cerrado. in A. Scariot, J. M. Felfili, J. C. Souza-Silva, editors. *Ecologia e Biodiversidade do Cerrado. in press*.
- Tidon, R. & Sene, F. M. 1988. A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. *Drosophila Information Service* **672**: 89.

- Turton, S. M. and Freiburger, H. J. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. Pages 45-54 in W. F. Laurance and R. O. Bierregard, editors. Tropical forest remnants ecology, management, and conservation of fragmented communities. Chicago University Press, Chicago.
- Val, F. C. & Kaneshiro, K. Y. 1988. Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica da Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution. Pages 189-203 in P. E. Vanzolini and W. R. Heyer, editors. Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Val, F. C., Vilela, C.R., Marques, M. D. 1981. Drosophilidae of the Neotropical Region. Pages 123-168 in M. Ashburner, H. L. Carson, J. N. Thompson Jr., editors. The genetics and biology of *Drosophila*. Vol. 3a. Academic Press, New York.
- Valente, V. L. S. and Araújo, A. M. 1986. Comments and breeding sites of *Drosophila willistoni* Sturtevant (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia* **30** (21): 281-286.
- Vilela, C. R., Teixeira, E. P. and Novo, J. P. S. 1999. Nova praga nos figos: *Zaprionus indianus* Gupta, 1970. *Informativo da Sociedade de Entomologia do Brasil* **24** (2): 2.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

Tabela 1. Datas e códigos das coletas.

Estação e ano	Código	Data
Primavera 2003*	Pr03	02 Dez.
Verão 2004	Ve04	23 Fev.
Outono 2004	Ou04	17 Mai.
Inverno 2004A	In04A	05 Ago.
Inverno 2004B	In04B	09 Ago.
Primavera 2004	Pr03	03 Nov.
Verão 2005	Ve05	27 Fev.

*- Em Pr03 o ponto MB não foi amostrado.

Tabela 2. Similaridade quantitativa entre as classes de composição de espécies observadas ao longo do gradiente estudado obtidas através do Índice de Morisita (I_M).

Classes ^a	Estação						
	Pr03	Ve04 ^b	Ou04	In04A	In04B	Pr04	Ve05 ^b
C1/C2	0,713	0,773	0,765	0,726	0,706	0,632	0,689
C1/C3	0,490		0,482	0,364	0,395	0,511	
C1/C4	0,457	0,521	0,481	0,370	0,443	0,495	0,499
C2/C3	0,845		0,763	0,654	0,647	0,826	
C2/C4	0,743	0,831	0,757	0,611	0,663	0,823	0,820
C3/C4	0,837	-	0,802	0,720	0,759	0,903	-

^a - área desflorestada (C1), limite de fragmento florestal (C2), borda florestal (C3) e interior de fragmento (C4); ^b - as classes C3 e C4 foram indistintas nas coletas de verão.

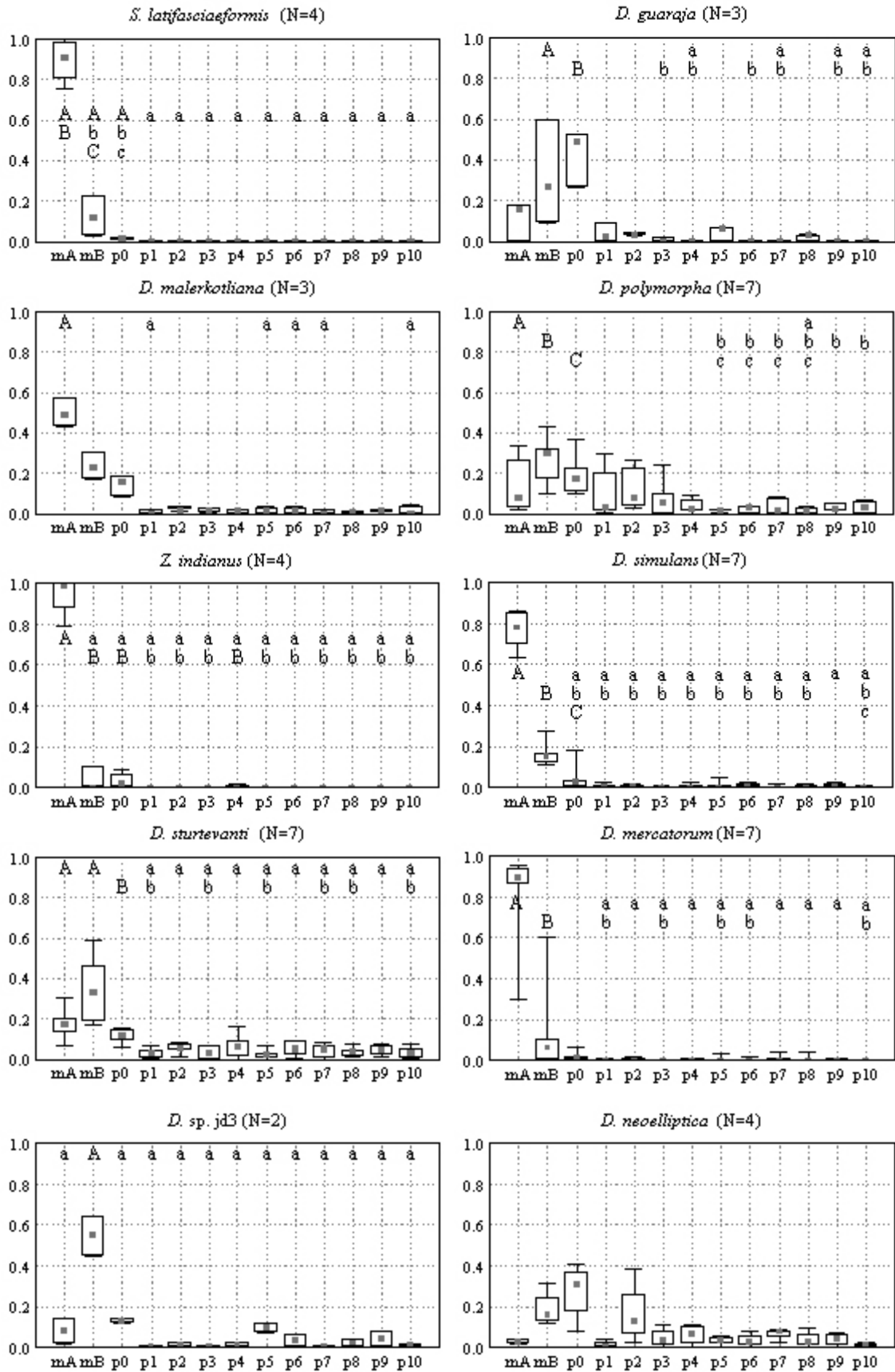
Figura 1. Abundâncias relativas das espécies (coletas com mais de 10 indivíduos) em um gradiente de distância entre matriz desflorestada e interior de fragmento de Mata Atlântica em Joinville, sul do Brasil. N indica o número de coletas consideradas. As barras indicam a abundância mínima e máxima, os quadrados apontam os percentis e os pontos representam as medianas. Letras maiúsculas indicam abundâncias significativamente maiores que aquelas marcadas com a respectiva letra minúscula ($A > a$; $B > b$).

Figura 2. Similaridade das amostras obtidas nas coletas (A) Pr03, (B) Pr04, (C) Ve04, (D) Ve05, (E) Ou04, In04A (F) e In04B (G) através do índice de Morisita (I_M) (dendogramas UPGMA) em um gradiente de distância entre matriz desflorestada e interior de fragmento de Mata Atlântica em Joinville, sul do Brasil.

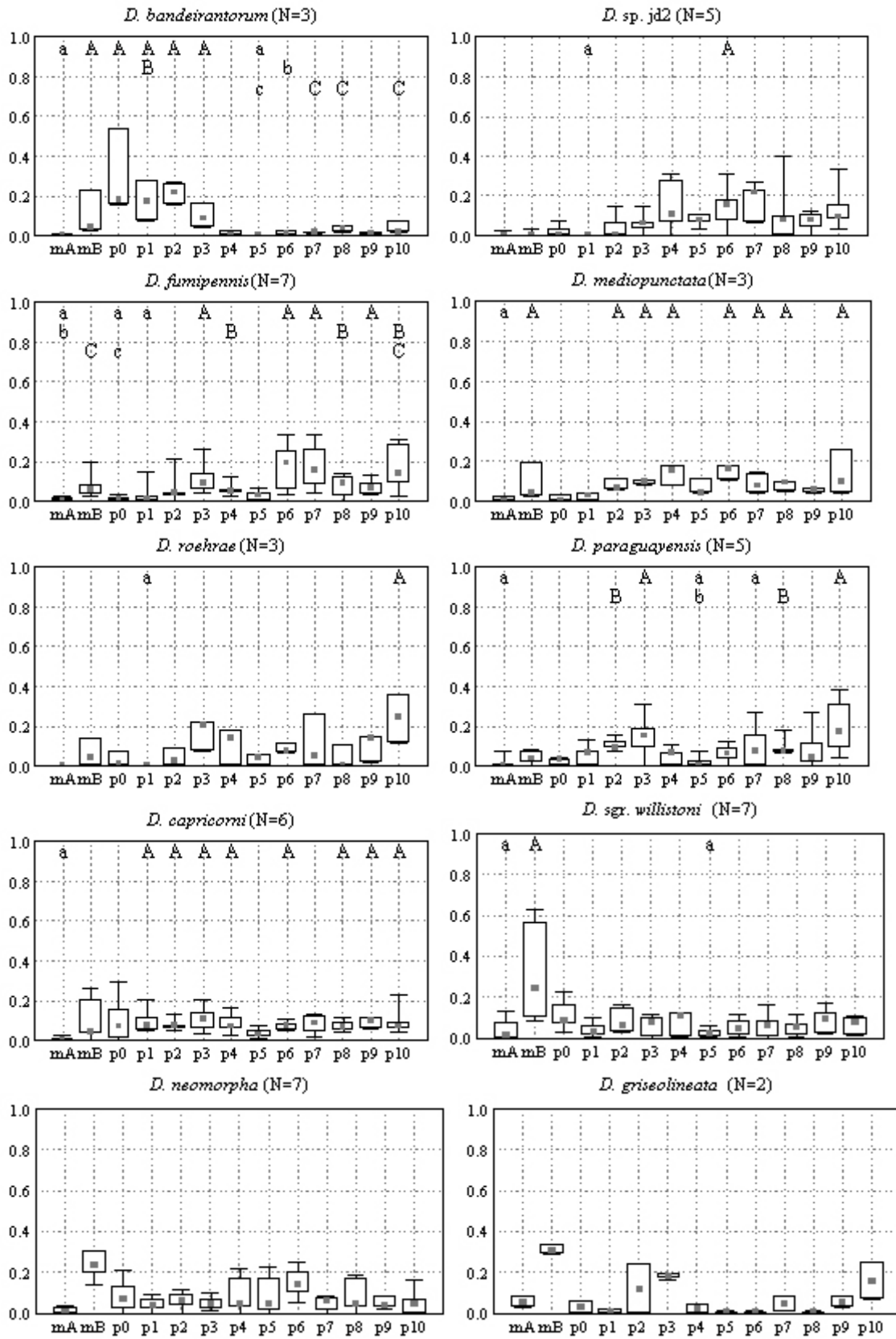
Figura 3. Abundâncias relativas das espécies nas amostras de (A) primavera, (B) verão, (C) outono e (D) inverno em um gradiente de distância entre matriz desflorestada e interior de fragmento de Mata Atlântica em Joinville, sul do Brasil.

Figura 4. Variação na (A) riqueza (S), (B) diversidade (H') e (C) dominância de espécies (D) e (D) no número total de indivíduos coletados (N) por amostra em um gradiente de distância entre matriz desflorestada e interior de fragmento de Mata Atlântica em Joinville, sul do Brasil. Códigos das coletas conforme tabela 1.

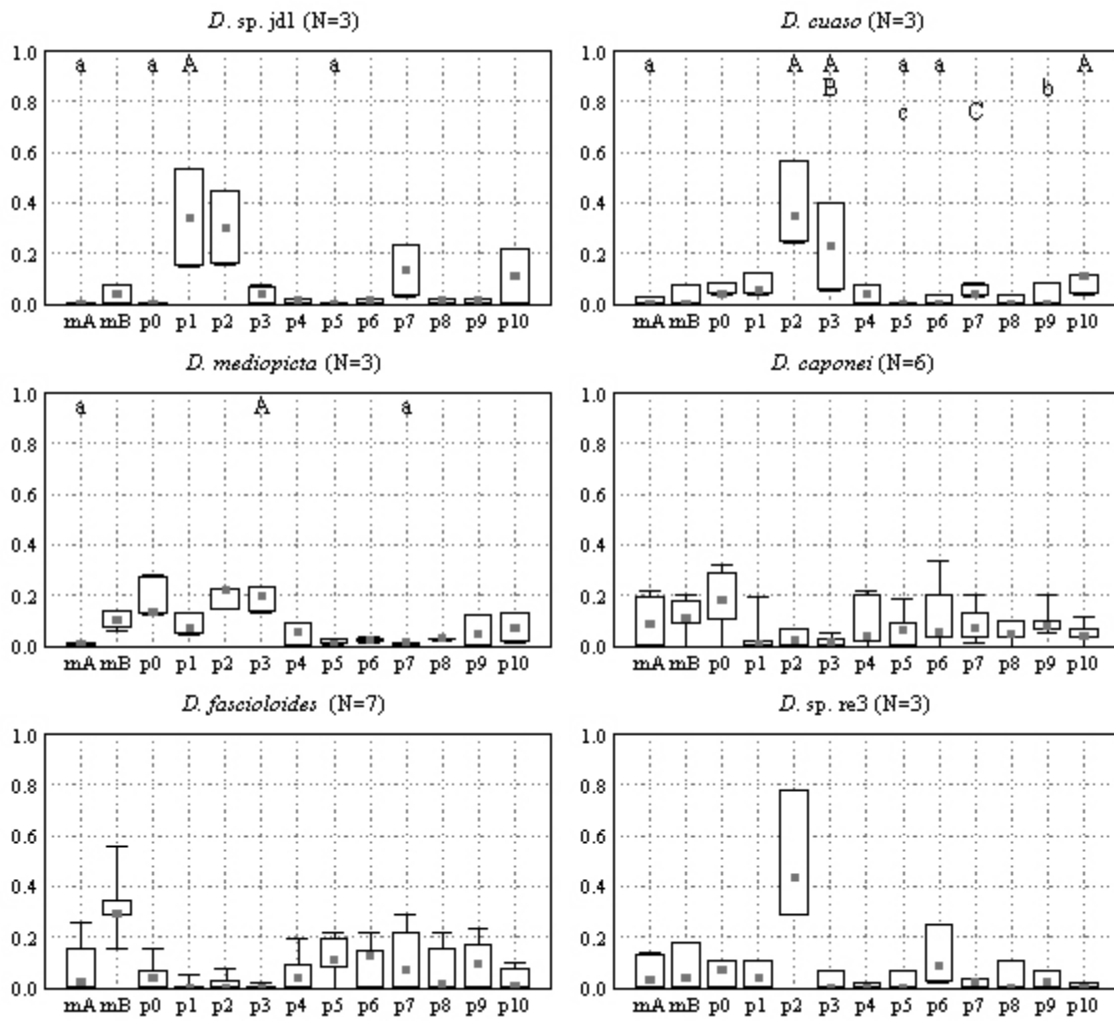
(Figura 1)



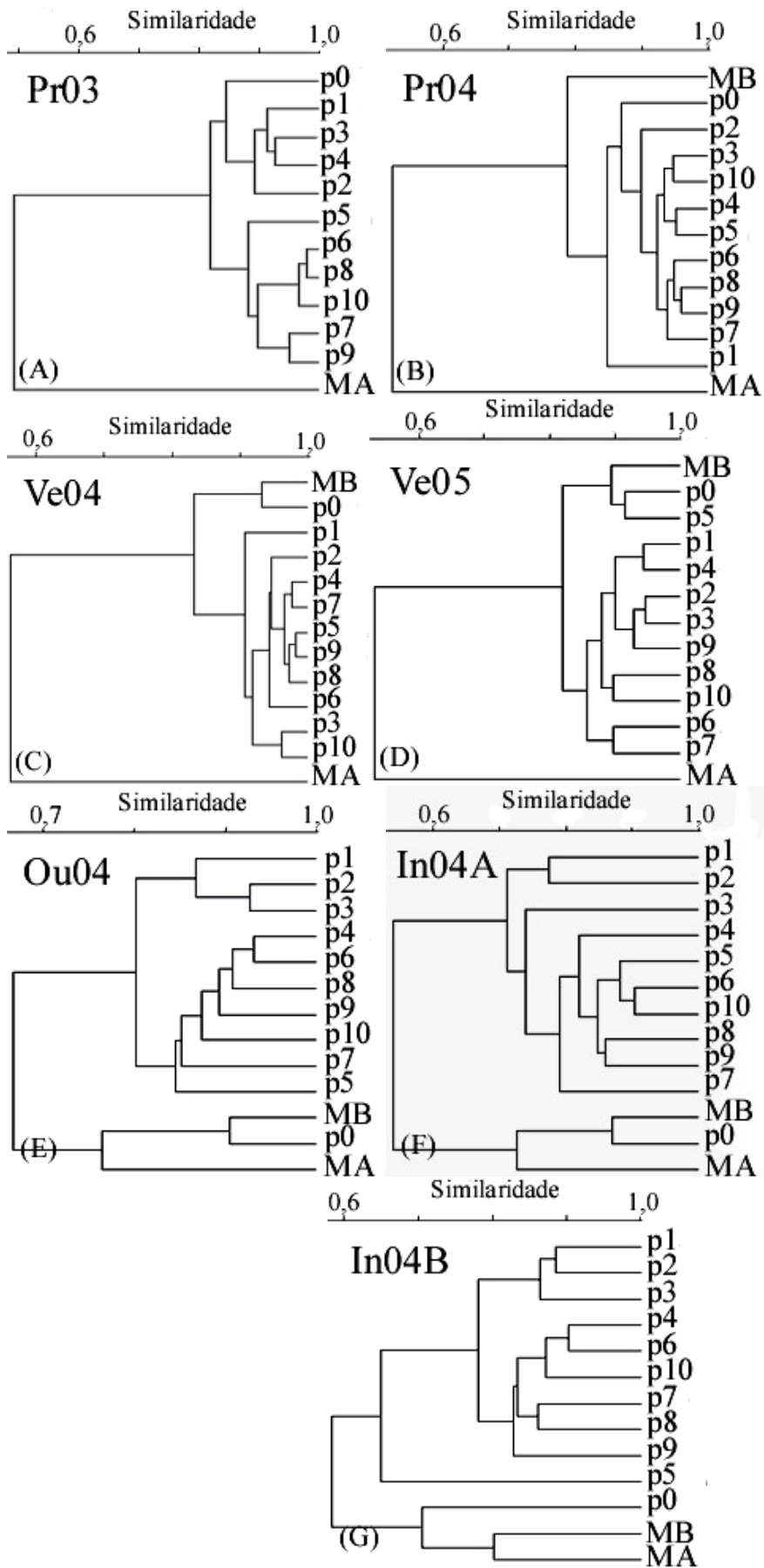
(Figura 1 cont.)



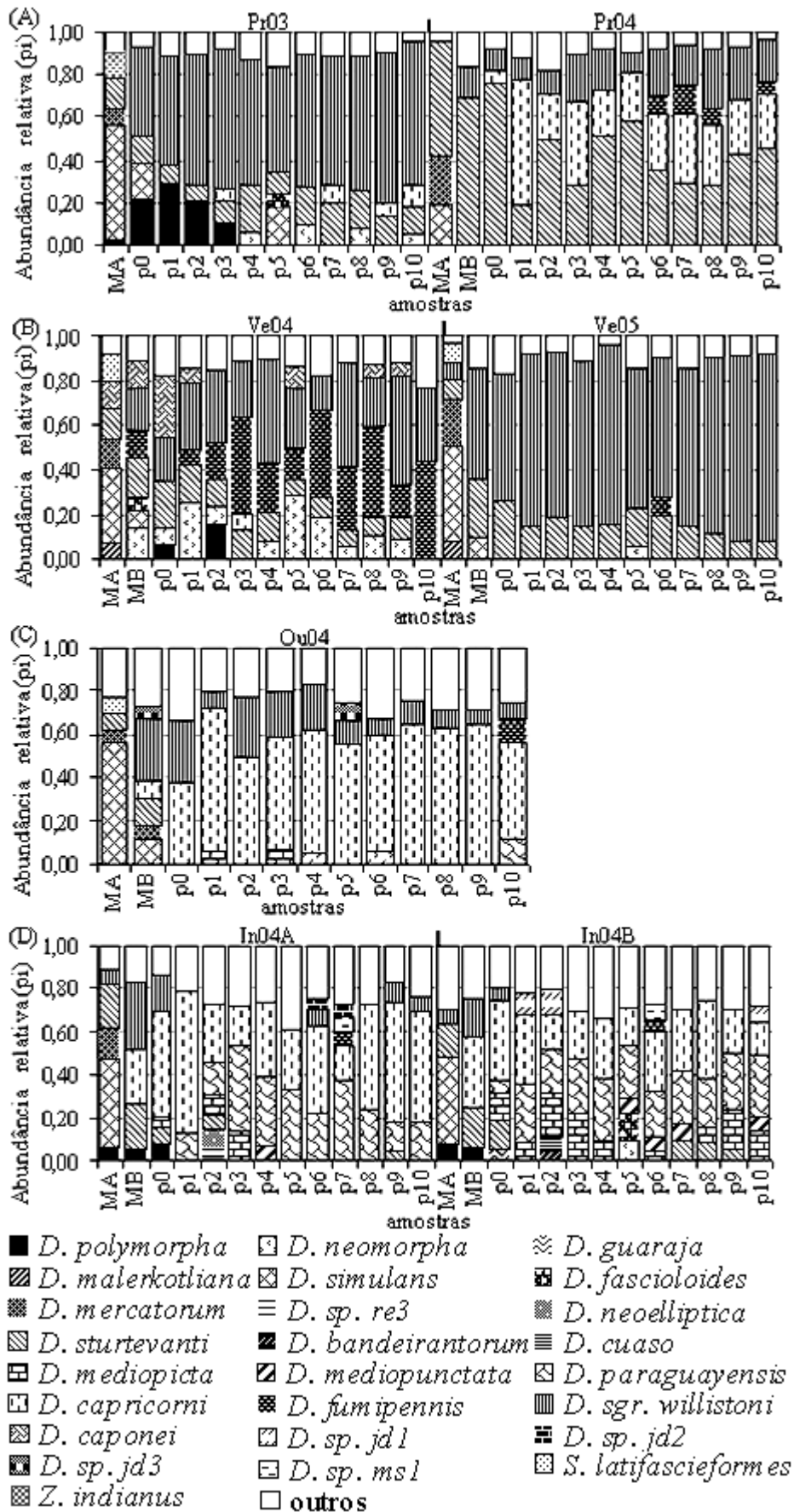
(Figura 1 cont.)



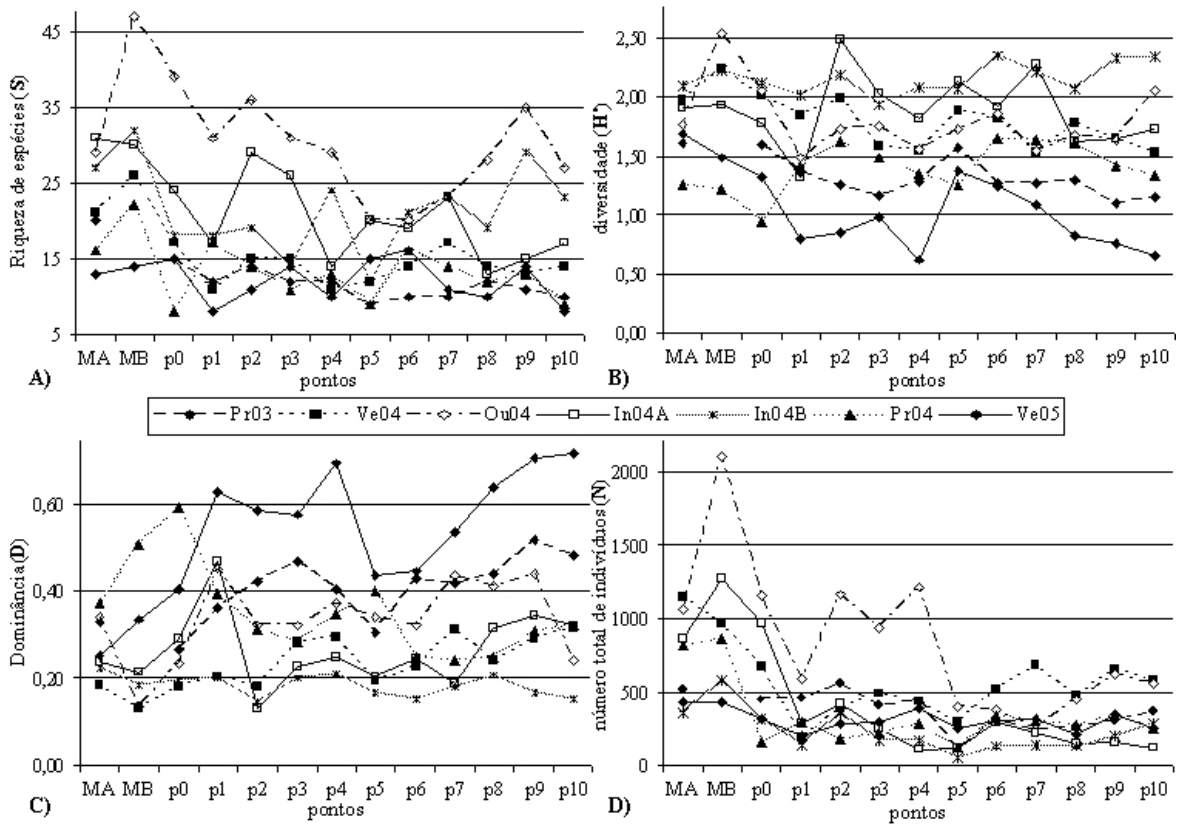
(Figura 2)



(Figura 3)



(Figura 4)



Normas para publicação na revista *Conservation Biology*

Conservation Biology

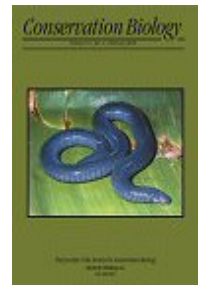
[Published on behalf of the Society for Conservation Biology](#)

Edited by:

Gary K. Meffe

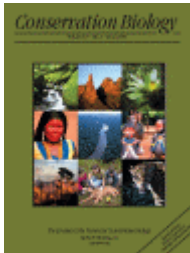
ISI Journal Citation Reports® Ranking: 2004: 3/24 (Biodiversity Conservation); 10/107 (Ecology); 3/134 (Environmental Sciences)

Impact Factor: 3.672



CONSERVATION BIOLOGY

The Journal of the Society for Conservation Biology



Information about Conservation Biology

"The discipline of conservation biology defines the scope of the journal, but it is also true that the journal has played an influential role in defining conservation biology."

- Stanley A. Temple, SCB President 1991-1993

Inaugurated in 1987, the journal, *Conservation Biology* was originally developed to provide a global voice for an emerging discipline. It quickly became the most important journal dealing with the topic of biological diversity. The journal continues to publish groundbreaking scientific papers on topics such as population ecology and genetics, ecosystem management, freshwater and marine conservation, landscape ecology, and the many human dimensions of conservation and is the most frequently cited conservation journal in the world.

In concert with the larger goals of the Society for Conservation Biology, the journal promotes the highest standards of quality and ethics in the activity of conservation research and encourages the communication of results to facilitate their application in conservation decision-making. With provocative essays and editorials, regular topical reviews, practical approaches to conservation, and the publication of original research, *Conservation Biology* remains instrumental in defining the key issues contributing to the study and practice of conservation.

Conservation Biology (ISSN 0888-8892) is published six times a year (February, April, June, August, October, December) by:

Blackwell Publishing, Inc
Commerce Place
350 Main Street
Malden, MA 02148-5020
Phone: (781) 388-8250
FAX: (781) 388-8232
Toll-Free: 1-800-835-6770

Conservation Biology is composed and printed by Capital City Press, Box 546, Montpelier, Vermont 05601. Indexed in BIOSIS, (Elsevier Science) Geo Abstracts, (ISI) Current Contents/Agriculture, Biology, General Science Index, and Environmental Sciences, Research Alert, and Sci Search.

Instructions to Authors

[Author Style Guide](#)

Instructions to Authors -- updated: December 2005

Acceptable Manuscripts

The submission rate for *Conservation Biology* continues to grow, and a large number of manuscripts is handled each year. Given the immutable laws of mathematics, this means less time can be spent on each paper, and many papers must be rejected. But many of the manuscripts received (approximately 25-35%), although of high quality, clearly are not appropriate for this journal and simply waste the time of the authors and the editorial staff. Consequently, greater self-culling is desirable. Here are some types of papers that we typically do not publish unless they have some additional features that argue for their inclusion:

- autecological studies of single species or groups of species;
- purely descriptive studies that do not address any particular conservation question;
- status and trend reports of species, regardless of how dire their conditions might be;
- geographic patterns of genetic diversity in a species, with no larger conservation or genetics question addressed;
- reports on species distributions and declines;
- studies that do not have a conservation question at the core.

Furthermore, species endangerment by itself does not qualify a paper as appropriate for this journal; there should be more substantive content than a descriptive analysis of an endangered species. Before submitting a paper, authors should ask themselves whether the work transcends the particular species or system. Does it address larger conservation questions? If so, are these questions the core of the paper or simply contained in a final couple of paragraphs that discuss "conservation implications?" Authors should ask themselves if there is much of a chance that a person in a different field or different part of the world might be interested in reading their paper. If only a few specialists are likely to read it then it probably belongs in a more specialized or regional journal.

Manuscript Categories

Conservation Biology accepts submittals for the following categories of manuscripts. Number of words includes *all text* from the Abstract through the Literature Cited; it does not include tables or figure legends. Manuscripts that significantly exceed the word count will be *returned without review*.

1. Contributed Papers (approximately 3000 to 7000 words). Typical papers reporting research projects.
2. Research Notes (no more than 3000 words). Shorter, sometimes more preliminary research papers.
3. Review Articles (no more than 7500 words). Comprehensive reviews of a particular topic.
4. Essays (no more than 7000 words). Analytical papers that are more speculative and less documented than research papers.
5. Conservation in Practice (no more than 5000 words). Papers that relate experiences in the application of conservation principles to problem solving.
6. Conservation and Policy (no more than 2500 words). Papers that address the intersections and relationships of conservation science with appropriate policy issues.
7. Comments (no more than 2000 words). Refers to material previously published in this journal, and usually written as a critique or follow up.
8. Diversity (no more than 2000 words). Short opinion pieces.
9. Letters to the Editor should be short (<1000 words). Communications regarding topics of immediate interest to readers, including observations on controversial subjects, on previously published papers, or on other items of note.
10. Book Reviews are by invitation. All book review manuscripts and communications about book reviews should be sent directly to the book review editor.

Note that the submittal rate to *Conservation Biology* is increasing, competition for journal space is intense, and criteria for acceptance are strict. Many manuscripts submitted are not appropriate for *Conservation Biology*. See comments above under "Acceptable Manuscripts."

Manuscript Submission and Specifications (please follow exactly)

All manuscripts must be submitted electronically as Microsoft Word for Windows attachments to an email message. They must be in proper format for a Microsoft Windows or DOS operating system computer. Files written on an Apple Macintosh system must first be converted to Windows format. All figures must be readable by Word and embedded at the end of the manuscript or submitted together in a separate attachment in one TIFF or EPS file. Tables must be included within the Word document, not as separate attachments. They should follow the Literature Cited and precede Figure Legends. A cover letter (stating the intended manuscript category) should be attached as a separate Word file. Do not use zipped files unless absolutely unavoidable. There should be, at most, three attachments to your submittal email: a cover letter, a manuscript, and possibly a separate file containing figures. Entitle each with the last name of the first author, followed by the content (e.g., SmithLetter.doc or SmithManuscript.doc). The body of the email may be left blank or indicate that a manuscript is being submitted. The subject line should be "Manuscript Submittal." Submit electronic manuscripts to manuscripts@conbio.org (Do NOT send copies to our other email addresses.). Only manuscripts should be submitted to that address; all other correspondence with the editorial office should go to mflagg@conbio.org. If technological limitations prevent submitting a manuscript electronically, you may prepare the manuscript as above and mail an appropriate medium (3.5" diskette, Zip disk, or CD) to Gary Meffe, Editor, *Conservation Biology*, Wildlife Ecology and Conservation, Newins-Ziegler, Box 110430, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0430, U.S.A.

The *Conservation Biology* "Style Guide for Authors" contains detailed information on how to write and format a paper for *Conservation Biology*. The document is available on this Web site. Please adhere to its specifications and the following important points. Use ragged right margins as opposed to justified right margins, and clearly delineate paragraphs by indenting the first line. Avoid large blank spaces (such as between sections), and do not use footnotes. Metric measurements must be used unless English measurements are clearly more appropriate, in which case metric equivalents must be given in parentheses. Statistical terms and other measures are to conform to *Scientific Style and Format: the CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, sixth edition. Spelling should follow the *Webster's Third International Dictionary*, and other style points should follow *The Chicago Manual of Style*, fifteenth edition. We discourage the use of acronyms in the text unless they are absolutely necessary. Pages, including tables, should be numbered at the bottom. Do not number figure pages. Manuscripts must be in English; U.S. rather than British spelling should be used. We encourage authors whose first language is not English to have a native English speaker edit the paper before submission. A cover page should include the title of the paper, a running head (a shortened version of the title of less than 40 characters), a list of 5 to 8 key words or phrases, word count (all text from Abstract through Literature Cited but not tables or figure legends), authors' addresses at the time the research was conducted and present address(es) including street address (and zip plus four if address is U.S.), and the name and complete mailing address and email of the person to whom correspondence and proofs should be sent.

Abstracts

Each Contributed Paper, Research Note, Review, Essay, or Conservation in Practice article should have an abstract of no more than 300 words (200 for a Research Note). The abstract

should state concisely the goals, methods, principal results, and major conclusions of the paper (i.e., should be a "miniversion" of the paper). Incomplete and uninformative descriptions (e.g., "a new method of analysis is given") are not acceptable. Acronyms are not permitted in the abstract. Do **not** provide a Spanish translation of the abstract.

Citations, Tables, and Figures

Literature citations in the text should be as follows: (Buckley & Buckley 1980*b*; Pacey 1983). Reference strings should be in chronological order (oldest first). Do not cite unpublished material in Literature Cited (a submitted manuscript is not published and should be cited only in the text as "unpublished data"). The Literature Cited section must be double-spaced. For abbreviations and additional details consult the BIOSIS List of Serials, the *CBE Manual*, and recent issues of *Conservation Biology*. Tables must be double-spaced, without vertical rules, and should not duplicate any material in the text or figures. All tables are to have complete but brief headings, be on separate pages, and be numbered consecutively within the text following Literature Cited. Figures and photographs should each be on a separate page. Computer-generated graphics must be of very high quality, with sharp, black lines and lettering of a size suitable for reduction. Line drawings should be done in India ink. Lettering should be uniform among the figures. **All figures and lettering should be capable of 66-50% reduction without loss of clarity or legibility.** Figure legends should be typed double-spaced together on a separate page just before the figures. The combined number of supporting elements (figures and tables) in a manuscript should not exceed a ratio of one element per four pages of text (including Literature Cited).

Additional Submittal Information

Authors are encouraged to provide the names, addresses, and emails of up to four persons qualified to review the manuscript, who have no close working relationships with the authors. The identity of reviewers will be kept confidential unless they choose to be revealed. Authors who are not sure whether their manuscript is suitable for *Conservation Biology* may send an Abstract to the editor via email (gmeffe@conbio.org) for preliminary evaluation. Include the abstract in the body of the message, not as an attachment.

Policy on Duplicate Publication of Research Results

Submission of a manuscript to *Conservation Biology* implies that it has not been published previously and is not being considered for publication elsewhere. At the time of submission, authors must describe in a cover letter any data, figures, or text in the manuscript that have been used in other papers that are published, in press, submitted, or soon to be submitted elsewhere. If any of the data in the manuscript have been included in other published or unpublished manuscripts, the legend of each table or figure reporting such data should cite those manuscripts. All manuscripts and authorships are expected to conform to the SCB member code of ethics, available on this Web site.

Page and Color-Printing Charges

Voluntary page charges will be assessed for each paper accepted for publication. Rates are \$150 per page for those with grant or institutional support for publication costs and \$50 per

page for those without support who are willing to pay at this reduced rate. Page charges will be waived for those who will sign a statement to the effect that they have neither institutional support for publication costs nor can they afford \$50 per page. An author's ability to pay will in no way influence whether his or her paper will be accepted for publication. Do not include page charge information in your correspondence with the editor. There is a nonwaivable US\$1400 per page charge for color figures. Submittal of color figures should be accompanied by a statement in the cover letter recognizing the charges for color and acknowledging an ability to pay.

Reviewing Page Proofs

The copyediting of *Conservation Biology* is done through the publisher, Blackwell Publishing. Typeset proofs, however, are NOT checked word for word; thus, **it is the responsibility of the primary author of each paper to review copyedited manuscript and page proofs carefully for accuracy of citations, formulae, etc., and to check for omissions in the text.** It is imperative that the author do a prompt, thorough job of reviewing proofs. It is in the author's power to save himself or herself and the journal the embarrassment of having to explain mistakes that could have been avoided.

Gary K. Meffe, Editor
Conservation Biology
updated December 2005

Conservation Biology Style for Authors -- updated: October 2004

Avoid another revision by adhering to the following guidelines.

Writing Style

Clarity is everything

Our audience is the general and international conservation biology reader, so clarity in language and syntax is important, especially for readers who do not speak English as their first language. For Contributed Papers, Reviews, most Essays, Conservation in Practice, and Research Notes informal language is not acceptable. And, consider that "[L]iterary devices, metaphors and the like, divert attention from the substance to the style [and] should be used rarely in scientific writing" (Day 1998).

Avoid jargon

In general writers (and speakers) should avoid the use of jargon. But because we have a broad and international readership, it is even more important for *Conservation Biology* authors to avoid it.

Abbreviations, acronyms, and initializations

- Do not begin a sentence with an abbreviation.
- Do not fill the paper with abbreviations and acronyms. Overuse of these devices makes reading and comprehension difficult. One or two abbreviations for terms particular

to your paper or topic used throughout is acceptable, but many more is questionable. It may be time consuming to type these words out, but keep the reader in mind. Define all abbreviations, initializations, and acronyms at first use, e.g., analysis of variance (ANOVA), World Conservation Union (IUCN).

Use active voice most of the time

Use *we* or *I* regularly (e.g., "We converted all GIS data to raster format.", not "All GIS data were converted to raster format." Or, "Trained technicians surveyed the plots.", not "The plots were surveyed by trained technicians.") In particular, your methods should not be written entirely in passive voice.

Tense

- Past tense: use it in the methods (telling what you did) and results (telling what your results were) sections. Also use it in the Discussion when you refer to your results. This helps the reader differentiate between your findings in this study and findings from other studies (referred to in present tense, see next item).

- Present tense: use it when you refer to previously published findings.

In general, most of the abstract, methods, and results should be in past tense, and most of the introduction and discussion should be in present tense. "When a paper has been published in a primary journal, it becomes knowledge. Therefore, whenever you quote previously published work, ethics requires you treat that work with respect. You do this by using the present tense" (Day 1998).

Non-native English Speakers

If English is not your first language, we strongly recommend you have your paper edited by a native English speaker with experience in publishing scientific papers.

Organization: IMRAD Format

Contributed Papers and Research Notes should be in IMRAD format: Introduction, Methods, Results, and Discussion. In general, do not combine sections (e.g., Results and Discussion) or mix, for example, results in with methods. Do not use outline formatting (i.e., number headings and subheadings). A Conclusion section following the Discussion is permitted as long as it is not repetitive of material that has been covered previously.

Title

"[M]any people will read the title, either in the original journal or in secondary publications. Therefore all words in the title should be chosen with great care, and their association with one another must be carefully managed. [I]ndexing and abstracting services [and Internet searches] depend heavily on the accuracy of the title as do many literature retrieval systems" (Day 1998). Your paper may not reach its audience if the title is not to the point and does not include the pertinent vocabulary. Avoid titles that are complete sentences (including interrogative titles). Aim for a clear, concise, but informative title. Keep in mind that hanging titles (those with a colon) are overused and sometimes use more words than necessary.

Scientific names are not needed in the title for commonly recognized species, unless the common name might be confusing. For uncommon species it is informative for our general conservation audience to have a description (e.g., Local Adaptation and General-Purpose Genotypes in the Weed *Verbascum thapsus*).

Abstract

An abstract is a miniversion of your paper: 1-2 sentences of introduction (justification for your study), methods, results, and discussion (to include general conservation implications if they are not obvious). Length should not exceed 1 page. It should not contain literature citations, much data, or meaningless clauses such as "We discuss results " or "We summarize implications "

Acknowledgments

Do not fully spell out first names. Provide the first initial (even if the initial starts a sentence). Authors of the manuscript should be referred to in initials only (e.g., S.T.W. was supported by a Torrey Foundation grant.).

Grammatical Bugaboos

Using (the word) In scientific writing, the word *using* is often the culprit in dangling participles and misplaced modifiers.

- Misplaced modifier: Ivory samples were taken from tusks using a 16-mm drill bit on a 40-cm drill. This reads as if the tusks used the drill. Keep related words together and in the order that conveys the intended meaning (and use active voice).
- Dangling participle: Using tissue isolation protocol, mtDNA was isolated from dried skins. In this sentence it is unclear who is doing the using; it has no actor and reads as if mtDNA is doing the using.

Multiple modifiers

Too many modifiers: Do not pile up multiple adjectives (or nouns-turned-adjectives) in front of a noun (difficult to follow: "infected bird populations responses"; better: responses of infected bird populations).

Pronouns

Be careful, in particular, with the pronouns *this*, *these*, and *it*. If you do not provide a qualifier, it is sometimes difficult to tell to what these words refer. Example, Unclear: This program offers solutions to that problem. Clear: This computer program offers solutions to the problem of incorrect number sequencing.

References

In-text citations

- In most cases, enclose citations in text in parentheses.

"Human-modified habitats that look suitable but provide poor reproductive rewards are called ecological traps (Gates & Gysel 1978)." Instead of "According to Gates and Gysel (1978), human modified habitats"

- Use an ampersand (&) between author surnames (Gates & Gysel 1978) when the citation is parenthetical.
- When a citation is not parenthetical use *and* e.g., "Our results agree with predictions made by Wolf and Rhymer (2001)."
- For citations with more than two authors use et al. (Hatchwell et al. 1996). Do not italicize et al.
- List parenthetical citations chronologically and separate entries with a semicolon (Zorenstein et al. 1991; Waddell & Fretwell 2001).
- Multiple papers by the same author: (Cox et al. 1991, 1992; Chapman 2001, 2002)
- In press papers: (*In press* means the paper being cited has been officially accepted for publication. Provide the year the paper will be published in the text and in the Literature Cited use *in press* (in landscapes. Conservation Biology 17: in press).
- Papers in review: These papers must be cited as unpublished until the paper has been officially accepted and should not appear in the Literature Cited.
- Unpublished data: (C.S.C. & L.K., unpublished data) for the authors of the article and (R. Fowler, unpublished data; M. E. Soulé, personal communication) for others.
- Make sure all references cited in text are listed in Literature Cited and vice versa. When text citations do not match contents of Literature Cited publication is delayed.
- Avoid "in. lit." citations. Provide the original citations whenever possible.

Literature Cited section

- Spell out all journal titles in full. Titles are not italicized.
- "Submitted" papers and personal communications should not be in the Literature Cited; cite as unpublished data in the text (include full reference in parentheses in the text).
- Remove "Inc.," "Co.," etc. from reference in text and Lit. Cited: (SAS Institute 1998) not (SAS Institute, Inc. 1998).
- Conference proceedings and conference abstracts can be cited in Literature Cited only if they have a "publisher" and the location of said publisher can be provided. If not formally published, the publisher is the organization from which a copy can be obtained.

Sample citations

- **Institutions as authors:** Spell out name of the institution and include location of publisher. Example: World Wildlife Fund (WWF). 2002. Giant panda home ranges. WWF, Washington, D.C. or WWF (World Wildlife Fund). 2002. Title of work. WWF, Washington, D.C. How the institution is cited in Lit. Cited needs to match how it is cited in the text: WWF vs. World Wildlife Fund.
- **Journal articles:** Christensen, N. D., and J. Eu. 2003. Ecology of cranberry bogs: a case study. Ecology **59**:1147-1167, 1178-1187. For a supplement citation: **13**(supplement

1):172-180. If a paper is in press, the "in press" follows the journal title (i.e., Ecology: in press.).

- **Edited books:** Cran, B., C. Boy, and L. Shi. 1911. Native forest birds of Guam. Pages 4-8 in T. Wu and L. Lee, editors. Flora and fauna of Guam. 2nd edition. Tell Books, Ace, Ohio.
- **Reports:** Barnes, J., and S. Craig. 2003. Conservation status of riparian areas in southeastern Oregon. General technical report N-24. U.S. Fish and Wildlife Service, Portland, Oregon.
- **Internet citations:** Include the name of the sponsoring organization and their physical location. Example: Carne, A. 2003. The art of leaving well enough alone. National Science Teachers Association, Washington, D.C. Available from <http://www.nsta.org/art2/scienceandchildren> (accessed March 2002).

Supporting Elements (Tables, Figures, Appendices)

Number of elements

Strive for a ratio of no more than 1 supporting element to every 4 pages of text (text includes Literature Cited). Too many supporting elements is one of the most common problems we encounter. Publication of raw data, even in an appendix, is usually not vital to the results and conclusions of a study. If a table or figure has only a few data points, incorporate them into the text. Do not put more than one supporting element on a page.

Appendices

We discourage (but do not prohibit) the use of appendices and ask instead that interesting details and data be mentioned in the text, provided to readers on a Web site, or be made available upon request directly from an author (if a Web site is not available) (e.g., say in text "A list of all plant specimens sampled is available from <http://> . or J.B.K." [an author].)

Content

Tables and figures should be self-explanatory and should supplement (not duplicate) the text. A reader should be able to interpret tables and figures without referring to the text. This means all abbreviations and terms unique to your paper must be defined. Common statistical notations do not need to be defined. Use the same terminology in supporting elements as you did in the text.

Citation in text

Provide a summary or generalization of data and cite supporting elements parenthetically.

- **Incorrect:** Perception and tolerance indices are shown in Fig. 2.
- **Correct:** Cheetahs were increasingly perceived as a problem on farms, but the level of tolerance for them did not increase (Fig. 2).
- Spell out the word *figure* only at the beginning of a sentence; otherwise, abbreviate (e.g., Fig. 1).

Tables

- Legends need to be informative within 1 sentence. A list of column or row headings is not informative or sufficient. Use the legend and footnotes to fully inform readers.
- Define abbreviations (in footnote) even if they are already defined in text.
- If there is only one footnote, use an asterisk (*). If there is more than one footnote, use letters (^a, ^b, ^c, ...). Order footnotes alphabetically left to right and top to bottom.
- Bold type is not allowed in tables.
- Do not use grid lines on tables.
- If you have more than one table with the same data provided for, say, different species, combine the tables if you can. To set entries within a column apart from each other use indentation.
- Unless an entry is a complete sentence capitalize only the first word of the first entry in a row (exception is proper nouns) and do not use periods.
- Do not split tables into separate parts (e.g., Table 1a and Table 1b). Make separate tables or combine data under the same columns or rows.

Table Example

Table 1. Logistic-regression models built with .^a

Variable	Symbol	<i>p</i>	df
General model ^b	<i>f_g</i>	0.0015	3
landscape ruggedness	rug	0.0113	
forest cover (%)	bosque	0.0085	

Human model		<i>p</i>	df
human population	pob1	0.0113	

....

<>

^aSignificance level of coefficients...

^bNext most parsimonious models at...

Figures

Figures that do not follow style are another common cause of delay in publication. Carefully adhere to the instructions below and refer to a recent issue of CB.

Figures must also be of very high quality. Jagged type, light type, type that is overlapping or too close together, shadings that cannot be differentiated, and lettering that is too small are examples of unacceptable features.

Supply us with figures in TIFF or EPS format (at least 300 dpi; 600 dpi is better for figures with lettering). The original quality of the figure will be reflected in the quality of the TIFF or EPS file. So, before transferring to TIFF or EPS make sure the quality of the figure in the original format is very high.

We have to pass the cost of color printing on to authors: \$1400 per page.

Graphs

- Do not use top and right-hand axis lines if they do not have units associated with them.
- Do not enclose graphs in a square.
- Label all axes and include units of measure in the label: Number of species/km² , Basal area (m² /ha).
- Note use of upper and lowercase letters in above example.
- Use a key instead of describing shading or shapes in the legend.
- Match typeface and type size among figures and make sure axis labels and units are not out of proportion (e.g., very large axis label and very small numbers along the axis).
- If a figure has more than one part that needs to be specifically identified, use lowercase letters. Make sure if the figure has letter labels they are used or referred to in the legend.
- If identifiers to be placed along the x-axis are long, slant them for easier reading (no vertical orientation).
- Significant figures along an axis need to match, i.e., 1.0, 2.5, 2.0 (not 1, 2.5, 2).
- The label for the y-axis should run vertically to the left of the numbers, and numbers should be horizontally oriented.
- Labels along both axis lines should be centered.
- Do not use color on line art (e.g., a graph) that will be published in black and white.

Maps

- Do not gratuitously include maps of the study area. Descriptions in text are often sufficient.
- Maps must have a scale.
- Make sure shadings can be differentiated.

Numbers and Statistical Elements

- Longitude and latitude (148° N, 78° W) (no periods)
- Percentages and degrees: use symbols.
- Spell out one through nine unless with units or in a series with like things over nine (be consistent within whole paragraphs). For 10 and up, use numerals.

- Fractions may be spelled out (one-half, one-third) unless used with units of measure (0.5 mm or 0.5 years).
- When less than one, use 0 before decimal point.
- Dates: 6 October 1987
- Numbered lists: (1) ; (2) ; and (3)
- Put a space between numbers and the unit of measure (6 m, 14 mL)
- p , probability; df , degrees of freedom; SE, standard error; SD, standard deviation, χ^2 , chi square; F

Variables

- **Model variables:** Whole words used as a model variable are lowercase (e.g., species). Multiple-letter abbreviations that are not complete words are all capital letters (e.g., acceptable, DEM for digital elevation model; unacceptable, PATCH for patch area).
- Italicize all single-letter variables in equations, except for Greek letters. Variables of more than one letter are not italicized (e.g., RU, meaning reproductive units as opposed to RU , in which R and U are separate interacting terms).
- Define every variable used in equations.

Scientific names (not "Latin names")

- Common names: all lower case (creeping thistle, tiger); both words capitalized for birds (American Robin) except with hyphenated (Dark-eyed Junco, but Western Scrub-Jay); lowercase for birds of no particular species (e.g., swallows)
- Scientific names: In the Abstract and at first mention in the text use common name followed by scientific name (genus and species) in parentheses, cane toad (*Bufo marinus*).
- Plant scientific names: In the Abstract and at first mention in the text the author name should appear after the genus and species, e.g.,

Pyrrocoma radiata

Nutt. Author name may be abbreviated **or** spelled out in full. The author name should not appear in the title of the paper.

- Organisms: *Clarkia springvillensis* (first use); *C. springvillensis* (thereafter, even starting sentence); *Clarkia* spp. or sp. or var. (rom.).

Miscellaneous Style Points

- **Computer applications:** Initial cap only (i.e., Partition, ArcInfo) if the name of the program is a word. If the name is not a word, use all caps: SAS.
- **Footnotes:** Avoid footnotes in text unless footnoted material is lengthy (more than a paragraph long). Use parentheses instead.
- No trademark symbols

- Washington, D.C. (with periods)
- Regions: (U.S.): western states; the West; Southeast Asia; U.S. statistics, but statistics from the United States

Bibliography

Day, R.A. 1998. How to write and publish a scientific paper. 5th edition. Oryx Press, Westport, Connecticut.

Council of Biology Editors. 1994. Scientific style and format. 6th edition. University of Cambridge Press, Cambridge, United Kingdom.

University of Chicago Press. 2003. The Chicago manual of style. University of Chicago Press, Chicago.

Walsh, B. 2000. Lapsing into a comma. Contemporary Books, Lincolnwood, Illinois.

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO

A riqueza de espécies de Drosophilidae observada no presente estudo foi uma das maiores já registradas em inventários realizados no Brasil (145 espécies). Dentre estes, destacam-se os trabalhos realizados no domínio Mata Atlântica por VAL & KANESHIRO (1988), MEDEIROS & KLACZKO (2004) e GOTTSCHALK (2004) (152, 125 e 100 espécies, respectivamente). Os demais levantamentos realizados em ambientes brasileiros não excederam 52 espécies.

O amplo período de amostragem, a eficiência das técnicas de coleta e da identificação dos espécimes, o alto grau de preservação da mata e a grande extensão do fragmento estudado devem ter proporcionado este grande número de espécies. Mesmo assim, de acordo com os estimadores de riqueza de espécies analisados, apenas parte do número das espécies foi coletada.

Sessenta espécies (41,1% do total) capturadas em nossas coletas não tiveram referências observadas na literatura (51 do gênero *Drosophila*, quatro de *Zygothrica*, duas de *Diathoneura* e uma de *Amiota*, *Cladochaeta* e *Neotanygastrella*). Algumas destas possivelmente não foram identificadas pela ausência de descrições da genitália masculina, porém, a maioria delas deve representar espécies não descritas, como já observado em alguns estudos com esta família (VAL & KANESHIRO 1988; MEDEIROS & KLACZKO 2004).

Previamente haviam sido registradas em Santa Catarina 81 espécies (SENE et al. 1980; VILELA et al. 1983; DE TONI & HOFMANN 1995; DE TONI et al. 2001; GOTTSCHALK 2004). O presente estudo apresentou 24 novos registros para o estado (17 do gênero *Drosophila* e sete de *Zygothrica*, não contabilizadas as espécies não determinadas/não descritas) sendo que destas, 19 ainda não haviam sido coletadas no sul do Brasil e duas em toda a América do Sul. Desta forma, as coletas realizadas estendem para 105 o número de espécies registradas em Santa Catarina.

Uma forte influência de variáveis temporais sobre as abundâncias das espécies mais comuns e, conseqüentemente, sobre as assembléias foi observada. Os tamanhos populacionais, inferidos pelo número de indivíduos coletados nas amostras, e a própria ocorrência das espécies variaram consideravelmente em função da estação em que a coleta foi realizada. Tal variação foi aproximadamente constante para a grande maioria das espécies, ou seja, a flutuação do tamanho populacional apresentou padrão anual e cíclico, conforme já apontado em outros estudos em ambientes tropicais (DOBZHANSKY & PAVAN 1950; BRNCIC et al. 1985) e também na zona temperada (SHORROCKS 1975).

A maioria das espécies estudadas apresentou abundâncias predominantemente maiores no outono, o que pode estar relacionado a uma maior quantidade de recursos tróficos nesta estação. Na Mata Atlântica, em uma região próxima à área de estudo, foi observado por IZA (2002) que a quantidade de flores é maior na primavera e a frutificação é mais intensa no verão. Sendo assim, é razoável supor que no outono exista uma maior quantidade de frutos em estágio avançado de decomposição, o substrato preferencial para a maioria dos drosofilídeos associados a frutos.

Um número considerável de espécies teve maiores abundâncias no inverno, o que foi relacionado a um efeito negativo do aumento da temperatura e à diminuição das populações de espécies com tempo de desenvolvimento mais curto e, portanto, com maior habilidade competitiva pelos recursos.

Apenas poucas espécies apresentaram picos no tamanho populacional durante primavera e/ou verão (embora tenham sido dentre as espécies mais abundantes no total do estudo). Além de um provável efeito positivo da temperatura sobre o desenvolvimento e o comportamento, ou maior tolerância, a capacidade de utilização de frutos em estágios mais iniciais de decomposição ou de flores como sítio de alimentação e oviposição pode ser um importante fator causador desta flutuação.

Finalmente, algumas espécies não apresentaram diferenças evidentes na abundância entre as estações, o que foi relacionado a um comportamento oportunista (VAL et al. 1981).

Por outro lado, variações na abundância em função do fator espacial, considerando-se ambientes fitogeograficamente similares, não foram observadas para a maioria das espécies.

A não diferenciação entre as abundâncias da maioria das espécies entre U1, U2, T e T2 pode ser devida a uma uniformidade na distribuição dos indivíduos em áreas aproximadamente homogêneas, como é o caso das estudadas, ou então a diferenças na distribuição espacial ao longo do tempo, que não permitam evidenciar diferenças temporalmente pontuais. A primeira hipótese vem sendo descartada por diversos estudos realizados com esta fauna (MARTINS 1987; KEKIC et al. 1980; TAYLOR & POWELL 1978, 1983; WALTER & BÄCHLI 1987) enquanto a última é corroborada pelo presente estudo, o que deve ocorrer pela disponibilidade diferencial de recursos em cada ponto ao longo do tempo. Dentre as que apresentaram tal variação, a influência da distribuição das armadilhas nos pontos estudados, que abrangeram maior área em T1 e T2, e o efeito de borda (nem

sempre corroborados pelas análises realizadas no Capítulo 4) podem ter causado as diferenças na abundância.

Sendo assim, as variações na composição de espécies das assembléias observadas foram dadas aparentemente pelo clima e, principalmente, pela temperatura. A quantidade de recursos disponíveis, dependente do clima, pode também ter sido um importante fator na estruturação das assembléias estudadas.

Segundo o modelo teórico proposto por SEVENSTER & VAN ALPHEN (1993a), espécies com ciclo de vida curto são dominantes quando os recursos são abundantes, pois consomem mais rapidamente tais recursos excluindo competitivamente outras espécies, o que explicaria a ampla dominância de *D. sgr. willistoni* no verão e outono ao longo deste estudo. Por outro lado, espécies de ciclo de vida mais longo obtêm uma vantagem relativa quando os recursos são escassos por apresentarem maior longevidade e menores taxas metabólicas e, portanto, maiores probabilidades de encontrar um sítio de oviposição, e explicaria a expansão e a dominância de *D. capricorni* e das espécies do grupo *tripunctata* no inverno.

No entanto, este modelo não explica as flutuações temporais de muitos dos táxons, sugerindo uma grande importância do clima e/ou da especificidade na exploração de recursos.

Parâmetros de diversidade alfa das assembléias sofreram também importantes variações ao longo das estações, o que não foi observado em relação aos pontos de coleta. O maior número de indivíduos amostrados no outono ocorreu devido ao aumento do tamanho populacional da maioria dos táxons nesta estação, mas principalmente de *D. sgr. willistoni* e, no outono de 2004, de *D. capricorni*. Este aumento desproporcional entre as abundâncias de espécies no outono e a ampla dominância de *D. sgr. willistoni* nas amostras de verão (potencializada pelo baixo número de espécies nesta estação) geraram uma alta dominância nas amostras destas coletas. Já SILVA et al. (2005) observaram maiores dominâncias no verão e na primavera como resposta à expansão exacerbada de *Zaprionus indianus*, pouco abundante no presente estudo.

O presente trabalho apresentou diferenças importantes de riqueza de espécies entre as estações, diferentemente do estudo de SILVA et al. (2005), sendo outono e inverno as que apresentaram um maior número de espécies. Segundo o modelo de SEVENSTER & VAN ALPHEN (1993a) sobre a quantidade de recursos disponíveis, seria esperado um menor **S** no outono que no inverno e também na primavera, o que não ocorreu. Os tamanhos populacionais geralmente maiores no outono, entretanto, influíram bastante no **S**, pois

aumentaram a probabilidade de captura de muitas das espécies. Sendo assim, parece claro que este não é o único mecanismo atuando sobre a riqueza de espécies.

O amplo S e os menores tamanhos populacionais no inverno, se comparados às demais estações, geraram menores dominâncias nesta estação. Além disso, maiores diversidades (H') foram observadas no inverno como resultado da alta riqueza e da baixa dominância de espécies.

O fator mais importante para a diversidade desta fauna na região estudada, desta forma, foi a variação temporal nos tamanhos populacionais, sendo que 40,20% da diversidade pôde ser explicada pela heterogeneidade temporal. Uma importância ainda maior da sazonalidade foi detectada por BENADO & BRNCIC (1994) (65%) e BRNCIC et al. (1985) no Chile (63,3%) e SHORROCKS (1975) na Inglaterra (85%). No Rio Grande do Sul, sul do Brasil, os estudos de VALENTE & ARAÚJO (1991) (38,3% e 14,5%, em dois pontos geograficamente próximos) e SILVA et al. (2005) (14,3%) observaram uma menor importância da sazonalidade para a diversidade de espécies.

ABRAMS (1984) sugeriu que o efeito da sazonalidade sobre a diversidade se dá através da variabilidade temporal em taxas de consumo de recursos enquanto outros estudos indicam a importância do clima, conforme já referido. No entanto, a heterogeneidade espacial na abundância de recursos tem recebido maior atenção como mantenedora da diversidade de comunidades tropicais de *Drosophila* (SEVENSTER & VAN ALPHEN 1993b).

Na teoria, a heterogeneidade espacial é tida como promotora mais efetiva da coexistência que a heterogeneidade temporal (SEVENSTER & VAN ALPHEN 1996), o que não parece evidenciado no presente estudo. Até o momento, porém, não há um modo óbvio de distinguir a contribuição da heterogeneidade temporal e espacial na manutenção da diversidade (KRIJGER & SEVENSTER 2001).

Outro aspecto debatido como promotor da diversidade e da riqueza é a diferenciação na exploração de recursos entre as espécies, o que evitaria a competição intra-específica (SEVENSTER & VAN ALPHEN 1993a). A seletividade pode também ser dada pelo tamanho do recurso (MITSUI & KIMURA 2000) e por diferenças temporais na utilização de um mesmo recurso (LACHAISE et al 1982; NUNNEY 1990). Em *Drosophila*, CARSON (1971) afirma que embora as espécies desta família alimentem-se de uma ampla variedade de plantas, a deposição dos ovos apresenta uma estreita adaptação, havendo poucas espécies com tendência generalista para o oviposição, o que também evitaria a competição.

Por outro lado, a heterogeneidade espacial parece ser bastante importante para a manutenção da diversidade quando são considerados ambientes bem distintos. A comparação da dinâmica das populações e da composição de espécies das assembléias de uma área desflorestada, de limite de fragmento, de borda florestal e de interior da mata, revelaram importantes diferenças. A maioria das espécies estudadas quanto a este gradiente exibiu uma seleção de hábitat, o que deve ter ocorrido em função de diversos fatores como fototaxia positiva (MCDONALD & PARSONS 1973), resistência à dessecação (PARSONS & STANLEY 1981) e disponibilidade de recursos (MITSUI & KIMURA 2000). Esta seleção foi normalmente constante ao longo das estações, apesar da sazonalidade exercer uma forte influência sobre tal fauna.

Dentre os táxons nativos, um mostrou-se mais intensamente associados ao ambiente de matriz desflorestada (*D. mercatorum*), seis a ambientes limítrofes (*D. sp. jd3*, *D. fascioloides*, *D. guaraja*, *D. sgr. willistoni*, *D. sturtevanti* e *D. neomorpha*), seis à borda florestal (*D. sp. jd1*, *D. polymorpha*, *D. cuaso*, *D. mediopicta*, *D. bandeirantium* e *D. neoelliptica*) e sete ao interior de fragmento (*D. fumipennis*, *D. mediopunctata*, *D. roehrae*, *D. paraguayensis* e *D. capricorni*, *D. sp. jd2*, *D. sp. re3*). Já *D. caponei* e *D. griseolineata* não demonstraram nenhuma associação particular a tais ambientes.

Já as espécies exóticas apresentaram maior associação, tanto em abundância quanto em frequência, à matriz desflorestada e, em menor grau, ao limite de fragmentos. Além disso, estas espécies não ocorreram ou tiveram poucos indivíduos coletados em pontos do interior do fragmento, sugerindo uma inaptidão na colonização de ambientes de mata bem preservados, e/ou sensibilidade às variações climáticas existentes na região, já que estas espécies vêm apresentando sucesso na colonização em diversas áreas do Brasil. Outra hipótese é a de que o tempo de colonização não tenha sido suficiente para um ajuste destas espécies às condições locais, mas esta é menos provável já que tais espécies expandiram suas populações com grande rapidez em outras áreas estudadas, inclusive em florestas.

Os táxons que estiveram mais intensamente associados ao ambiente de matriz, incluindo os exóticos, são geralmente associados a áreas de vegetação aberta (PERONDINI et al. 1979; SENE et al. 1980; MARTINS 1987) e considerados mais tolerantes a variações microclimáticas (PARSONS & STANLEY 1981). A composição de espécies da assembléia observada nesta área foi a mais distinta entre os ambientes, provavelmente em virtude de que a matriz desflorestada apresenta estrutura e composição de vegetação bastante distintas das demais, o que influencia o microclima, e da maior influência antrópica. Além disso,

espécies com ciclos mais curtos predominaram nesta área, o que pode indicar uma maior efemeridade e imprevisibilidade dos recursos antropogênicos, provavelmente os mais importantes para elas.

Os táxons que se associaram mais intensamente a ambientes limítrofes, por outro lado, são apontados como ecologicamente versáteis (BURLA et al. 1950; VALENTE & ARAÚJO 1986). Espécies associadas a áreas abertas e a ambientes de mata apresentaram também abundâncias relevantes nesta área, o que sugere que tais ambientes, onde os fatores físicos são mais influenciados pela matriz desflorestada (KAPOS 1989; TURTON & FREIBURGER 1997), funcionam como áreas de transição entre a matriz desflorestada e a floresta.

A faixa considerada como borda florestal nem sempre foi evidente e teve amplitude variável. Esta ‘classe’ de composição de espécies atingiu 150m a partir do limite do fragmento nas coletas sob temperaturas mais baixas (outono e inverno), 200 a 250m a partir do limite do fragmento nas coletas de primavera e foi indistinta daquela observada no interior do fragmento no verão. A composição florística desta área é considerada bastante diferente daquela observada no interior de fragmentos (RODRIGUES 1998) e isto poderia explicar a maior representatividade de algumas espécies (como *D. polymorpha* e *D. bandeirantium*), possivelmente associadas a clareiras, e a supressão de outras neste ambiente, o que foi especialmente observado naquelas coletas sob temperaturas mais baixas. Entretanto, foram observadas altas abundâncias das espécies mais comuns no interior do fragmento, como *D. sgr. willistoni* e *D. sturtevanti*, o que deve estar relacionado com uma ampla versatilidade ecológica destes táxons, conforme sugerido por BURLA & BÄCHLI (1991) e PARSONS (1991) para espécies abundantes nas bordas florestais.

As diferentes amplitudes do efeito de borda sobre a assembléia nas diferentes estações do ano parecem ter se dado em função da temperatura (pluviosidade e umidade não variaram significativamente entre as estações) e da variação sazonal na abundância das espécies mais importantes, provavelmente associada ao clima. O aumento da temperatura geralmente esteve associado à expansão das populações de táxons nativos ecologicamente mais versáteis (como *D. sgr. willistoni* e *D. sturtevanti*) fazendo com que diferenças na composição de espécies entre o interior e a borda florestal fossem muito sutis (na primavera) ou imperceptíveis (no verão). Sob temperaturas mais baixas os tamanhos populacionais destas espécies diminuíram enquanto diversas espécies associadas à borda florestal (como *D. sp. jd1*, *D. bandeirantium* e *D. mediopicta*) e outras associadas ao

interior do fragmento (*D. mediopunctata*, *D. paraguayensis* e *D. capricorni*) exibiram aumentos em sua abundância.

A maior amplitude do efeito de borda sobre os drosofilídeos quando comparados a outros estudos (SAMU et al. 1999) deve estar relacionado a uma maior motilidade destas moscas o que, segundo SCHWARTZ (1999), exerce um importante papel na amplitude da borda.

O número total de indivíduos capturados (**N**) foi o único parâmetro de diversidade alfa avaliado que variou linearmente em função do gradiente estudado, tendendo a ser menor nos pontos mais internos ao fragmento, conforme também observado por MARTINS (1987), BURLA & BÄCHLI (1991) e JOKIMÄKI et al. (1998) para diversos artrópodes. O grande número de indivíduos capturados nos pontos de limite de fragmento (especialmente em MB) pode ter ocorrido porque tanto recursos naturais quanto antropogênicos estão acessíveis neste ambiente (PARSONS 1991). Além disso, menores abundâncias de grandes animais frugívoros (e portanto competidores) neste ambiente e na área desflorestada são esperadas já que estas são áreas menos preservadas (MARTINS 1987). A ampla fecundidade das espécies com ciclo de vida mais curto, bastante comuns em MA (área desflorestada) e MB, parece ser também importante.

A riqueza de espécies, entretanto, não variou claramente em função do gradiente estudado. O grande número de espécies em MB pode ser explicado pela sobreposição dos limites de distribuição de espécies florestais e daquelas associadas à matriz desflorestada neste ponto. Entretanto, a riqueza estimada foi tão maior quanto mais distante do interior do fragmento. Este quadro, todavia, diferiu daquele observado em comunidades vegetais (RODRIGUES 1998), no qual um aumento na riqueza foi observado em direção ao interior do fragmento.

A não observação de um gradiente nos demais parâmetros analisados (dominância e diversidade) foi reflexo da composição de espécies muito similar entre as amostras dos diferentes ambientes, embora a abundância relativa da maioria das espécies nas amostras tenha variado em função do gradiente. Entretanto, MARTINS (1987) observou uma diversidade de drosofilídeos levemente maior na borda o que é também apontado para comunidades vegetais (FORTIN 1994; RODRIGUES 1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma ampla evidência de escolha de hábitat, de tolerância diferencial a estresses e de reação a uma variedade de variáveis climáticas como luminosidade, vento, temperatura, umidade do ar e chuva assim como seletividade por tipo e tamanho de recurso por espécies de drosofilídeos. Desta forma, parece óbvio pensar que flutuações nos tamanhos populacionais desta fauna, tanto em uma escala espacial quanto temporal, sejam observadas.

A sazonalidade de tais variáveis parece explicar a flutuação cíclica e anual da maioria das espécies consideradas neste estudo. A heterogeneidade temporal, dada pela variação de muitos se não de todos desses aspectos, mostrou-se um importante fator promotor e mantenedor da diversidade, embora ainda não sejam claros os mecanismos pelos quais ela atua.

De forma similar, diferenças na distribuição de diversas espécies e na composição de espécies das assembléias refletiram a influência do desflorestamento, e processos associados como o efeito de borda, sobre a fauna. Apesar da relevante variação destes padrões em função da sazonalidade, estas moscas demonstraram-se eficientes bioindicadores do efeito do desflorestamento sobre a fauna. Apesar de apenas um fragmento ter sido estudado, os resultados obtidos são corroborados por resultados de estudos prévios e, desta forma, oferecem subsídios para o planejamento de políticas de preservação em áreas tropicais como a implantação de unidades de conservação e de corredores ecológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, P. 1984. Variability in resource consumption rates the coexistence of competing species. **Theoretical Population Biology**, Orlando, **25**: 106-124.
- BENADO, M. & BRNCIC, D. 1994. An eight year phenological study of a local drosophilid community in Central Chile. **Zeitschrift fur Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, Hamburg, **32**: 51-63.
- BRNCIC, D.; BUDNIK, M. & GUIÑEZ, R. 1985. An analysis of a Drosophilidae community in Central Chile during a three years period. **Zeitschrift fur Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, Hamburg, **23**: 90-100.
- BURLA, H. & BÄCHLI, G. 1991. A search for pattern in faunistical records of drosophilids species in Switzerland. **Zeitschrift fur Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, Hamburg, **29**: 176-200.
- BURLA H.; DA CUNHA A.B.; CAVALCANTI A.G.L.; DOBZHANSKY T. & PAVAN C. 1950. Population density and dispersal rates in Brazilian *Drosophila willistoni*. **Ecology**, Durham, **31**: 393-404.
- CARSON, H.L. 1971. **The ecology of Drosophila breeding sites**. Honolulu, University of Hawaii Press, 28p.
- DE TONI, D.C. & HOFMANN, P.R.P. 1995. Preliminary taxonomic survey of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) at Morro da Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **55** (3): 347-350.
- DE TONI, D.C.; HOFMANN, P.R.P. & VALENTE, V. L. S. 2001. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the State of Santa Catarina, Brazil. **Biotemas**, Florianópolis, **14** (1): 71-85.
- DOBZHANSKY, T. & PAVAN, C. 1950. Local and seasonal variation in frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, **19**: 1-14.
- FORTIN, M.J. 1994. Edge detection algorithms for two-dimensional ecological data. **Ecology**, Durham, **75**: 956-965.
- GOTTSCHALK, M.S. 2004. **Influência da urbanização sobre assembléias de Drosophilidae na cidade de Florianópolis, SC, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, iv+111p.

- IZA, O.B. 2002. **Parâmetros de autoecologia de uma comunidade arbórea de Floresta Ombrófila Densa no Parque Botânico Morro do Baú, Ilhota, SC.** Dissertation, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 73p.
- JOKIMÄKI, J.; HUHTA, E.; ITÄMIES, J. & RAHKO, P. 1998. Distribution of arthropods in relation to forest patch size, edge, and stand characteristics. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, **28** (7): 1068-1072.
- KAPOS, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, New York, **5**: 173-185.
- KEKIC, V.; TAYLOR, C.E. & ANDJELKOVIC, M. 1980. Habitat choice and resource specialization by *Drosophila subobscura*. **Proceedings of the Sixth European Drosophila Research**, Kupari, **1980**: 219-225.
- KRIJGER, C.L. & SEVENSTER, J.G. 2001. Higher species diversity explained by stronger spatial aggregation across six neotropical *Drosophila* communities. **Ecology Letters**, Oxford, **4**: 106-115.
- LACHAISE, D.; TSACAS, L. & COUTURIER, G. 1982. The Drosophilidae associated with tropical African figs. **Evolution**, Lancaster, **36**: 141-151.
- MARTINS, M.B. 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, **3** (2): 195-218.
- MCDONALD, J. & PARSONS, P.A. 1973. Dispersal activities of the sibling species *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans*. **Behavior Genetics**, Westport, **3** (3): 293-301.
- MEDEIROS, H.F. & KLACZKO, L.B. 2004. How many species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) remain to be described in the forests of São Paulo, Brazil? Species lists of three forest remnants. **Biota Neotropica**, Campinas, **4** (1): 1-12.
- MITSUI, H. & KIMURA, M.T. 2000. Coexistence of drosophilid flies: aggregation, patch size diversity and parasitism. **Ecological Research**, Sendai, **15**: 93-100.
- NUNNEY, L. 1990. *Drosophila* on oranges: colonization, competition, and coexistence. **Ecology**, Durham, **71** (5): 1904-1915.

- PARSONS, P.A. 1991. Biodiversity conservation under global climatic change: the insect *Drosophila* as a biological indicator? **Global Ecology and Biogeography Letters**, Oxford, **1**: 77-83.
- PARSONS, P.A. & STANLEY, S.M. 1981. Domesticated and widespread species, p. 349-429. In: M. ASHBURNER; H.L. CARSON & J.N. THOMPSON JR. (Eds). **The genetics and biology of Drosophila**. New York, Academic Press, Vol 3a, 429p.
- PERONDINI, A.L.P.; SENE, F.M. & MORI, L. 1979. The pattern and polymorphism of some *Drosophila simulans* esterases in Brazil. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Cairo, **8**: 263-268.
- RODRIGUES, E. 1998. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in Londrina, PR**. Boston, Ph.D Thesis, Harvard University, 176p.
- SAMU, F.; SUNDERLAND, K.D. & SZINETÁR, C. 1999. Scale-dependent dispersal and distribution patterns of spiders in agricultural systems: a review. **Journal of Arachnology**, Austin, **27**: 325-332.
- SCHWARTZ, M.W. 1999. Choosing the appropriate scale of reserves for conservation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, **30**: 83-108.
- SENE, F.M.; VAL, F.C.; VILELA, C.R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1980. Preliminary data of geographical distribution of *Drosophila* species within morfoclimatic domains of Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **33** (22): 315-326.
- SEVENSTER, J.G. & VAN ALPHEN, J.J.M. 1993a. A life-history trade-off in *Drosophila* species and community structure in variable environments. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, **62**: 720-736.
- SEVENSTER, J.G. & VAN ALPHEN, J.J.M. 1993b. Coexistence in stochastic environments through a life trade off in *Drosophila*, p. 155-172. In: J. YOSHIMURA & C.W. CLARK (Eds). **Lecture notes in biomathematics**. New York, Springer, Vol. 98, vi+193p.
- SEVENSTER, J.G. & VAN ALPHEN, J.J.M. 1996. Agregation and coexistence. II. A neotropical *Drosophila* community. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, **65**: 308-324.
- SHORROCKS, B. 1975. The distribution and abundance of woodland species of British *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, **44**: 851-864.

- SILVA, N.M.; FANTINEL, C.C.; VALENTE, V.L.S. & VALIATI, V.H. 2005. Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) in communities of Porto Alegre city, southern of Brazil. **Neotropical Entomology**, Vacaria, **34** (3): 363-374.
- TAYLOR, C.E. & POWELL, J.R. 1978. Habitat choice in natural populations of *Drosophila*. **Oecologia**, Berlin, **37**: 69-75.
- TAYLOR, C.E. & POWELL, J.R. 1983. Population structure in *Drosophila*: Genetics and ecology, p. 29-59. In: The genetics and biology of *Drosophila*. M. ASHBURNER, H.L. CARSON & J.N. THOMPSON JR. (Eds). London, Academic Press, Vol. 3d, xv+382p.
- TURTON, S.M. & FREIBURGER, H.J. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia, p. 45-54. In: W.F. LAURANCE & R.O. BIERREGARD (Eds). **Tropical forest remnants ecology, management, and conservation of fragmented communities**. Chicago, Chicago University Press, 616p.
- VAL, F.C. & KANESHIRO, K.Y. 1988. Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica da Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution, p. 189-203. In: P.E. VANZOLINI & W.R. HEYER (Eds). **Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 488p.
- VAL, F.C.; VILELA, C.R. & MARQUES, M.D. 1981. Drosophilidae of the Neotropical Region, p. 123-168. In: M. ASHBURNER; H.L. CARSON & J.N. THOMPSON JR (Eds). **The genetics and biology of *Drosophila***. London, Academic Press, Vol. 3a, 429p.
- VALENTE, V.L.S. & ARAÚJO, A.M. 1986. Comments and breeding sites of *Drosophila willistoni* Sturtevant (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **30** (21): 281-286.
- VALENTE, V.L.S. & ARAÚJO, A.M. 1991. Ecological aspects of *Drosophila* species in two contrasting environments in southern Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **35** (2): 237-253.
- VILELA, C.R.; PEREIRA, M.A.Q.R. & SENE, F.M. 1983. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil: II. The *repleta* group. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **35** (1): 66-70.

WALTER, T. & BÄCHLI, G. 1987. A model to explain the dispersal of *Drosophila subobscura* along the fringe of woodland. **Genética Ibérica**, Madrid, **39**: 575-591.

ANEXO I. Trabalhos consultados para a identificação dos espécimes coletados.

- BÄCHLI, G. 1990. Revision of some type specimens of Drosophilidae (Diptera). **Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft**, Zurich, **63**: 121-135.
- BÄCHLI, G.; VILELA, C.R. & RATCOV, V. 2000. Morphological differences among *Drosophila paraguayensis* Duda, 1927 and its close relatives (Diptera, Drosophilidae). **Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft**, Zurich, **73**: 67-92.
- BOCK, I.R. & WHEELER, M.R. 1972. The *Drosophila melanogaster* species group. Studies in Genetics VII. **University of Texas Publications**, Austin, **7213**: 1-101.
- BREUER, M.E. & PAVAN, C. 1950. Genitalia masculina de “*Drosophila*” (Diptera): Grupo “*annulimana*”. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **10**: 469-488.
- BREUER, M.E. & PAVAN, C. 1954. Genitalia masculina de “*Drosophila*” do grupo “*dreyfusi*” (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **14**: 465-475.
- BREUER, M.E. & ROCHA, R.F. 1971. Genitalia masculina de algumas espécies de *Drosophila* dos grupos “*repleta*” e “*tripunctata*” (Diptera, Drosophilidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **25**: 121-137.
- BURLA, H. 1956. Die Drosophilidengattung *Zygothrica* und ihre Beziehung zur *Drosophila*-Untergattung *Hirtodrosophila*. **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin**, Berlin, **32**: 189-321.
- BURLA, H. & PAVAN, C. 1953. The *calloptera* species group (*Drosophila*, Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **13**: 291-314.
- BURLA, H.; da CUNHA, A.B.; CORDEIRO, A.R.; DOBZHANSKY, T.; MALOGOLOWKIN, C. & PAVAN, C. 1949. The *willistoni* group of sibling species of *Drosophila*. **Evolution**, Lancaster, **3**: 300-314.
- CORDEIRO, A.C. 1952. Inheritance of variations in the male genitalia in *Drosophila paulistorum*. **American Naturalist**, Chicago, **86**: 828.

- DOBZHANSKY, T. & PAVAN, C. 1943. Studies on Brazilian species of *Drosophila*. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, São Paulo, (36), *Biologia Geral*, **4**: 7-72.
- FONTDEVILA, A., WASSERMAN, M., PLÁ, C., PILARES, L., ARMENGOL, R., SUYO, M.P., SANCHEZ, A., VASQUEZ, J., RUIZ, A. & GARCIA, J.L. 1990. Description and evolutionary relationships of two species of the *Drosophila mulleri* cluster (Diptera: Drosophilidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Washington, **83**: 444-452.
- FREIRE-MAIA, N. & PAVAN, C. 1949. Introdução ao estudo de drosófila. **Cultus**, São Paulo, **1** (5): 1-171.
- FROTA-PESSOA, O. 1954. Revision of the tripunctata group of *Drosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, **10**: 253-326.
- GRIMALDI, D.A. 1987. Phylogenetics and taxonomy of *Zygothrica* (Diptera: Drosophilidae). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **186**: 103-268.
- GRIMALDI, D.A. 1990. A phylogenetic revised classification of genera in the Drosophilidae (Diptera). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **197**: 1-139.
- GRIMALDI, D.A. 1990. Revision of *Zygothrica* (Diptera: Drosophilidae), Part II. The First African Species, Two New Indo-Pacific Groups, and the bilineata and samoensis Species Groups. **American Museum Novitates**, New York, **2964**: 1-31.
- MAGALHÃES, L.E. 1962. Notes on taxonomy, morphology, and distribution of the *saltans* group of *Drosophila*, with description of four new species. **University of Texas Publications**, Austin, **6205**: 135-154.
- MAGALHÃES, L.E. & BJORNBERG, J.S. 1957. Estudo da genitália masculina de *Drosophila* do grupo *saltans* (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **17** (4): 435-450.
- MALOGOLOWKIN, C. 1948. Sobre a genitália dos drosofilídeos (Diptera): II: *Drosophila ananassae*. **Summa brasiliensis Biologiae**, Rio de Janeiro, **1** (17): 429-459.
- MALOGOLOWKIN, C. 1951. Drosofilídeos colhidos na Bahia, com a descrição de uma espécie nova (Diptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **11**: 431-434.

- MALOGOLOWKIN, C. 1952. Sobre a genitália dos “Drosophilidae” (Diptera). III. Grupo *willistoni* do gênero *Drosophila*. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **12**: 79-86.
- MALOGOLOWKIN, C. 1953. Sobre a genitália dos drosofilídeos. IV. Genitália masculina no subgênero *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **13** (3): 245-264.
- MORETEAU, B.; PETAVY, G.; GIBERT, P.; MORIN, J.P.; MUNOZ, A. & DAVID, J.R. 1995. New discriminating traits between females of two sibling species: *Drosophila melanogaster* and *D. simulans* (Diptera: Drosophilidae). **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, **31** (3): 249-257.
- MOURÃO, C.A. & GALLO, A.J. 1967. Considerações sobre o grupo “*tripunctata*” (*Drosophila*), com descrição de *D. mirassolensis*, nova espécie brasileira. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **20**: 117-122.
- PEREIRA, M.A.Q.R. & VILELA, C.R. 1987. Two new members of the *Drosophila annulimana* species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **31** (1): 13-18.
- PIPKIN, S.B. & HEED, W.B. 1964. Nine new members of the *Drosophila tripunctata* species group. (Diptera: Drosophilidae). **Pacific Insects**, Honolulu, **6**: 256-273.
- SALLES, H. 1948. Sobre a genitália dos drosofilídeos (Diptera): I. *Drosophila melanogaster* e *D. simulans*. **Summa brasiliensis Biologiae**, Rio de Janeiro, **1**: 311-383.
- SPASSKY, B. 1957. Morphological differences between sibling species of *Drosophila*. **University of Texas Publications**, Austin, **5721**: 48-61.
- VAL, F.C. 1982. The male genitalia of some neotropical *Drosophila*: notes and illustrations. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **34** (27): 309-347.
- VAL, F.C. & MARQUES, M.D. 1996. Drosophilidae (Diptera) from the Pantanal of Mato Grosso (Brazil), with the description of a new species belonging to the *bromeliae* group of the genus *Drosophila*. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **39**: 223-230.
- VAL, F.C. & SENE, F.M. 1980. A newly introduced *Drosophila* species in Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **33**: 293-298.

- VILELA, C.R. 1983. A revision of the *Drosophila repleta* species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **27** (1): 1-114.
- VILELA, C.R. 1984. Notes on type series of *Drosophila coffeata*, Williston, with a description of a new Neotropical species of subgenus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **28**: 59-64.
- VILELA, C.R. 1984. Notes on the holotypes of four Neotropical species of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) described by H. Sturtevant. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **28**: 245-256.
- VILELA, C.R. 1985. A new peruvian species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) belonging to *annulimana* group. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **37**: 1961-1964.
- VILELA, C.R. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **36** (1): 197-221.
- VILELA, C.R. 2001. Breeding sites of Neotropical Drosophilidae (Diptera). III. Rotting infructescences of *Philodendron bipinnatifidum* (Araceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **45**: 339-344.
- VILELA, C.R. & BÄCHLI, G. 1990. Taxonomic studies on Neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). **Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft**, Zurich, **63**: 1-332.
- VILELA, C.R. & BÄCHLI, G. 2000. Five new species of Neotropical *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft**, Zurich, **73**: 49-65.
- VILELA, C.R. & BÄCHLI, G. 2000. Morphological and ecological notes on the two species of *Drosophila* belonging to the subgenus *Siphlodora* Petterson & Mainland, 1944 (Diptera, Drosophilidae). **Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft**, Zurich, **73**: 23-47.
- VILELA, C.R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1982. A new species of the *annulimana* group of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **26** (3/4): 237-240.
- VILELA, C.R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1985. Notes on two species of spot thoraxed *Drosophila* belonging to the *guarani* group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **29**: 435-442.
- VILELA, C.R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1985. Redescription of *Drosophila talamanca* Wheeler, (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **29** (2): 181-184.

- VILELA, C.R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1985. On the male genitalia of five species of the *tripunctata* group of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **29** (3/4): 453-461.
- VILELA, C.R. & PEREIRA, M.A.Q.R. 1986. The male genitalia of four species of *tripunctata* group of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **30** (1): 213-219.
- VILELA, C.R. & SENE, F.M. 1982. A new spotted thorax species of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **26**: 343-347.
- VILELA, C.R.; SILVA, A. F. G. & SENE, F. M. 2002, Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. III. The cardini group. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **46**: 139-148.
- VILELA, C.R.; TEIXEIRA, E.P. & NOVO, J.P.S. 1999. Nova praga nos figos: *Zaprionus indianus* Gupta, 1970. **Infomativo da Sociedade Entomologica do Brasil**, Piracicaba, **24** (2): 2.
- VILELA, C.R. & VAL, F.C. 1983. Redescription of *Drosophila tarsata* Schiner, 1868 and description of a new species, both in the *annulimana* group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **43** (4): 373-380.
- VILELA, C.R. & VAL, F.C. 1985. The male genitalia of type of six members of the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, **29** (3/4): 503-513.
- WHEELER, M.R. & MAGALHÃES, L.E. 1962. The *alagitans-bocainensis* complex of the *willistoni* group of *Drosophila*. **University of Texas Publications**, Austin, **6205**: 155-171.