

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

SECRETARIA
DE
PÓS-GRADUAÇÃO
I. B.

Hermes Fonsêca de Medeiros

ASSEMBLÉIAS DE ESPÉCIES DE *DROSOPHILA* (DIPTERA; DROSOPHILIDAE)
E EFEITOS DE CURSOS D'ÁGUA SOBRE SUAS DISTRIBUIÇÕES
EM DUAS MATAS DE SÃO PAULO

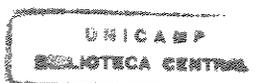
Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(s) candidato a)
Hermes Fonsêca de
Medeiros
e aprovada pela Comissão Julgadora
13/07/2000

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da
Universidade Estadual de Campinas para obtenção
do título de mestre em Ecologia

Orientador: Prof. Dr. Louis Bernard Klaczko

Campinas, 2000

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



200015814

UNIDADE	Be
L ^o CHAMADA:	1/ Unicamp
	M467a
I.	Ex.
COMBO BC/	42763
PROC.	16/278/00
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	18/10/00
N ^o CPD	

CM-00144273-0

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

Medeiros, Hermes Fonsêca de
M467a Assembléias de espécies de *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) e efeitos de cursos d'água sobre suas distribuições em suas matas de São Paulo/Hermes Fonsêca de Medeiros. - - Campinas, SP. [s.n.], 2000
 183f. ilus.

Orientador: Louis Bernard Klaczko
 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
 Instituto de Biologia.

1. *Drosophila*. 2. Comunidades. 3. Distribuição espacial. 4. Umidade. 5. Diversidade. I. Klaczko, Louis Bernard. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Campinas, 13 de julho de 2000

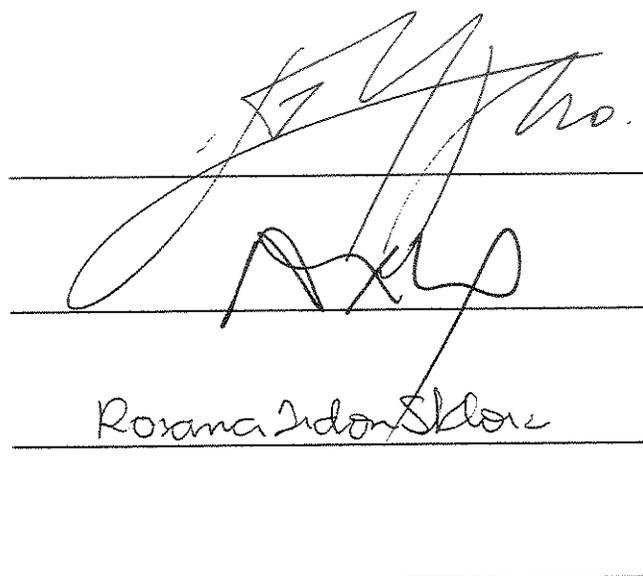
Banca Examinadora

Prof. Dr. Louis Bernard Klaczko
(orientador)

Prof. Dr. Arício Xavier Linhares

Profa. Dra. Rosana Tidon Sklorz

Prof. Dr. Sérgio Furtado dos Reis



The image shows four horizontal lines representing signature lines. The first line has a large, stylized signature. The second line has a signature that appears to be 'Arício'. The third line has the name 'Rosana Tidon Sklorz' written in a cursive hand. The fourth line is empty.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Aos meus pais, José Carlos e Lygia,
que me ensinaram a amar a natureza.

Agradecimentos

A Dionete Aparecida Santin responsável pelo Jardim Botânico Hermógenes Leitão Filho e à administração da Mata de Santa Genebra por autorizações para a realização de coletas durante o desenvolvimento da armadilha.

Ao Sr. José Carlos Reis de Magalhães, proprietário da Fazenda Barreiro Rico, não só pela melhor hospedagem e condições trabalho que já encontrei em excursões de campo, mas por manter em sua propriedade remanescentes de um tipo florestal raro, justamente devido ao valor comercial das terras que ocupa.

Ao Sr. Waldemir Marconi, administrador da Fazenda Barreiro Rico pelo acolhimento durante a hospedagem.

Ao Sr. Ivan Perini diretor da base da Serra do Japi pela licença de acesso e alojamento.

A seu Lauro pela hospitalidade durante as coletas no Japi e o auxílio quando fiquei doente um final de semana, impossibilitado de voltar para Campinas.

Aos colegas:
Adriano Sanches Mello,
Angela Midori Furuya Pacheco,
Horácio Montenegro,
Michelle de Sá Dechoum e
Sônia C. S. Andrade

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

que abriam mão de seu tempo para entrar nos riachos e tornar meu trabalho possível. A vocês sou grato não apenas pelo trabalho pesado que enfrentaram para me ajudar, mas pelo companheirismo e senso de humor, que foram fundamentais na superação dos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. Carlos R. Vilela pelas aulas de taxonomia e pela disposição para tirar dúvidas. Sem sua contribuição direta e indireta, através de sua obra acadêmica, não seria possível o tratamento taxonômico aqui empregado. No entanto, nenhuma identificação aqui apresentada foi realizada diretamente pelo referido, e a responsabilidade por erros pertence de unicamente ao autor.

Aos membros da pré-banca, Arício Xavier Linhares, Rosana Tidon Sklorz e Sérgio Furtado dos Reis pela leitura atenta do texto, que sem dúvida melhorou a qualidade da dissertação.

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado.

A José Carlos e Lygia, pelo financiamento de parte substancial do trabalho.

Aos Colegas, Ariovaldo A. Giaretta, Ricardo R. Sawaya e Adriano S. Mello

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE
“Primeiro, as grandes diferenças.”

Theodosius Dobzhansky

SUMÁRIO

Agradecimentos	VII
Epígrafe	IX
Sumário	XI
Lista de Figuras	XIII
Lista de Tabelas	XVI
Resumo	XXI
Abstract	XXIII
I. Introdução geral	1
II. Métodos de Obtenção de Dados	7
Áreas de Estudo	7
Método de Coletas	10
Armazenamento e Identificação das Amostras	18
III. Assembléias de espécies de <i>Drosophila</i> (Diptera; Drosophilidae) em dois remanescentes florestais do interior do estado de São Paulo (Fazenda Barreiro Rico, Anhembi e Serra do Japi, Jundiá)	23
Introdução	23
Objetivos	29
Análise de Dados	29
Resultados	33
Discussão	56
Conclusões	68

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

IV. Distribuição Espacial de Populações de <i>Drosophila</i> em Relação à Proximidade de Riachos	69
Introdução	69
Objetivos	75
Análise de Dados	75
Resultados	77
Discussão	131
Conclusões	144
V. Discussão Geral	146
VI. Referências Bibliográficas	150
Apêndice	157

Lista de Figuras

Figura 1. Áreas de estudo	8
Figura 2. Foto da armadilha	12
Figura 3. Montagem da armadilha	13
Figura 4. Desenho amostral	16
Figura 5. Estatística descritiva dos dados de temperatura	33
Figura 6. Estatística descritiva dos dados de umidade	34
Figura 7. Estatística descritiva dos números de machos de <i>Drosophila</i> obtidos por coleta	42
Figura 8. Médias de machos de <i>Drosophila</i> obtidos por dia de coleta	43
Figura 9. Contribuição dos taxa infragênicos em números de indivíduos e de espécies	44
Figura 10. Proporção de indivíduos pertencentes aos cinco grupos de espécies mais abundantes em cada coleta	45
Figura 11. Números de machos dos grupos <i>tripunctata</i> e <i>willistoni</i> por coleta	46
Figura 12. Ordenação das coletas segundo as densidades relativas das espécies	47
Figura 13. Curvas médias de acumulação de espécies para as duas primeiras coletas de Barreiro Rico, acompanhadas pelas estimativas de riqueza total	50
Figura 14. Comparação das riquezas observadas nas duas áreas	51
Figura 15. Comparação das riquezas observadas perto e longe do riacho em Barreiro Rico	52
Figura 16. Comparação das riquezas observadas perto e longe do riacho no Japi	53
Figura 17. Gráficos das espécies ordenadas por sua abundância, por coleta	55
Figura 18. Desidratação das placas de ágar em função da distância dos riachos	79
Figura 19. Totais de machos de <i>Drosophila</i> em função da distância dos riachos	80
Figura 20. <i>Drosophila annulimana</i> em função da distância dos riachos	81
Figura 21. <i>Drosophila atrata</i> em função da distância dos riachos	82
Figura 22. <i>Drosophila</i> sp5 em função da distância dos riachos	83

Figura 23. <i>Drosophila</i> sp7 em função da distância dos riachos	84
Figura 24. <i>Drosophila</i> sp42 em função da distância dos riachos	85
Figura 25. <i>Drosophila neocardini</i> em função da distância dos riachos	86
Figura 26. <i>Drosophila polymorpha</i> em função da distância dos riachos	87
Figura 27. <i>Drosophila briegeri</i> em função da distância dos riachos	88
Figura 28. <i>Drosophila griseolineata</i> em função da distância dos riachos	89
Figura 29. <i>Drosophila guaru</i> em função da distância dos riachos	90
Figura 30. <i>Drosophila maculifrons</i> em função da distância dos riachos	91
Figura 31. <i>Drosophila ornatifrons</i> em função da distância dos riachos	92
Figura 32. <i>Drosophila onca</i> em função da distância dos riachos	93
Figura 33. <i>Drosophila bandeirantium</i> em função da distância dos riachos	94
Figura 34. <i>Drosophila bifilum</i> em função da distância dos riachos	95
Figura 35. <i>Drosophila mediopicta</i> em função da distância dos riachos	96
Figura 36. <i>Drosophila mediopunctata</i> em função da distância dos riachos	97
Figura 37. <i>Drosophila mediotriata</i> em função da distância dos riachos	98
Figura 38. <i>Drosophila paraguayensis</i> em função da distância dos riachos	99
Figura 39. <i>Drosophila paramediotriata</i> em função da distância dos riachos	100
Figura 40. <i>Drosophila roehrae</i> em função da distância dos riachos	101
Figura 41. <i>Drosophila spinatermina</i> em função da distância dos riachos	102
Figura 42. <i>Drosophila trapeza</i> em função da distância dos riachos	103
Figura 43. <i>Drosophila trifilum</i> em função da distância dos riachos	104
Figura 44. <i>Drosophila</i> sp15 em função da distância dos riachos	105
Figura 45. <i>Drosophila</i> sp22 em função da distância dos riachos	106
Figura 46. <i>Drosophila</i> sp28 em função da distância dos riachos	107
Figura 47. <i>Drosophila caponei</i> em função da distância dos riachos	108
Figura 48. <i>Drosophila malerkotliana</i> em função da distância dos riachos	109
Figura 49. <i>Drosophila simulans</i> em função da distância dos riachos	110
Figura 50. <i>Drosophila prosaltans</i> em função da distância dos riachos	111
Figura 51. <i>Drosophila sturtevanti</i> em função da distância dos riachos	112

Figura 52. <i>Drosophila capricorni</i> em função da distância dos riachos	113
Figura 53. <i>Drosophila fumipennis</i> em função da distância dos riachos	114
Figura 54. <i>Drosophila nebulosa</i> em função da distância dos riachos	115
Figura 55. <i>Drosophila paulistorum</i> em função da distância dos riachos	116
Figura 56. <i>Drosophila willistoni</i> em função da distância dos riachos	117
Figura 57. <i>Drosophila</i> sp8 em função da distância dos riachos	118
Figura 58. <i>Drosophila</i> sp16 em função da distância dos riachos	119
Figura 59. <i>Drosophila</i> sp23 em função da distância dos riachos	120
Figura 60. <i>Drosophila brieri</i> e <i>D. dreyfusi</i> em função da distância dos riachos	133

Lista de Tabelas

Tabela 1. Resultados de ANOVAs testando os efeitos das áreas e estações sobre os dados de temperatura e umidade	33
Tabela 2. Totais de machos por espécie, área e coleta	36
Tabela 3. Tabela de uma ANOVA testando os efeitos das áreas, estações, coletas e dias sobre os números de machos de <i>Drosophila</i>	41
Tabela 4. Parâmetros de caracterização da diversidade das taxocenoses	49
Tabela 5. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas e distâncias em relação aos riachos, sobre a desidratação das placas de ágar	79
Tabela 6. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre os números de machos de <i>Drosophila</i>	80
Tabela 7. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. annulimana</i>	81
Tabela 8. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. atrata</i>	82
Tabela 9. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp5</i>	83
Tabela 10. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp7</i>	84
Tabela 11. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp42</i>	85
Tabela 12. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. neocardini</i>	86
Tabela 13. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. polymorpha</i>	87
Tabela 14. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. briegei</i>	88
Tabela 15. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. griseolineata</i>	89

Tabela 16. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. guaru</i>	90
Tabela 17. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. maculifrons</i>	91
Tabela 18. Tabela de uma ANCOVA testando o efeito das distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. ornatifrons</i>	92
Tabela 19. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. onca</i>	93
Tabela 20. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. bandeirantorum</i>	94
Tabela 21. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. bifilum</i>	95
Tabela 22. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. mediopicta</i>	96
Tabela 23. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. mediopunctata</i>	97
Tabela 24. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. mediotriata</i>	98
Tabela 25. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. paraguayensis</i>	99
Tabela 26. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. paramediotriata</i>	100
Tabela 27. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. roehrae</i>	101
Tabela 28. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. spinatermina</i>	102
Tabela 29. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. trapeza</i>	103

Tabela 30. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. trifilum</i>	104
Tabela 31. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp15</i>	105
Tabela 32. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp22</i>	106
Tabela 33. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp28</i>	107
Tabela 34. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. caponei</i>	108
Tabela 35. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. malerkotliana</i>	109
Tabela 36. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. simulans</i>	110
Tabela 37. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. prosaltans</i>	111
Tabela 38. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sturtevantii</i>	112
Tabela 39. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. capricorni</i>	113
Tabela 40. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. fumipennis</i>	114
Tabela 41. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. nebulosa</i>	115
Tabela 42. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. paulistorum</i>	116
Tabela 43. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. willistoni</i>	117

Tabela 44. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos de coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp8</i>	118
Tabela 45. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp16</i>	119
Tabela 46. Tabela de uma ANCOVA testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias em relação aos riachos, sobre <i>D. sp23</i>	120
Tabela 47. Sumário dos resultados das ANCOVAs	130
Tabela 48. Tabelas de ANCOVAs testando os efeitos das áreas, coletas, dias e distâncias sobre <i>D. briegei</i> e <i>D. dreyfus</i>	132

Resumo

Foram estudados aspectos da distribuição espacial e temporal de populações de *Drosophila*, assim como da taxocenose como um todo, em dois sítios situados em diferentes remanescentes florestais do Estado de São Paulo: Fazenda Barreiro Rico (Anhembi) e Serra do Japi (Jundiá).

O objetivo central do trabalho foi o estudo da distribuição espacial das abundâncias de populações de diferentes espécies, em resposta a um gradiente de distância em relação a riachos. Para alcançar este primeiro objetivo, foi necessário o controle de algumas das fontes de ruído de reconhecida importância na amostragem de drosófilas. A padronização da metodologia incluiu o desenvolvimento de uma nova armadilha que é aqui apresentada.

As amostras resultantes permitem a abordagem de outros temas relacionados com ecologia destes organismos, como variações temporais nas densidades populacionais, e as resultantes mudanças na composição e na diversidade da taxocenose.

Em cada sítio foram amostrados 30 pontos, incluídos em uma área de 9 ha. Estes pontos foram distribuídos entre 10 classes de distância em relação a riachos, a saber: 1, 2,5, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 120 e 160 metros. Em cada área foram realizadas 4 coletas, duas na estação quente e úmida e duas na fria e seca. Em cada coleta foram amostrados 3 dias consecutivos com métodos comparáveis.

Todos os machos de *Drosophila* (25.900) foram identificados pela análise da terminália, e apenas os dados destes foram analisados. Foram encontradas 101 espécies no total; das quais 58 na Serra do Japi e 89 em Barreiro Rico. Sessenta e quatro espécies puderam ser identificadas como espécies já descritas. Nove das espécies identificadas representam novas ocorrências para o Estado de São Paulo.

Foram observadas grandes variações entre as coletas quanto às densidades das espécies e diversidade da taxocenose. Quanto às densidades relativas foram encontrados resultados concordantes com os padrões de variação sazonal descritos para os grupos *tripunctata* e *willistoni*. Uma análise exploratória revelou que a estimativa da riqueza do gênero, nestas florestas, pode ser problemática. A maior riqueza observada em Barreiro Rico pode ser inteiramente atribuída ao maior número de indivíduos analisados nesta localidade. Separando as amostras em perto e longe do riacho foi observado que o mesmo esforço revela mais espécies perto da água.

Vinte das quarenta espécies analisadas, assim como o gênero como um todo, apresentaram resposta ao gradiente estudado. Dentre as que responderam ao gradiente quase todas foram mais abundantes próximo aos cursos d'água. Foram observadas diferenças entre as coletas de uma mesma área nas respostas ao gradiente, e estas foram mais frequentes do que as diferenças entre as localidades. A resposta não variou entre dias consecutivos. Espécies aparentadas tenderam a apresentar resultados semelhantes. Foi observada uma associação nos taxa infragênicos entre a resposta à proximidade da água e ocupação de diferentes formações vegetais, sugerindo que os dois fenômenos tem causas comuns.

Abstract

Aspects of the spatial and temporal distribution of *Drosophila* populations, as well as of the entire taxocenosis, were investigated at two distinct forest fragments in the Brazilian State of São Paulo: Fazenda Barreiro Rico (Anhembi) and Serra do Japi (Jundiaí).

The main purpose of this work was to study the spatial distribution of the abundance of different species related to a distance gradient from streams. In order to accomplish the goal, it was necessary to minimize some well-known sources of bias common to *Drosophila* collections. The methodological standardization included the development of a new trap, described here.

The resulting samples provide an opportunity to explore other topics on the ecology of these organisms, such as the temporal and spatial variation in population densities, and resulting changes of composition and diversity of the taxocenosis.

Thirty points per forest fragment, within a 9 ha area, were sampled on each collecting trip. The points were distributed among classes based on their distance to the stream: 1, 2.5, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 120 and 160 m. Four collections were carried out at each area, two in the hot and wet season, two in the cold and dry. Three consecutive days per collection were sampled with the same method.

All male *Drosophila* collected (25.900) were identified by terminalia analyzes, this being the only data set analyzed. One hundred and one species were found, 58 at Serra do Japi and 89 at Barreiro Rico. Sixty-four species could be identified by comparisons with pictures available in the literature, and/or with the contribution of Prof. Dr. Carlos R. Vilela. Nine of the identified species are new occurrences in São Paulo State.

Remarkable differences in the availability of populations, as well as in taxocenosis composition and diversity, were observed between collections. The changes in relative frequencies of the *tripunctata* and *willistoni* species groups were in agreement with described patterns for seasonal fluctuation. Early analyses showed that richness estimations about the genera are problematic at the studied areas. Higher richness observed in Barreiro Rico could be explained by the higher numbers of identified individuals. It was also noticed that the same effort reveals more species when analyzing the samples collected closer to the stream.

Twenty of the forty studied species, as well as the entire genera, showed response to the gradient. Almost all species which responded to the gradient were more abundant close to streams. Differences in response to the gradient between collections at the same area were observed, and were more frequent than differences between areas. The responses did not differ for samples collected in consecutive days. In general, related species presented similar results. An association of infrageneric taxa between responses to water proximity and use of different vegetation was established, suggesting that both phenomena could have common causes.

I. Introdução Geral

A ecologia de espécies de *Drosophila* começou a receber atenção na primeira metade deste século, quando o interesse principal era a busca de informações que permitissem o desenvolvimento de pesquisas em genética e evolução (Dobzhansky & Epling, 1944). Posteriormente a aplicabilidade destes animais na abordagem de questões ecológicas foi reconhecida, por se tratar de organismos pertencentes a comunidades complexas, bem estudados quanto a diversos aspectos de sua biologia e de fácil manipulação.

Vários recursos são utilizados por drosófilas como sítios de reprodução (ver Powell, 1997), podendo ser citados: frutos, flores, folhas, resinas, cladódeos de cactos, cogumelos e fezes. A utilização destes substratos pelas larvas geralmente se dá indiretamente, através do consumo de microorganismos que neles se desenvolvem, principalmente leveduras (Dobzhansky & Pavan, 1950; Begon, 1982; Courtney, *et al.*, 1990; Vilela & Rodrigues-Pereira, 1992). A esta relação indireta têm sido atribuídos os baixos níveis de especialização observados no gênero, que podem ser exemplificados por espécies obtidas em um mesmo local a partir de ovos depositados sobre frutos e resina de árvores (*D. sturtevantii* Duda 1925 (Pavan, 1959) e *D. pseudoobscura* Frovola 1929 (Dobzhansky & Epling, 1944)).

Normalmente estudos envolvendo várias espécies utilizam o sítio de desenvolvimento das larvas como critério para restrição das espécies que serão incluídas, baseando-se no pressuposto de que a maior parte das interações interespecíficas ocorre nestes sítios. Nos neotrópicos quase todos os estudos com espécies de áreas florestais são direcionados às espécies atraídas por frutos em decomposição. A atração pela mesma isca não significa que as espécies utilizam os mesmos substratos quando larvas, uma vez que os adultos são mais generalistas quanto aos sítios de alimentação, do que quanto aos de nidificação (Carson, 1971).

Dentre os vários tipos de frutos comerciais já empregados como isca predomina o uso de bananas, devido a sua eficiência na atração de diferentes grupos de espécies (Spencer, 1950). Quanto ao significado ecológico da assembléia de espécies* assim obtida, pode-se dizer que as espécies mais freqüentes nestas amostras podem ser encontradas como larvas em um mesmo substrato natural (Heed, 1957; Pavan, 1959; Brncic & Valente, 1978; Martins, 1995; Saavedra *et al.*, 1995), mas existem claras diferenças em suas preferências por substratos (Dobzhansky & Pavan, 1950; Pavan, 1959; Pipkin, 1965; Brncic & Valente, 1978; Saavedra *et al.*, 1995), assim como pelas leveduras que nestes estejam se desenvolvendo (Da Cunha *et al.*, 1951; Da Cunha *et al.*, 1957; Dobzhansky & Da Cunha, 1955; Klaczko *et al.*, 1983; Morais, *et al.*, 1996). No Brasil a maior parte dos trabalhos têm sido desenvolvidos com o uso desta isca (Dobzhansky & Pavan, 1950; Pavan *et al.*, 1950; Pavan, 1959; Belo & Oliveira Filho, 1978; Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Martins, 1987; Martins, 1989; Tidon-Sklorz *et al.*, 1994; Toni & Hofmann, 1995; Saavedra *et al.*, 1995; Tidon-Sklorz & Sene, 1995; Valiati & Valente, 1996; Rohde & Valente, 1996; Torres, 2000). Neste trabalho utilizou-se a isca de bananas como critério para delimitar a assembléia de drosófilas a ser estudada, isto é, foram estudadas espécies atraídas a bananas fermentadas.

O estudo da ecologia do gênero tem alcançado avanços significativos (ver Powell, 1997). No entanto, para a maioria dos sistemas, se mantêm a carência de informações sobre a vida destes organismos na natureza. É fundamental portanto o contínuo investimento em trabalhos de campo visando a descrição da história natural e da distribuição das abundâncias das espécies.

O acompanhamento das variações temporais de populações de drosófilas tem revelado padrões de variação sazonal em parte das espécies estudadas (Dobzhansky & Pavan, 1950; Birch & Battaglia, 1957; Pavan, 1959; Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Valente & Araújo, 1991; Saavedra *et al.*, 1995; Torres, 2000). No entanto, como Pavan (1959) salientou,

existe muita variação em torno dos padrões observados. Aceitando que as drosófilas de regiões tropicais mantêm suas atividades reprodutivas durante todo o ano (Da Cunha & Magalhães, 1965), as variações populacionais observadas resultam de mudanças nas taxas de mortalidade, natalidade, imigração e emigração, em resposta a variações ambientais. Portanto as respostas populacionais das espécies às mudanças no ambiente correspondem a experimentos naturais, e a formação de ciclos sazonais indica a atuação de fatores determinísticos previsíveis. Mas, no momento, é difícil estabelecer o quanto os dados são fiéis às reais variações populacionais, devido a dificuldades logísticas na execução destes trabalhos.

Estimativas de variações nas abundâncias de populações de drosófilas freqüentemente são realizadas a partir dos números de adultos atraídos por iscas. Quando são tomadas estimativas das densidades de drosófilas a partir dos animais atraídos a iscas, está sendo medida a disponibilidade de adultos (“availability” *sensu* Southwood, 1978). Este conceito se refere ao número de indivíduos da população disponível para ocupar determinada mancha de recursos em determinados momento e local. Além do tamanho populacional, outros fatores de reconhecida importância na variação da disponibilidade de drosófilas são: a presença de recursos naturais que estariam concorrendo com a isca; a atividade dos indivíduos no dia amostrado (Klaczko *et al.*, 1983; Capítulo III desta tese); a hora do dia amostrada (Pavan *et al.*, 1950; Belo & Oliveira Filho, 1978), e a distribuição espacial dos indivíduos (horizontal: Dobzhansky & Pavan, 1950; Burla *et al.*, 1950; Pavan, 1959; Capítulo IV desta tese; e vertical: Parsons, 1975; Sene *et al.*, 1981; Kratz *et al.*, 1982 e Tidon-Sklorz & Sene, 1992). Estes fatores juntos podem afastar as estimativas populacionais das reais variações nas densidades de maneira imprevisível; tanto ocultando padrões, como apresentando falsos padrões, quanto exagerando o ruído em torno de padrões corretamente reconhecidos. É necessário portanto o avanço do conhecimento sobre estes fatores influenciadores da disponibilidade, assim como seu controle durante o estudos com populações

naturais destes insetos. Os fenômenos citados também correspondem a aspectos importantes da história natural das drosófilas, o que por si só justificaria seu estudo.

Uma das causas das limitações nos desenhos amostrais que vêm sendo aplicados são os métodos de coleta. O método mais tradicional de coletas de *Drosophila* consiste na colocação de iscas diretamente no solo, ou dentro de recipientes abertos, que são visitadas ao longo de alguns dias subsequentes pelo coletor, quando são coletadas as moscas agregadas em torno da isca com uma rede entomológica (Freire-Maia & Pavan, 1949). Para estudos ecológicos, este método apresenta algumas limitações. As variações diurnas nas taxas de visitas às iscas, com diferentes espécies apresentando curvas de disponibilidade de adultos diferentes (Pavan *et al.*, 1950; Belo & Oliveira Filho, 1978), tornam necessária a efetuação de coletas a intervalos constantes durante todo o dia, ou pelo menos no mesmo horário em todos os pontos. A necessidade de visita simultânea às iscas limita o número de pontos que podem ser amostrados, assim como a distância entre os mesmos.

Uma alternativa viável é o uso de armadilhas. Várias armadilhas estão disponíveis na literatura, sendo parte delas instrumentos que acumulam drosófilas, não se propondo a retê-las definitivamente. Algumas armadilhas, no entanto, são realmente aprisionadoras para drosófilas, dentre elas tem sido utilizada comumente no Brasil o modelo proposto por Tidon & Sene (1988). Embora qualquer armadilha apresente viés, o observado em experimentos preliminares com o aparato de Tidon & Sene (1988) limita sua aplicação em áreas florestais, principalmente por sua baixa eficiência na coleta das espécies do grupo *tripunctata* (um dos grupos de espécies mais abundantes nas matas brasileiras, tanto em número de indivíduos quanto em número de espécies). Por esta razão, neste trabalho foi desenvolvida e aplicada uma nova armadilha, a partir daquela.

Grandes variações microgeográficas na disponibilidade foram encontradas por Dobzhansky & Pavan (1950), Burla *et al.*, (1950) e Pavan (1959). Estes trabalhos demonstraram que os

números de animais atraídos por iscas distando apenas dezenas de metros podem ser muito diferentes, e que os pontos de agregação diferem entre as espécies e variam no tempo. No momento a dispersão das populações destes organismos tem recebido grande atenção por suas possíveis conseqüências nas interações entre as espécies (Atkinson & Shorrocks, 1981; Atkinson & Shorrocks, 1984; Shorrocks & Rosewell, 1986; Rosewell, *et al.*, 1990; Shorrocks, *et al.*, 1990; Jaenike & James, 1991; Sevenster, 1996; Sevenster & Alphen, 1996; Heard, 1998; Toda, *et al.*, 1999; Inouye, 1999). No entanto pouco se sabe sobre as causas destas variações.

Os padrões de ocupação do espaço por cada espécie resultam de suas interações com variáveis do ambiente, e também determinam a quais das pressões do mesmo as populações estarão mais sujeitas. O reconhecimento dos fatores que causam a distribuição das densidades populacionais entre microhabitats é portanto de inquestionável relevância.

Este trabalho foi primariamente direcionado ao estudo de um aspecto da distribuição espacial das populações de drosófilas: as variações nas densidades associadas com a proximidade de riachos.

Pavan (1959) demonstrou a importância de massas d'água estudando amostras de drosófilas coletadas perto ou longe delas, em duas localidades florestais do Estado de São Paulo. Ele verificou que elas diferiam quanto à densidade de parte das espécies, e que diferentes táxons infragenéricos apresentavam respostas opostas a este gradiente ambiental. A partir deste trabalho várias questões podem ser levantadas, sendo necessária a continuidade desta linha de pesquisa.

A metodologia empregada na abordagem da distribuição espacial das populações resulta em um controle mínimo dos 3 últimos fatores citados como influenciadores da disponibilidade de adultos (diferenças entre dias, diferenças entre horários e variação espacial). Portanto o conjunto de dados resultante mostra-se útil para a exploração das variações nas populações que constituem

a taxocenose*, assim como para verificar a recorrência de padrões que vêm sendo observados na literatura. Associando ao desenho amostral a maior sensibilidade na detecção das espécies conferida pelo método de identificação empregado (análise da terminália masculina), temos neste trabalho ainda a oportunidade de realizar uma análise exploratória de aspectos da diversidade da taxocenose.

Neste trabalho foram empregados novos métodos de coleta e desenho amostral no estudo de questões relacionadas com a distribuição espacial e temporal de populações de *Drosophila*, assim como com a diversidade do gênero, em duas áreas florestais no Estado de São Paulo: Fazenda Barreiro Rico (Anhembi) e Serra do Japi (Jundiaí).

Compõem esta dissertação três trabalhos:

O primeiro constitui o desenvolvimento de um método de coleta, uma armadilha, que melhor se aplicasse a nossos propósitos. Esta armadilha será apresentada no material e métodos, e o manuscrito da publicação de sua descrição (Medeiros & Klaczko, 1999) está em anexo.

Os outros dois trabalhos resultam do estudo de aspectos distintos da ecologia destes animais a partir do mesmo conjunto de dados, cuja metodologia de obtenção está apresentada no capítulo II.. Estes são:

Capítulo III – Consiste em uma primeira descrição das taxocenoses estudadas. São comparadas as variações temporais nas populações das duas áreas entre si e com trabalhos anteriores. Além disso são explorados aspectos da diversidade destes organismos.

Capítulo IV - Representa um estudo da distribuição das populações de *Drosophila* em resposta a um gradiente ambiental: a proximidade de riachos.

II. Material e Métodos de Obtenção dos Dados

II.1. Áreas de Estudo

Foram amostrados dois sítios em diferentes remanescentes florestais do estado de São Paulo (Figura 1): a Fazenda Barreiro Rico, e a Serra do Japi. Estas localidades apresentam diferenças nítidas quanto às condições climáticas e geomorfológicas, assim como quanto a suas respectivas formações florestais, incluindo as 2 grandes classes de formações florestais do interior do Estado (Salis *et al.*, 1995). Estas classes seriam as florestas da porção oeste da Serra do Mar e florestas da Serra da Mantiqueira, representadas na Serra do Japi a partir de aproximadamente 1000 metros de altitude (Leitão-Filho, 1992; Rodrigues & Shepherd, 1992); e as florestas do interior do estado, representadas pelos fragmentos florestais da Fazenda Barreiro Rico.

Na região em que estão incluídas as duas localidades o clima pode ser dividido em duas estações: uma fria e seca de abril a setembro, e uma quente e úmida de outubro a março (Cezar & Leitão Filho, 1990a; Morellato, 1992).

A Fazenda Barreiro Rico é uma propriedade particular onde estão incluídos 3 fragmentos de mata mesófila semidecídua em bom estado de conservação, totalizando cerca de 2200 ha. O fragmento em que foram concentradas as coletas tem aproximadamente 336 ha. A fazenda inclui terras dos municípios de Anhembi e Piracicaba, SP (22° 40'S e 48° 10'W). Seu relevo é plano, com uma altitude média de 500 metros. A fazenda encontra-se em uma faixa de terra de aproximadamente 8 km de largura entre dois trechos do Reservatório de Barra Bonita (figura 1.b). Do ponto de vista macroclimático a área é classificada como Tropical de Interior. A média de precipitação anual da região é de 1.338,7 mm, com 90 dias de precipitação/ano. A temperatura

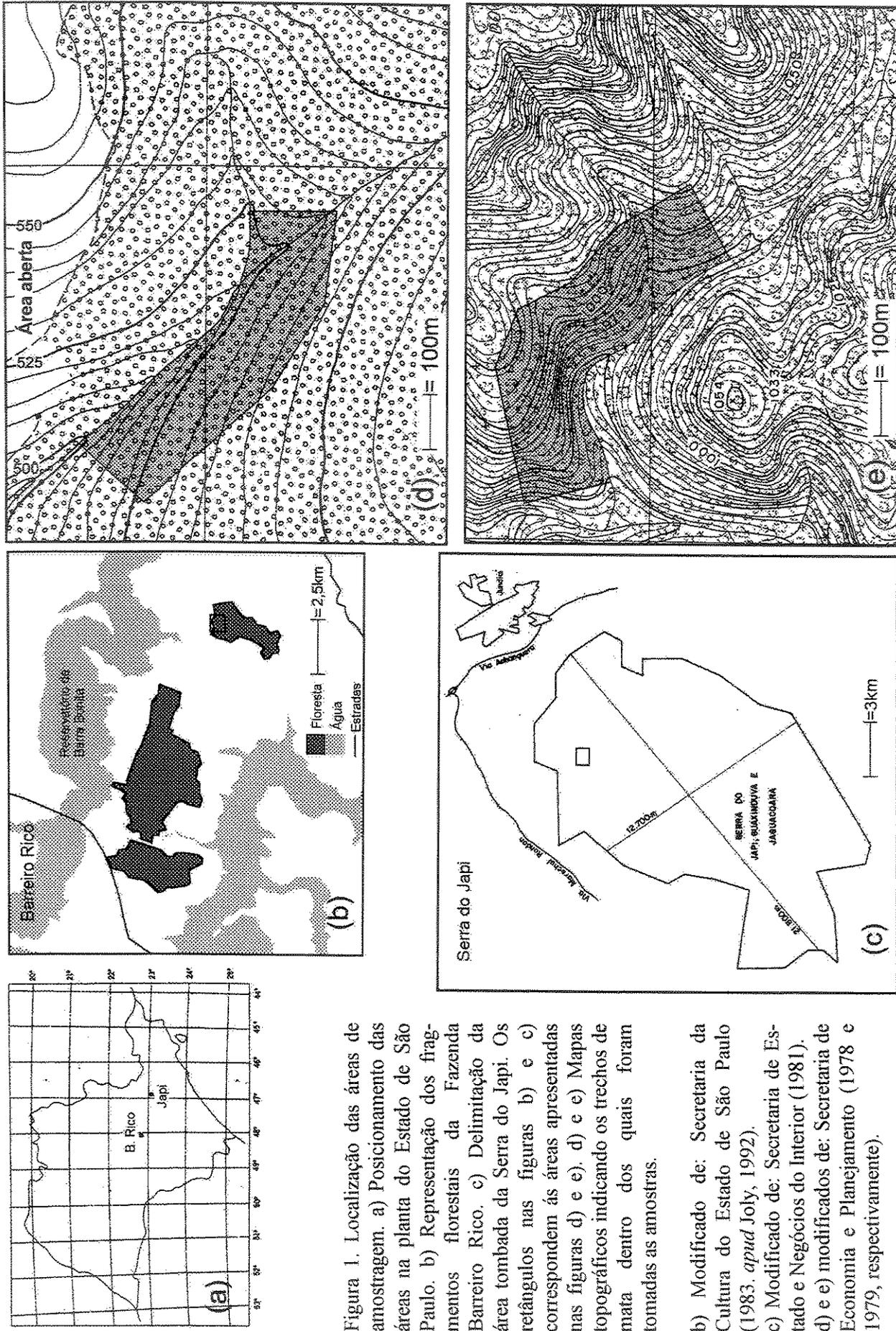


Figura 1. Localização das áreas de amostragem. a) Posicionamento das áreas na planta do Estado de São Paulo. b) Representação dos fragmentos florestais da Fazenda Barreiro Rico. c) Delimitação da área tombada da Serra do Japi. Os retângulos nas figuras b) e c) correspondem às áreas apresentadas nas figuras d) e e). d) e e) Mapas topográficos indicando os trechos de mata dentro dos quais foram tomadas as amostras.

b) Modificado de: Secretaria da Cultura do Estado de São Paulo (1983. *apud* Joly, 1992).
 c) Modificado de: Secretaria de Estado e Negócios do Interior (1981).
 d) e e) modificados de: Secretaria de Economia e Planejamento (1978 e 1979, respectivamente).

média anual é de 21,5°C, sendo que a média máxima ocorre em fevereiro (31,3°C) e a média mínima em julho (11,7°C) (dados fornecidos por Cezar & Leitão Filho, 1990a). Sua vegetação foi descrita quanto à sua florística e fitossociologia pelos trabalhos de Cezar & Leitão Filho (1990a e 1990b, respectivamente). O primeiro destes trabalhos também fornece uma descrição mais detalhada da área.

As coletas foram realizadas em torno do único curso d'água perene presente no fragmento amostrado (Riacho do Barreirinho). Este riacho é bastante pequeno e resulta de duas nascentes localizadas dentro da mata. A largura da lâmina d'água, na maior parte do trecho estudado, variou entre 0,5 e 1 metro, e a do leito inundável, entre 1,5 e 2 metros. A vazão medida em junho de 1998 foi de aproximadamente 1,5 litros por segundo. Conforme observamos e confirmamos com moradores da fazenda, a vazão não apresenta grande variação ao longo do ano. Como pode ser observado na figura 1.d o relevo é plano e sua variação associada à distância em relação ao riacho é pequena. Na figura citada também pode ser observado que as amostras foram tomadas próximo à borda da mata, mas apenas um ponto de amostragem pode ter estado a menos de 100 metros da mesma.

A Serra do Japi compreende um grupo de montanhas pertencentes ao Complexo da Mantiqueira. A área tombada desta serra inclui terras dos municípios de Jundiá, Cabreúva e Pirapora, SP, (23°17' S e 47°00' W) (Figura 1.c). Dentro do parque são encontradas altitudes entre 700 e 1300m. As características do clima (Pinto, 1992), solo (Rodrigues & Shepherd, 1992) e vegetação (Leitão-Filho, 1992; Rodrigues & Shepherd, 1992) variam significativamente de acordo com a altitude. O sítio amostrado dentro desta reserva inclui altitudes entre 940 e 1030 metros (ver Figura 1.e), estando portanto na zona de transição (em torno de 1000 metros) entre os dois tipos florestais reconhecidos na reserva (Leitão-Filho, 1992; Rodrigues & Shepherd, 1992). As temperaturas médias anuais nas partes mais altas variam em torno de 15,7°C; as médias

mensais máximas ocorrem em janeiro (entre 18,4° C e 22,2° C) e mínimas em julho (entre 11,8° C e 15,3° C), sendo estas variações também dependentes da altitude. A pluviosidade da região está sujeita a variações significativas em distâncias curtas, estando estimada em torno de 1.500 mm/ano. O período mais úmido é de dezembro a janeiro (média mensal em torno de 250 mm). A umidade do ar na Serra do Japi também varia de acordo com a altitude, sendo as regiões mais altas mais úmidas em decorrência da presença de nevoeiros. A este fenômeno tem sido atribuída grande relevância, principalmente durante a estação seca pois ameniza a sazonalidade hídrica.

Nesta localidade o riacho adjacente ao trecho amostrado é bem maior que o da Fazenda Barreiro Rico. A largura da lâmina d'água varia em torno de 2,5 metros, ocupando praticamente todo o leito inundável. Como pode ser observado na figura 1.e, a variação topográfica associada ao riacho neste caso é maior que a do riacho anteriormente descrito. Excetuando uma estrada de barro, a área aberta mais próxima de que temos conhecimento é representada por uma pequena chácara, localizada a mais de 1 quilômetro de nossos pontos de amostragem.

II.2. Método de Coletas

II.2. 1. Armadilha

Durante a padronização do método de coletas foram realizados 28 experimentos, testando 32 modelos de armadilhas obtidos por sucessivas modificações de 7 tipos básicos. Como resultado chegou-se a um modelo que tem apresentado resultados mais satisfatórios para nossos objetivos, obtendo maiores números totais de moscas, e em frequências mais parecidas com as obtidas pela coleta ativa com rede entomológica sobre iscas expostas no chão da mata (Figuras 1 e 2 do anexo). Como nestes métodos (armadilhas e iscas expostas em recipientes abertos sobre o solo) as drosófilas são capturadas de formas distintas, esta semelhança de resultados atesta que ambos os métodos são eficientes na retenção dos indivíduos atraídos pela isca. Quando foram realizados

testes em laboratório onde as frequências por espécie eram conhecidas, este método também se mostrou mais fiel às abundâncias das espécies.

O presente trabalho foi realizado com o emprego desta armadilha, cuja descrição foi apresentada como nota técnica no periódico "*Drosophila* Information Service" (Medeiros & Klaczko, 1999). Este manuscrito está incluído como anexo.

O mecanismo de captura segue o mesmo princípio de funcionamento daquele do aparato desenvolvido por Tidon & Sene (1988). As moscas são atraídas para a isca e ao tentar sair voando do local entram em câmaras de retenção.

A armadilha é confeccionada com 3 garrafas de plástico transparente de refrigerante de 2 litros, tinta preta sem brilho e pedaços de meia-calça feminina. Uma foto da armadilha instalada no campo é apresentada na Figura 2.

As iscas foram transportadas em recipientes de plástico de 200 ml, que eram colocados na parte de baixo da armadilha no local de coleta (Figura 3.a). Em seguida um pedaço de meia era colocado de forma a cobrir o pote com a isca. A meia era então delicadamente comprimida contra a isca de forma aderir nesta (Figura 3.c), pois este contato entre a meia e a isca, é fundamental para a eficiência de captura. As partes da armadilha eram então atadas usando-se fios. Quando as armadilhas eram montadas fora do ponto de coleta suas entradas eram mantidas fechadas, impedindo a contaminação das amostras.

Para a remoção das drosófilas, as entradas das armadilhas eram fechadas com a parte dos segmentos de meias que era mantido para fora no momento da montagem (Figura 3.e). Em seguida a isca era removida e a armadilha era batida jogando os animais dentro de um tubo (Figura 3.f).

Para um novo dia de coletas as armadilhas foram remontadas trocando-se a isca e os pedaços de meias que estiveram em contato com a mesma. Caso fosse observado excesso de



Figura 3. Fotografia da armadilha em funcionamento

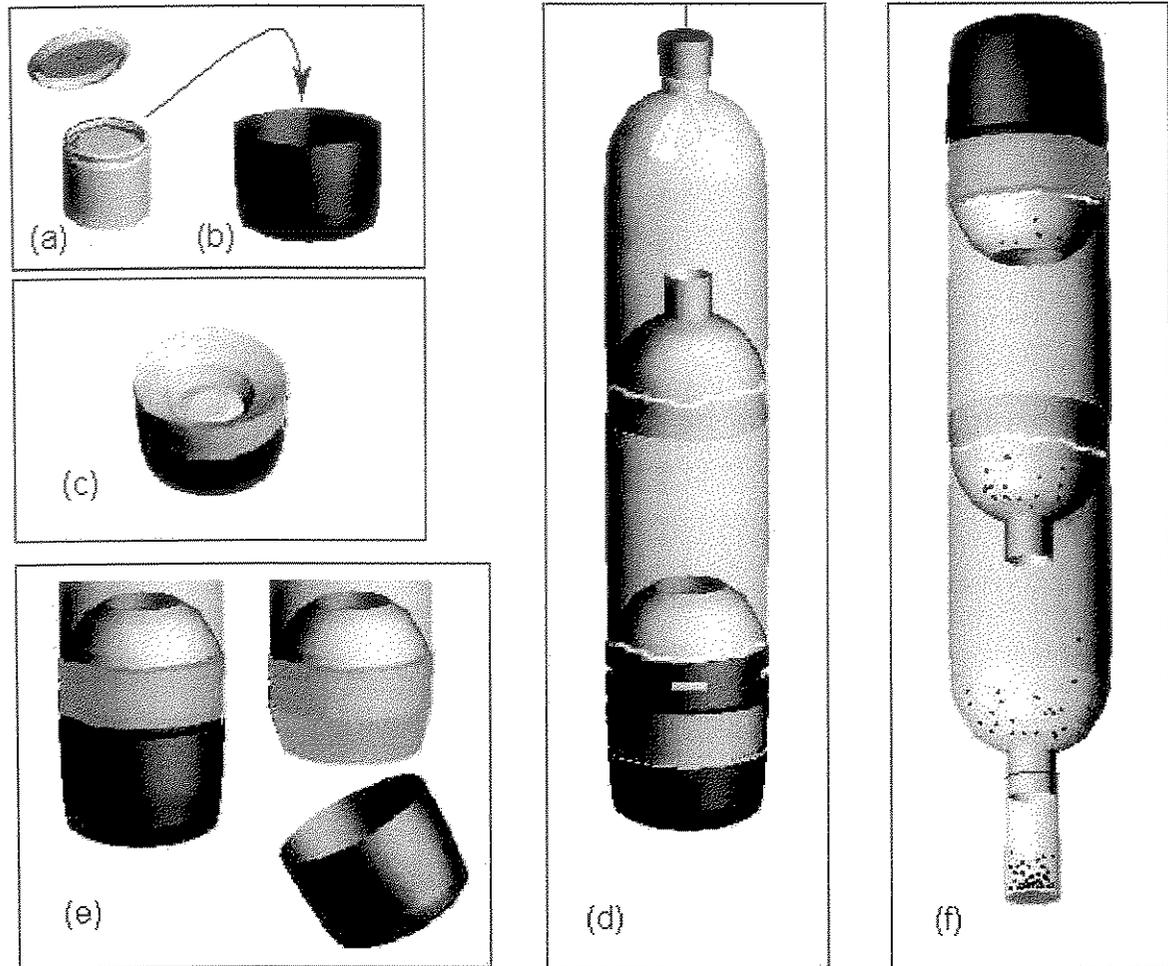


Figura 3. Montagem e uso da armadilha. As iscas são transportadas em recipientes de plástico de 200 ml (a). Os recipientes com iscas são colocados na parte de baixo da armadilha (b). Em seguida um pedaço de meia calça feminina é colocado cobrindo a isca (c). A meia é então levemente pressionada para aderir à isca. A parte de baixo é presa ao restante da armadilha (d). Para a remoção dos animais aderidos a parte da meia que ficou para fora é puxada para cima fechando as entradas (e). A isca é então retirada e a parte de baixo recolocada. A armadilha é então batida, jogando as moscas dentro de um tubo (f).

umidade, a tampa com papel de filtro também era trocada por uma seca. Ao final de cada coleta as armadilhas e os pedaços de meias foram lavadas, e foram trocados os papéis das tampas e dos cantos, para a coleta seguinte.

II.2.2. Iscas

As iscas utilizadas foram obtidas pela fermentação de bananas nanicas maduras com fermento Fleischmann (*Saccharomyces cerevisiae*) seco, por aproximadamente 36 horas. As proporções usadas foram de aproximadamente 50 gramas de fermento para 5 quilos de bananas sem cascas. Cada armadilha recebeu entre 100 e 150 ml de isca.

II.2.3. Altura da armadilha

O método de coleta também diferiu do geralmente aplicado quando utilizadas armadilhas quanto à posição destas. Sene *et al.* (1981), Kratz *et al.* (1982) e Tidon-Sklorz & Sene (1992) demonstraram que a altura da armadilha em relação ao solo influencia os resultados obtidos, tendo também sido encontradas variações do fenômeno entre diferentes pontos e períodos amostrados (Tidon-Sklorz & Sene, 1992). Disto decorre a necessidade de se estabelecer claramente a altura em que todas as armadilhas serão colocadas. Optamos por aproximadamente 10 cm em relação ao solo, pois assim as armadilhas estariam mais próximas à serrapilheira, onde espera-se estar disponível a maior parte dos frutos em decomposição buscados pelas drosófilas. A colocação diretamente sobre o solo não seria viável pois permitiria acesso a predadores naturais de drosófilas, como formigas e aranhas.

II.2.4. Períodos de exposição

Sempre que possível a montagem do instrumento e a coleta dos animais retidos se deu entre as 10 e as 16 horas, período em que a atividade das moscas geralmente é menor (Pavan *et al.*, 1950; Belo & Oliveira Filho, 1978). Este horário foi estabelecido com o objetivo de minimizar

a variação devida a diferenças entre amostras quanto ao horário em que cada ponto foi visitado. As armadilhas foram deixadas no campo por aproximadamente 24 horas, após este intervalo os animais retidos foram recolhidos. Assim, a cada coleta, após 4 dias de trabalhos de campo obtivemos 3 amostras por ponto da mata visitado.

II.2.5. Desenho Amostral

Em cada local e coleta foram amostrados 30 pontos dentro da mata. Estes foram distribuídos entre 10 classes de distância em relação ao riacho, a saber: 1; 2,5; 5; 10; 20; 40; 60; 80; 120, e 160 metros. As armadilhas não foram distribuídas em linhas perpendiculares ao riacho, pois desta forma as unidades mais próximas ao riacho ficariam muito próximas entre si, o que levaria à interferência mútua entre elas. Segundo Dobzhansky & Epling (1944), duas armadilhas a uma distância de 40 m não teriam sobreposição de seus raios de atração, ainda que McInnis (1981) proponha que o raio de atração de uma armadilha estaria em torno de 60 m. Foi utilizada a distância de 40 m recomendada pelo primeiro trabalho citado devido a limitações logísticas. A distribuição espacial destes pontos foi escolhida objetivando minimizar e padronizar ao máximo o possível efeito da competição entre armadilhas adjacentes, e está apresentada na Figura 4.

As distâncias não foram medidas em relação às bordas do riacho, e sim em relação ao início da vegetação que margeia o leito inundável do riacho. Nos sítios amostrados, o leito inundável corresponde à área ocupada pelo riacho durante chuvas mais fortes e é geralmente delimitado por um pequeno barranco. Em alguns trechos o leito inundável encontra-se totalmente ocupado pelo riacho; em outros existe uma faixa de até dois metros de areia e/ou pedras separando o riacho do início da mata.

Os pontos de amostragem foram estabelecidos com o uso de bússola e linhas. Não foram colocadas armadilhas em clareiras. Quando o ponto caiu sobre estes ambientes as armadilhas foram colocadas fora da clareira, distando pelo menos 3 metros de seu início, ou a ordem dos

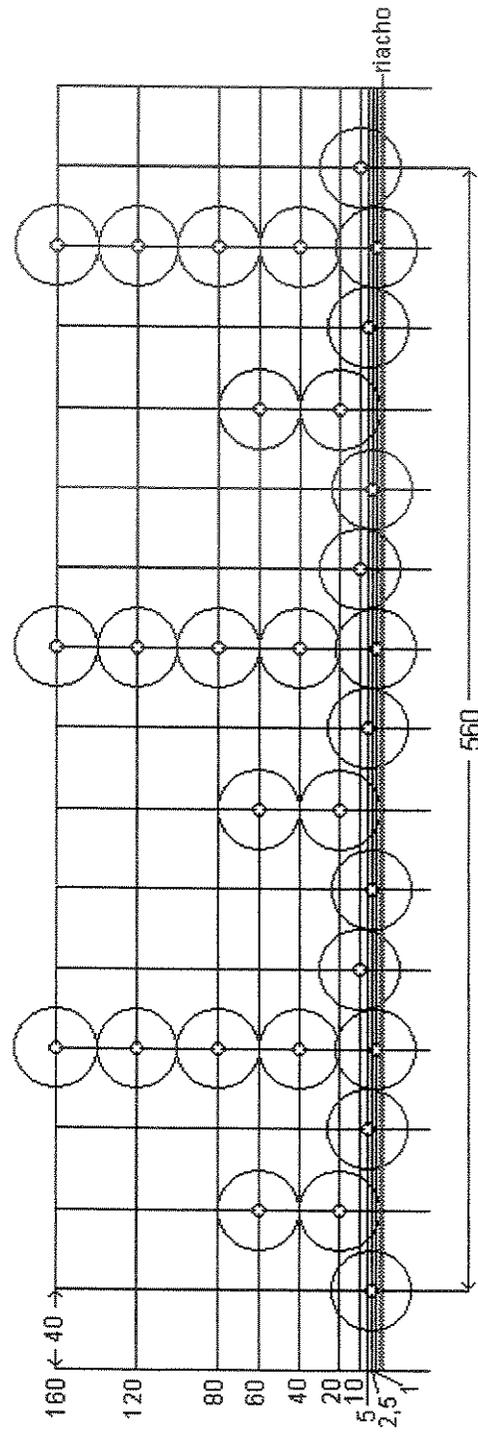


Figura 4. Distribuição das armadilhas em relação ao riacho. Os círculos maiores correspondem a um raio de 20 metros.

conjuntos de armadilhas apresentada na Figura 4 foi alterada; por exemplo, trocando-se de lugar a linha com 5 armadilhas, de 1 a 160 m, pela com armadilhas a 20 e a 60 m. Não foram deixadas marcas permanentes nos locais, e a ordem de colocação das linhas perpendiculares aos riachos variou entre as coletas. Portanto, parte dos pontos amostrados em coletas diferentes não foram os mesmos.

A cada coleta foram dispostos 3 conjuntos adjacentes de armadilhas seguindo esta distribuição, acompanhando um trecho de 560 metros do riacho.

Com este desenho, em cada floresta foi amostrado apenas um sítio, incluindo uma área de aproximadamente 9 hectares (áreas mais escuras nas Figuras 1.d e 1.e). Dentro desta área temos 3 replicações num desenho estratificado.

Como descrito, as amostras foram restritas a sítios, não acessando a complexidade espacial das florestas em uma escala maior, o que é especialmente limitante em se tratando da Serra do Japi, devido à sua maior área e complexidade estrutural. Como diferem em vegetação, topografia, clima e quanto ao tamanho do riacho estudado, qualquer padrão que se repita em ambas as localidades terá maior valor para generalizações. É necessário esclarecer portanto que, ao comparar as localidades estaremos mais apropriadamente comparando sítios, onde parte de suas diferenças são conhecidas.

II.2.6. Períodos das Coletas

Foram realizadas 4 coletas em cada localidade; 2 na estação quente/úmida e 2 na estação fria/seca do ano de 1998. Na Fazenda Barreiro Rico os períodos de coletas foram: de 6 a 9 de janeiro; de 2 a 5 de março; de 13 a 16 junho, e de 23 a 26 de julho. Na Serra do Japi os períodos de coletas foram: de 21 a 24 de fevereiro; de 18 a 21 de março; de 7 a 10 de julho, e de 12 a 15 de agosto.

II.2.7. Dados Ambientais

Durante o recolhimento dos animais retidos pelas armadilhas foram tomados os dados de temperatura e umidade do ar ao nível do solo, com o uso de um termohigrômetro deixado sobre a serrapilheira por aproximadamente 5 minutos, resultando portanto em 30 medições por dia de coleta.

Devido ao especial interesse deste trabalho na variação espacial da umidade na mata, à grande variação da umidade do ar ao longo do dia e à impossibilidade de realizar medidas em todos os pontos simultaneamente, decidimos buscar um outro método para a detecção de variações espaciais na umidade do ar. Empregamos para isto placas de petri de 25 ml preenchidas com gel de ágar em concentração de 5%. Cada placa foi numerada e pesada individualmente em uma balança com a precisão de 0,03 gramas e selada até sua colocação no campo. Foram colocadas uma ou duas destas placas a aproximadamente 1 metro de distância de cada armadilha. As placas foram colocadas diretamente sobre a serrapilheira, em uma inclinação de aproximadamente 45 graus, juntamente com as armadilhas no primeiro dia de coleta. Ao final da coleta as placas eram removidas após terem permanecido por aproximadamente 72 horas no campo, quando eram novamente seladas. Cada placa foi novamente pesada e calculada a diferença em relação à medida anterior.

II.3. Armazenamento e Identificação das Amostras

As amostras foram congeladas a cada dia logo após à chegada do campo, e mantidas assim até o momento da identificação.

A identificação de espécies brasileiras do gênero *Drosophila* por morfologia externa é limitada, sendo possível apenas a separação em classes correspondentes a grupos de espécies reconhecidos taxonomicamente. Mesmo o reconhecimento destes grupos tem se mostrado menos

confiável, com a descrição de mais espécies que reduzem a descontinuidade entre eles. Por isto e pela vantagem de trabalhar com morfoespécies bem determinadas (pela morfologia da terminália masculina) com uma boa probabilidade de corresponder a espécies pelo conceito biológico, decidimos nos concentrar na identificação dos machos pela terminália masculina.

A análise da genitália seguindo o procedimento padrão, que consiste da preparação de cada peça em etapas sucessivas de limpeza, coloração e montagem em lâmina (Wheeler & Kambysellis, 1966), é inaplicável no processamento de todos os animais em amostras grandes. Por esta razão optamos por trabalhar com as peças frescas. A observação da terminália ao natural pode ser usada mesmo para a identificação de animais vivos sem danificá-los (Spassky, 1957).

Como os animais, mantidos congelados, encontram-se úmidos no momento da identificação tivemos que buscar uma estratégia que permitisse a sua manipulação e melhor visualização. Optamos por colocar as amostras em uma placa de petri com água. Na água todo o processo de separação e contagem é mais fácil.

Após a remoção de outros insetos das amostras, o volume de água da placa era reduzido com o uso de uma seringa até que restasse apenas um filme de aproximadamente 1 mm de altura. Com esta quantidade de água as moscas permanecem submersas (devido ao soerguimento da superfície do líquido acompanhando as formas dos animais), mas não se deslocam com o movimento da água. Nestas condições era efetuada a sexagem e identificação.

Para a visualização do edeago, a porção terminal do abdômem era pressionada com o uso de estiletos (conforme Spassky, 1957), ou a peça era diretamente puxada, com a introdução do instrumento na câmara genital ou lateralmente entre os tergitos. Na grande maioria dos casos este procedimento é suficiente para a visualização de várias características diagnósticas na peça, encerrando a identificação do espécimen. Quando esta análise deixava dúvida o edeago, juntamente com as pinças (parte da genitália), eram removidos e analisados livres sobre a placa.

Caso o animal pertencesse a uma espécie ainda não encontrada em nossas coletas, a peça era levada ao microscópio, avaliada e desenhada em diferentes ângulos. Nos desenhos foi buscado evidenciar caracteres que permitissem a identificação na lupa, assim como a melhor interpretação da estrutura tridimensional da peça. Estes desenhos, juntamente com a peça, eram então comparados com todas as figuras apresentadas na literatura de que dispomos, buscando a associação do animal com qualquer espécie já descrita. Caso não fosse encontrada figura correspondente na literatura, a espécie recebia um código, passando a ser identificada a partir dos desenhos obtidos e, caso necessário, pela comparação com o modelo.

Sempre que na identificação de um animal a observação na lupa deixava alguma dúvida, todo o procedimento descrito anteriormente era repetido, como se tratasse de uma espécie encontrada pela primeira vez, até que não restassem dúvidas. Para a maior parte das espécies, a análise ao microscópio de apenas um indivíduo foi suficiente para a detecção e ilustração de várias características facilmente observáveis na lupa; permitindo a identificação de seus coespecíficos. No entanto algumas (como a distinção entre *D. polimorpha* Dobzhansky & Pavan 1943 e *D. neocardini* Streisinger 1946) são reconhecidas com base em caracteres menos conspícuos ou mais plásticos, exigindo que uma proporção maior dos espécimes seja levada ao microscópio.

Para todas as espécies a classificação se baseou na forma do edeago, exceto em dois casos: para separar *D. melanogaster* Meigen 1830 de *D. simulans* Sturtevant 1919 foi utilizada a saliência posterior do arco genital (Salles, 1948); e para separar as duas espécies encontradas do complexo *willistoni* foi utilizada a forma do hipândrio (Burla *et al.*, 1949; Malogolowkin, 1952; Spassky, 1957).

Como nossas identificações não se baseiam no texto da descrição original, decidimos informar, para cada espécie, quais figuras publicadas foram utilizadas na identificação (ver Tabela 2). Este procedimento é necessário pois parte das figuras presentes na literatura não representam

indivíduos das séries tipo. Caso o autor tenha cometido qualquer equívoco na identificação dos modelos de seus desenhos, este se estende a nosso trabalho. Como vinculamos nossa identificação a estes modelos, uma futura correção de sua identificação também poderá ser estendida a nossos dados, sem a obrigatoriedade de consulta de séries tipo.

As fêmeas foram separadas em classes facilmente reconhecidas pela morfologia externa com o uso da chave de Freire-Maia & Pavan (1949). Porém, só os resultados dos machos foram analisados neste trabalho. Após a identificação os animais foram guardados em cápsulas de gelatina, separados por amostra, sexo, e, para os machos, por espécie.

III. ASSEMBLÉIAS DE ESPÉCIES DE *DROSOPHILA* (DIPTERA; DROSOPHILIDAE) EM DOIS REMANESCENTES FLORESTAIS DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAZENDA BARREIRO RICO, ANHEMBI E SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ)

III.1. Introdução

A curta duração dos ciclos de vida em *Drosophila* resulta em rápidas respostas de suas densidades a variações ambientais. Como é comum entre insetos tropicais, as drosófilas mantêm suas atividades reprodutivas durante todo o ano. Se o dividirmos em apenas duas estações temos que as espécies de ciclo mais curto poderiam realizar 10 gerações em apenas uma delas. Por exemplo: *D. melanogaster* desde a fertilização até a da fase adulta, leva apenas 9 dias a 25°C (Sonnenblick, 1950 e Bodenstein, 1950). Disto resulta ser indispensável para o estudo de qualquer aspecto da ecologia destes organismos, a obtenção de informações sobre as variações temporais das populações (Noor, 1995).

Por esta razão a caracterização de assembléias de espécies de *Drosophila* inclui o estudo da variação temporal de suas populações constituintes e conseqüentes mudanças de composição* e diversidade.

III.1.1. Variações populacionais

Variações sazonais em populações de drosófilas tropicais têm sido documentadas em diferentes regiões do Brasil (Dobzhansky & Pavan, 1950; Birch & Battaglia, 1957; Pavan, 1959;

Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Valente & Araújo, 1991; Saavedra *et al.*, 1995; Torres, 2000). Estas variações são imperfeitas e comumente parte dos táxons infragenéricos analisados não repetem o mesmo padrão em anos consecutivos. Apesar disto é possível fazer generalizações a este respeito, sendo as maiores abundâncias de várias espécies, e grupos de espécies, relacionadas com determinada estação. Alguns dos padrões observados podem se repetir mesmo em regiões geográficas distintas (Dobzhansky & Pavan, 1950).

Wolda (1988) enfatiza o fato de que, diferentemente do que pensavam os ecólogos que trabalhavam em ambientes temperados, a sazonalidade nas variações populacionais de insetos tropicais é comum, mesmo em ambientes em que as variações climáticas são mínimas. Segundo o autor “Um fenômeno é sazonal se ele, ou sua expressão máxima, previsivelmente ocorre aproximadamente no mesmo período do ano, em cada ano em que ocorre.”, e ainda, a estação de ocorrência do fenômeno não tem “...conecção a priori com as estações convencionais como “verão” ou “estação seca””. Portanto as variações temporais, aproximadamente previsíveis, que apresentam alguns táxons dentro do gênero *Drosophila*, em áreas florestais razoavelmente preservadas de diferentes regiões do Brasil, podem ser consideradas sazonais.

Dobzhansky & Pavan (1950) analisaram dados de 3 localidades, representantes dos 3 domínios florestais reconhecidos no Estado de São Paulo por Salis *et al.* (1995), a saber: Vila Atlântica (representando a Mata Atlântica de encosta), Mogi das Cruzes (florestas do oeste da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira) e Pirassununga (florestas do Interior do Estado). Estes autores encontraram evidências de que as variações populacionais de algumas espécies e grupos de espécies de drosófilas apresentavam padrões sazonais. Pavan, (1959) deu continuidade a esta pesquisa, prolongando as séries de coletas do trabalho anterior e acrescentando outras localidades. Os dados deste segundo trabalho corroboram os padrões reconhecidos no anterior, embora o autor tenha enfatizado as imperfeições dos ciclos observados. Trabalhos mais recentes abordando

a sazonalidade de drosófilas nos domínios da mata atlântica, e em áreas estritamente florestais concentram-se no Estado do Rio Grande do Sul (Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Valente & Araújo, 1991; Saavedra *et al.*, 1995). Os resultados destes trabalhos são consistentes em vários aspectos, dentre os quais se destacam as variações populacionais de espécies do complexo *willistoni* (Dobzhansky & Pavan, 1950; Birch & Battaglia, 1957; Pavan, 1959; Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Valente & Araújo, 1991; Saavedra *et al.*, 1995; Torres, 2000) e do grupo *tripunctata* (Dobzhansky & Pavan, 1950; Pavan, 1959; Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Valente & Araújo, 1991; Saavedra *et al.*, 1995). As espécies incluídas nestes táxons geralmente apresentam padrões opostos. As do complexo *willistoni* são mais abundantes na estação quente/úmida e as do grupo *tripunctata* na estação fria/seca. Os dados apresentados por Pipkin (1965) e Sevenster & Alphen (1993b), ambos desenvolvidos na América Central, mostram padrões sazonais semelhantes para estes dois táxons, conferindo maior generalidade ao fenômeno. Outros táxons infragenéricos parecem variar sazonalmente, sendo necessária uma revisão dos dados já acumulados para o esclarecimento do conhecimento atual sobre este tema.

Nos exemplos de sazonalidade populacional de insetos citados por Wolda (1988), a explicação para as variações nas densidades observadas ao longo do ano se concentra nos fatores que dão início ou interrompem a atividade dos insetos. Fatores atuando diretamente sobre a natalidade e mortalidade das populações entram na discussão como determinantes da evolução de respostas fisiológicas e comportamentais a sinais do ambiente.

A sazonalidade das drosófilas parece exigir uma abordagem diferente. Aceitando-se que estes animais não interrompem seu ciclo de vida durante determinada estação (Da Cunha & Magalhães, 1965), a variação sazonal não representa uma estratégia da espécie, mas sim uma consequência imediata dos efeitos do ambiente sobre as taxas de mortalidade, natalidade,

imigração e emigração das populações. Logo as variações sazonais nesta taxocenose correspondem a experimentos naturais, e a formação de ciclos demonstra a atuação de efeitos determinísticos previsíveis. A identificação dos fatores responsáveis, assim como seu mecanismo de atuação, implicaria em grande avanço, não só para a ecologia destes organismos, como também para a das comunidades das quais são parte.

Alguns trabalhos têm demonstrado a associação da dinâmica populacional de espécies de *Drosophila* com períodos de frutificação de plantas (Dobzhansky & Pavan, 1950; Birch & Battaglia, 1957; Pipkin, 1965; Martins, 1995). No entanto este fator isolado não pode ser tomado como única explicação para as flutuações populacionais das espécies em seu ambiente natural, pois diferentes espécies apresentam picos populacionais em diferentes estações do ano; sendo estas encontradas aproveitando os mesmos tipos de frutos.

Outros trabalhos têm buscado a associação das abundâncias de determinadas espécies com fenômenos climáticos (Dobzhansky & Pavan, 1950; Birch & Battaglia, 1957; Pipkin, 1965; Brncic & Valente, 1978; Franck & Valente, 1985; Bonorino & Valente, 1989; Torres, 2000). Nestes trabalhos foram observadas relações de populações naturais e urbanas com a temperatura e a umidade. Relações entre a dinâmica populacional das espécies com fatores climáticos foram melhor esclarecidas quando utilizados experimentos de laboratório na determinação das respostas de cada espécie a fatores físicos do ambiente (Kimura & Beppu, 1993; Kimura *et al.*, 1994; Worthen *et al.*, 1994). Kimura & Beppu (1993) e Kimura *et al.* (1994) demonstraram que a temperatura pode explicar satisfatoriamente as abundâncias das drosófilas dos grupos *immigrans* e *takahashii*, respectivamente, em regiões montanhosas do Japão.

Birch & Battaglia (1957) observaram que as variações populacionais de *D. willistoni* em pequenas ilhas da costa do Rio de Janeiro estavam fortemente relacionadas com os efeitos da umidade. Estes autores propuseram que em períodos mais secos apenas os frutos carnosos

permaneceriam disponíveis como sítio de reprodução para drosófilas, enquanto em períodos úmidos estes animais estariam explorando uma maior diversidade de recursos.

Pipkin (1965), estudando drosófilas de áreas florestais do Panamá, encontrou diferentes padrões de flutuações sazonais para diferentes espécies. Seguindo um raciocínio semelhante ao de Birch & Battaglia (1957), a autora propôs que estes seriam resultantes de interações entre as preferências alimentares das espécies, e variações climáticas sazonais. Segundo a autora, as espécies que utilizam frutos menores ou flores em decomposição seriam menos abundantes nos períodos secos, em decorrência da dessecação de seus sítios de reprodução; enquanto as espécies que utilizam frutos maiores e mais carnosos teriam seus picos populacionais menos relacionados com os fatores climáticos, e sim com a fenologia das plantas. O efeito da desidratação dos recursos sobre *D. tripunctata* Loew 1862 (espécie pertencente ao grupo *tripunctata*, citado por Pipkin como mais encontrado em recursos mais expostos à dessecação) foi verificado experimentalmente por Worthen *et al.* (1994). Neste trabalho a desidratação reduziu a viabilidade destes organismos, tanto devido a seu efeito sobre a qualidade do substrato, quanto por facilitar a atividade de formigas predadoras.

Sevenster & Alphen (1993b) demonstraram que a sazonalidade das espécies em sua área de estudo está de acordo as previsões de um modelo por eles proposto (Sevenster & Alphen, 1993a). Este modelo se baseia na competição sobre recursos repartidos e efêmeros, associada a uma correlação interespecífica entre características bionômicas.

O teste das diferentes hipóteses sobre as causas das variações temporais e espaciais em populações de *Drosophila* aparentemente prescinde da aplicação de experimentos. No entanto permanece a necessidade de continuação da descrição das variações a serem explicadas.

III.1.2. Diversidade

Comparado com o já descrito para as variações de densidade dos grupos dos espécies, que se baseia principalmente nas espécies mais abundantes em cada local, pouco se sabe sobre as variações da diversidade* desta taxocenose.

Dobzhansky & Pavan (1950) apresentam uma primeira exploração do tema, apontando diferenças de riqueza entre tipos de vegetação e regiões do Brasil e dos Estados Unidos. Segundo os autores, a interpretação dos seus dados foi limitada pela situação taxonômica do grupo, assim como pela não padronização do esforço amostral. Eles apontam que a identificação dos animais até grupos de espécies esconde uma parcela importante da riqueza presente nas amostras. Como diferentes grupos de espécies apresentam números de espécies muito diferentes, pode-se esperar que em alguns locais e épocas as estimativas sejam mais prejudicadas que em outros.

Atualmente a situação taxonômica do gênero é bem mais favorável. A identificação pela terminália masculina permite uma sensibilidade próxima àquela empregada pelos taxonomistas na distinção entre espécies. Seria válido portanto associar uma identificação mais sensível com esforços de coleta quantificáveis, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a diversidade do gênero.

Neste trabalho são apresentados resultados de coletas padronizadas, identificadas pela análise da terminália masculina. São discutidos aspectos das variações populacionais, composição e diversidade da taxocenose.

Diversidade – Embora amplamente utilizado este é um conceito intuitivo e de difícil definição; o que se deve a este compor dois outros conceitos distintos: riqueza e equitabilidade. Vários índices de diversidade foram propostos, diferindo principalmente quanto à relevância atribuída a um ou outro dos dois componentes da diversidade citados (Magurran, 1983).

III.2. Objetivos

Os objetivos do presente trabalho são:

- Obter uma primeira lista de espécies para dois remanescentes florestais do Estado de São Paulo.
- Contribuir para o conhecimento dos padrões de variação temporal e espacial em populações de espécies do gênero *Drosophila* nas matas brasileiras.
- Explorar os parâmetros da diversidade destas taxocenoses.

III.3. Análise dos Dados

III.3.1. Variáveis Ambientais

Com os dados de temperatura e umidade por coleta foram obtidas as medianas, os limites do primeiro e do quarto quartis, o máximo e o mínimo. Realizamos uma Análise de Variância (ANOVA) para cada uma destas variáveis tendo como fatores as localidades e as estações.

III.3.2. Disponibilidade

Para comparar as diferenças entre as disponibilidades de machos de *Drosophila*, inicialmente efetuou-se a transformação dos resultados de cada amostra como $x = \log_{10}(Q+1)$, como recomendado para a normalização de dados de contagem (Fowler & Cohen, 1990). Sobre os dados assim transformados foi aplicada uma ANOVA testando-se os efeitos das localidades; das estações (verão e inverno); das coletas, aninhadas dentro de cada localidade e estação; dos dias ,aninhados dentro de cada localidade, estação e coleta; assim como a interação entre localidades e estações. Todos os fatores foram codificados como variáveis categóricas não ordenadas. Para

explorar a interação entre localidades e estações, a análise descrita anteriormente foi repetida para cada localidade, removendo-se apenas os efeitos das localidades.

III.3.3. Composição e Abundâncias

Foram confeccionados gráficos de barras para cada localidade, apresentando as frequências dos táxons infragenéricos identificados, tanto em números de espécies quanto em números de indivíduos.

As proporções dos totais de indivíduos representadas pelos 5 grupos mais abundantes em cada coleta foram expostas em gráficos de pizza.

Finalmente as coletas foram ordenadas em uma análise de componentes principais (PCA). Foram usadas nesta análise apenas as 43 espécies que apresentaram pelo menos 3 indivíduos em pelo menos duas coletas. Esta restrição se justifica pois espécies presentes em apenas uma coleta não contribuem para a detecção de semelhanças (Neff & Marcus, 1980); e semelhanças baseadas em poucos indivíduos são pouco informativas. Os dados foram submetidos à análise sob a forma de uma matriz de correlações, o que resulta em que todas as espécies incluídas (raras ou abundantes) têm pesos iguais (Neff & Marcus, 1980). Para que a análise não refletisse as diferenças de disponibilidade total entre as coletas, aspecto que foi analisado separadamente com método mais simples, as abundâncias das espécies foram transformadas em frequências relativas. Esta análise foi realizada usando-se o programa PC-ORD (McCune & Mefford, 1995).

III.3.4. Riqueza

Dentre os dois componentes da diversidade de uma assembléia de espécies, equitabilidade* e a riqueza*, a primeira é mais facilmente tratável e menos sensível a diferenças em esforços amostrais. No entanto a riqueza, a menos que seja encontrada uma assíntota na curva do coletor, é

Equitabilidade – Mede a homogeneidade da distribuição dos indivíduos coletados entre as espécies (Magurran, 1983).

Riqueza – Número de espécies que satisfaz determinado critério (ecológico, taxonômico, etc...) em uma dada área. Consiste em uma medida simples de diversidade, e algumas vezes é usada como sinônimo desta.

extremamente suscetível ao esforço amostral (Magurran, 1988; Chazdon *et al.*, 1998). O que torna mais difícil comparações usando este parâmetro é a incerteza de qual a melhor forma de se padronizar o esforço amostral, se por igual número de amostras ou igual número de indivíduos. Embora a opção mais comum seja a favor da padronização do número de amostras, grandes diferenças na densidade entre conjuntos de amostras podem levar a conclusões erradas. Caso cada amostra represente uma pequena proporção dos animais presentes em uma unidade de área, o controle de ambos os efeitos torna-se necessário (Gotelli & Graves, 1996; Chazdon *et al.*, 1998).

Na comparação das riquezas encontradas inicialmente foi utilizado o programa “EstimateS” (Colwell, 1997) para produzir curvas de acumulação de espécies médias. Estas foram produzidas a partir de 50 curvas que diferem quanto à ordem de entrada das amostras. Simultaneamente foram aplicados 9 métodos de estimativa da riqueza total. Este procedimento foi realizado com os dados de cada localidade e depois separadamente por coleta.

A comparação da riqueza entre as localidades padronizando o número de amostras pode ser feita diretamente a partir das curvas de acumulação de espécies, tomando para o maior conjunto de dados o valor equivalente ao número de amostras do conjunto de dados menor.

Para verificar se a diferença de densidade de drosófilas entre os conjuntos de dados poderia ser responsável pelas diferenças de riqueza observadas optou-se por um procedimento simples e de fácil interpretação. Primeiramente foi medida a razão entre as densidades médias dos dois conjuntos de dados. Com esta razão o eixo das abcissas da curva do coletor do conjunto mais denso foi redimensionado, multiplicando-se o número de amostras observado pela razão das densidades. Com este procedimento, para cada “x” temos igual número de indivíduos em ambas as curvas. No entanto, como o conjunto de dados que apresentou maior densidade está representado por menos amostras, sua riqueza será mais afetada pela heterogeneidade da planilha, cujo efeito é maior sobre um conjunto de dados composto por menor número de amostras (Chazdon *et al.*,

1998). Para contornar este problema a heterogeneidade das planilhas foi previamente removida, com o uso da opção “shuffle” do “EstimateS”.

As curvas de acumulação de espécies, assim como as obtidas pela remoção dos efeitos das diferenças em densidades foram comparadas visualmente verificando-se a consistência da diferença de riqueza entre as localidades.

Aproveitando o desenho amostral estratificado foi feita uma análise exploratória, para verificar se a proximidade dos riachos influenciou no número de espécies encontrado. Para isto as amostras de cada localidade foram separadas em dois grupos de acordo com a distância do riachos; de 1 a 20 e de 40 a 160 metros de distância. Em seguida, dentro de cada localidade, as duas classes de distância foram comparadas, repetindo-se o procedimento descrito anteriormente para a comparação das localidades.

III.3.5. Equitabilidade

Para a visualização da distribuição dos indivíduos entre as espécies foram construídos gráficos da ordenação das espécies por sua abundância (“rank-abundance plots”, Magurran, 1988), nos quais foram apontadas as espécies pertencentes aos dois grupos mais frequentes nas coletas; *tripunctata* e *willistoni*. Foram calculados ainda os índices de diversidade de Shanon e de Simpson empregando o programa “EstimateS”. Com estes valores foram calculados os respectivos índices de equitabilidade conforme Magurran (1988). Assim procedeu-se por ter sido feita a opção de se tratar os dois componentes da diversidade - riqueza e equitabilidade - separadamente.

III.4. Resultados

III.4.1. Variáveis Ambientais.

As descrições dos dados de temperatura e umidade estão apresentadas nas Figuras 5 e 6, respectivamente. Podemos observar na Tabela 1 que tanto a localidade como a estação isoladamente tiveram efeito significativo sobre as duas variáveis estudadas. Apenas para a umidade a interação entre localidades e estações foi significativa, o que a inspeção visual da Figura 6 parece revelar ser devido a um inverno mais seco no sítio amostrado da Serra do Japi.

Tabela 1. Resultados de ANOVAs apresentando os resultados do teste dos efeitos das localidades e das estações sobre os dados de umidade e temperatura.

Efeito	Var. dep.	gl	F	p
Loc.	Temp.	541	26,563	<0,001
Estação		541	388,868	<0,001
Loc. x Est.		541	0,002	0,968
Loc.	Umid.	528	9,534	0,002
Estação		528	178,974	<0,001
Loc. x Est.		528	54,248	<0,001

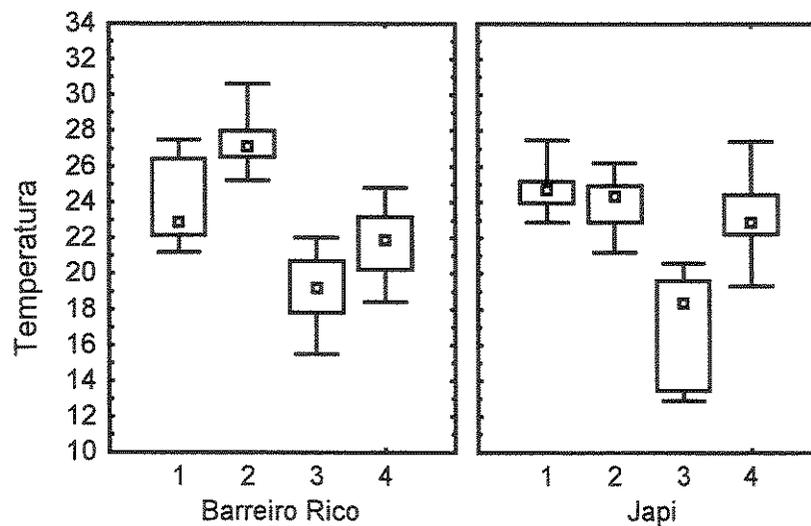


Figura 5. Apresentação dos valores de temperatura tomados ao nível do solo durante as coletas, por localidade e coleta. O número nas abcissas representa a ordem da coleta em cada área. Nos gráficos são apresentados: a mediana, os limites do primeiro e quarto quartis, e os máximos e mínimos.

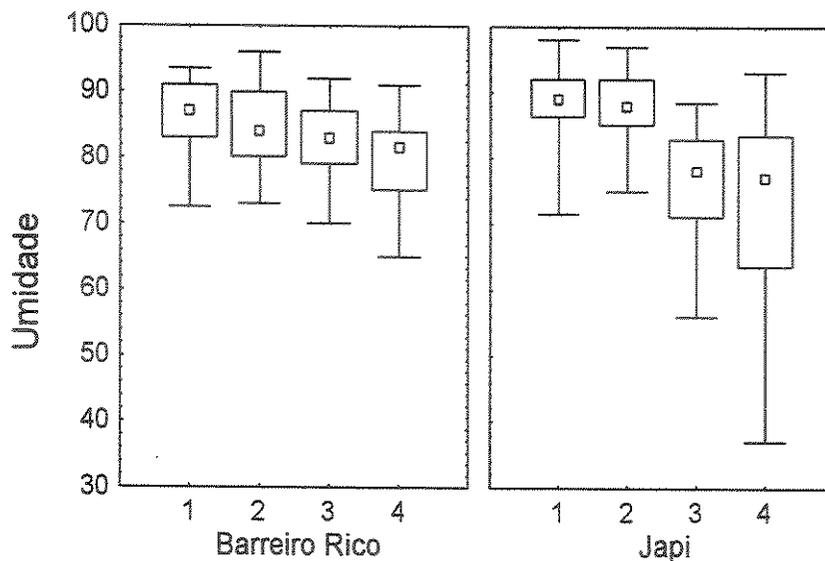


Figura 6. Apresentação dos valores de umidade tomados ao nível do solo durante as coletas, por localidade e coleta. O número nas abcissas representa a ordem da coleta em cada área. Nos gráficos são apresentados: a mediana, os limites do primeiro e quarto quartis, e os máximos e mínimos.

III.4.2.1. Animais

Apenas para as coletas de inverno do Japi o esforço de coleta foi reduzido pela perda de amostras. Esta perda resultou do ataque de mamíferos às armadilhas, que foi observado apenas neste período e nesta localidade, dentre as 5 localidades em que já coletamos com este método. Os totais de pontos amostrados e os totais de amostras nas coletas de inverno do Japi foram: 59 amostras em 23 pontos na terceira coleta, e 61 amostras em 29 pontos na quarta. Como pode ser observado, as perdas nas coletas de inverno do Japi foram de aproximadamente 1/3. Portanto, na comparação dos números de indivíduos coletados pode-se usar, para tornar os totais obtidos comparáveis, a multiplicação dos resultados destas coletas por 1,5.

Foram coletadas e classificadas 63620 drosófilas. Destas, 25900 são do sexo masculino e foram identificados ao nível de espécie. Dentre os machos foram encontradas 101 espécies, das quais 58 ocorreram na Serra do Japi e 89 na Fazenda Barreiro Rico. Do total, foi possível

identificar 64 como espécies já descritas a partir de desenhos da terminália masculina publicados, ou com o auxílio do Professor Doutor Carlos R. Vilela. Os totais de machos por espécie, localidade e coleta estão apresentados na Tabela 2. Nesta tabela também são citadas as referências utilizadas na identificação; assim como a autoria das espécies, que não serão mais citadas no texto. Optamos por seguir a recomendação de Grimaldi (1990) de que o subgênero *Scaptodrosophila* deveria ser elevado a gênero. Trabalhos de sistemática, usando diferentes métodos, têm apontado que este táxon não seria sequer próximo ao gênero *Drosophila* dentro dos Drosophilinae (DeSalle & Grimaldi, 1991). Por esta razão estamos apenas informando os dados obtidos para a espécie conhecida como *D. latifasciaeformis* Duda 1940, incluída no táxon em questão, que não foram usados na contagem de espécies ou em qualquer das análises a serem apresentadas: foram encontrados 3 indivíduos desta espécie nas primeira e 5 na segunda coletas de Barreiro Rico.

O nome *D. paraguayensis* inclui mais de uma espécie críptica (Prof. Dr. Carlos R. Vilela, IB - Universidade de São Paulo, comunicação pessoal). Embora tenhamos observado, dentre os 4672 animais analisados, 5 que apresentavam diferenças no edeago, a observação de dezenas de edeagos ao microscópio em busca de mais variantes não resultou em êxito. Portanto acreditamos que, mesmo que existam mais de uma espécie dentre os animais identificados com este nome, uma delas é responsável pela esmagadora maioria dos animais coletados em ambas as localidades.

Na tabela 2 são apontadas as espécies que ainda não haviam sido registradas no Estado de São Paulo segundo Tidon-Sklorz & Sene (1999). No total estamos acrescentando 9 novas ocorrências para o Estado de São Paulo à lista anterior de 93 espécies. Como uma espécie apresentada na lista anterior, *D. mirassolensis* Mourão & Gallo 1967 foi sinonimizada a *D. trapeza*, também presente na lista, por Vilela & Val (1985), com este trabalho chegamos a 101 espécies descritas registradas no Estado. Aceitando-se a elevação do subgênero *Scaptodrosophila* para o nível de gênero, esta lista cai para 100 espécies.

Tabela 2. Totais de machos por espécies, localidades e coletas; acompanhados da bibliografia que apresenta as figuras de genitalia empregados na identificação. As espécies estão ordenadas pela sua classificação em taxa infragenéricas, e dentro deles por ordem alfabética. Quando uma referência empregada na identificação de uma espécie está sublinhada, significa que a figura utilizada neste caso representa um indivíduo da série tipo. Quando no lugar da referência foi escrito "Vilela, com. pessoal", a identificação prescindiu da contribuição direta do Prof. Dr. Carlos Vilela (sendo no entanto de inteira responsabilidade do autor). As espécies sublinhadas são ocorrências novas para o Estado.

Subgênero	Grupo	Espécie	Identificação por:	Serra do Japi				Fazenda Barreiro Rico				Total					
				1	2	3	4	Total	1	2	3		4	Total			
<i>Drosophila</i>	<i>annulimana</i>	<i>D. ararama</i> (Pavan & Cunha, 1947)	Breuer & Pavan, 1950					2				2				2	
		<i>D. annulimana</i> (Duda, 1927)	Breuer & Pavan, 1950 <u>Vilela & Val, 1983</u>	9	4	2	23	38					1				39
		<i>D. arapuan</i> (Cunha & Pavan, 1947)	Breuer & Pavan, 1950	1				1									1
		<i>D. aragua</i> (Vilela & Pereira, 1982)	<u>Vilela & Pereira, 1982</u>						10			2					12
<i>calloptera</i>		<i>D. atrata</i> (Burta & Pavan, 1953)	<u>Vilela & Bächli, 1990</u>					6	215	44		265				265	
		<i>D. quadrum</i> (Wiedemann, 1830)	<u>Vilela & Bächli, 1990</u>	1				1		8		8					9
		<i>D. schildi</i> (Malloch, 1924)	<u>Vilela & Bächli, 1990</u>							2		2					2
<i>canalinaea</i>		<i>D. canalinea</i> (Patterson & Mainland, 1944)	<u>Vilela & Bächli, 1990</u>					2		3		5				5	
		<i>D. sp5</i>		13	21	7	10	51									51
		<i>D. sp7</i>		6	15	1	6	28				270	236	77	113	696	724
		<i>D. sp42</i>		1				1			20	18	1	39			40
		<i>D. sp73</i>								1			1			1	1
		<i>D. sp81</i>								1			1			1	1
<i>cardini</i>		<i>D. cardini</i> (Sturtevant, 1916)	Malogolowkin, 1953								8	1		2	11	11	
		<i>D. neocardini</i> (Streisinger, 1946)	<u>Val, 1982</u>								24		1		25	25	
		<i>D. polymorpha</i> (Dobzhansky & Pavan, 1943)	<u>Val, 1982</u>	6	16			22			49	26	5	47	127	149	
<i>coffeata</i>		<i>D. fuscilineata</i> (Duda, 1925)	<u>Vilela & Bächli, 1990</u> Val, 1982	1				1			11	8	3	5	27	28	
		<i>D. sp52</i> (aff. <i>D. coffeata</i> (Williston, 1896))	(como <i>D. fumosa</i>) <u>Vilela, 1984</u>							2					2		2
<i>dreyfusi</i>		<i>D. brifergeri</i> (Pavan & Breuer, 1954)	Breuer & Pavan, 1954	19	30	4	6	59			9	8	9	17	43	102	
		<i>D. dreyfusi</i> (Dobzhansky & Pavan, 1943)	Breuer & Pavan, 1954	7	15	4	15	41			1				1	42	
		<i>D. krugi</i> (Pavan & Breuer, 1954)	Breuer & Pavan, 1954	1	5			6									6

Tabela 2. Continuação		Espécie	Identificação por:	Serra do Japi					Fazenda Barreiro Rico				Total	
Subgênero	Grupo			1	2	3	4	Total	1	2	3	4		Total
<i>guarani</i>		<i>D. griseolineata</i> (Duda, 1927)	<u>Vilela. & Bächli, 1990</u>	27	21			48	1385	9	530	109	2033	2081
		<i>D. guaru</i> (Dobzhansky & Pavan, 1943)	<u>Vilela. & Bächli, 1990</u>						23	13	58	57	151	151
		<i>D. maculifrons</i> (Duda, 1925)	<u>Vilela. & Bächli, 1990</u>	5	16	2		23	116	4	52	17	189	212
		<i>D. ornatifrons</i> (Duda, 1925)	<u>Vilela. & Bächli, 1990</u> Val, 1982	19	7	4	30	60	1	1	17	1	20	80
		<i>D. sp31</i>	(<i>D. guarani</i>)	3	3			6				1	1	7
		<i>D. sp67</i>							1				1	1
<i>immigrans</i>		<i>D. immigrans</i> (Sturtevant, 1921)	Comparação com linhagens de laboratório	3				3	6		1	7	10	
<i>mesophragmatica</i>		<i>D. sp61</i>							2				2	
<i>repleta</i>		<i>D. buzzatii</i> (Patterson & Wheeler, 1942)	<u>Vilela, 1983</u>						1				1	
		<i>D. fasciolooides</i> (Dobzhansky & Pavan, 1943)	<u>Vilela, 1983</u>	4	1			5	1			1	6	
		<i>D. ivai</i> (Vilela 1983)	<u>Vilela, 1983</u> Breuer & Rocha, 1971						1			1	1	
		<i>D. mercatorum</i> (Patterson & Wheeler, 1942)	<u>Vilela, 1983</u>						2	1		3	3	
		<i>D. nigricrura</i> (Patterson & Mainland, in Patterson, 1943)	<u>Vilela, 1983</u>						1			1	1	
		<i>D. onca</i> (Dobzhansky & Pavan, 1943)	<u>Vilela, 1983</u>	1	2	13		16	221	85	58	180	544	560
		<i>D. paranaensis</i> (Barros, 1947)	<u>Vilela, 1983</u>						19				19	
		<i>D. querubimae</i> (Vilela 1983)	<u>Vilela, 1983</u>						1		1		2	
		<i>D. repleta</i> (Vollaston, 1858)	<u>Vilela, 1983</u> Breuer & Rocha, 1971						1				1	
		<i>D. senei</i> (Vilela 1983)	<u>Vilela, 1983</u>	2	3			5	1	1		1	6	
		<i>D. sp70</i> (aff. <i>D. vicentinae</i> (Vilela 1983))	<u>Vilela, 1983</u>										1	
		<i>D. sp74</i> (aff. <i>D. aldrichi</i> (Patterson & Crow, 1940))	<u>Vilela, 1983</u> Fontdevila et al., 1990 Breuer & Rocha, 1971						1			1	1	
		<i>D. sp79</i> (aff. <i>D. ivai</i>)	<u>Vilela, 1983</u>						1				1	

Tabela 2. Continuação.

Subgênero	Grupo	Espécie	Identificação por:	Serra do Japi				Total	Fazenda Barreiro Rico				Total		
				1	2	3	4		1	2	3	4			
<i>D. sp8</i>				8			2				84	25	1	110	120
<i>D. sp10</i>						1	4								5
<i>D. sp12</i>							1								1
<i>D. sp16</i>				48	20	3					215	91	27	333	404
<i>D. sp20</i>						1									1
<i>D. sp23</i>				26	69	1					488	379	143	1010	1106
<i>D. sp26</i>				3	1						2			2	6
<i>D. sp34</i>						2						1		1	3
<i>D. sp41</i>				1											1
<i>D. sp53</i>												1	2	3	3
<i>D. sp55</i>												1		1	1
<i>D. sp64</i>														3	3
<i>D. sp66</i>														3	3
<i>D. sp77</i>														1	1
<i>D. sp82</i>														1	1
Total				1580	2042	302	256	4180	7205	6349	4955	3211	21720	25900	

III.4.2.2 Abundâncias

Foram observadas grandes diferenças entre as coletas quanto à disponibilidade de machos (Figura 7). Como resultado da ANOVA (Tabela 3), tivemos efeitos significativos ($\alpha=0,01$) para as localidades, as estações, e os dias, assim como para a interação entre localidades e estações. Isso não ocorreu com as coletas realizadas dentro de uma mesma localidade e estação. O maior efeito foi o das localidades, seguido pelo das estações. Testando separadamente por localidade (Tabela 3) novamente tivemos efeitos significativos para as estações, mas não para as coletas dentro das estações. Comparando os testes das duas localidades separadas, e observando a Figura 7, notamos que a interação da primeira análise se deve a uma diferença entre as estações bem maior no Japi. Neste sítio a estação fria/seca apresentou em média apenas 20% da disponibilidade da estação quente/úmida, enquanto em Barreiro Rico este valor foi de 65%.

A disponibilidade média no sítio de Barreiro Rico foi mais de 4 vezes maior do que a do sítio do Japi, e a coleta de mais baixa disponibilidade em Barreiro Rico ainda apresenta quase o dobro da coleta de mais alto valor do sítio do Japi.

Tabela 3. Análise de variância dos dados dos totais de machos das duas localidades. Em negrito os resultados significativos ao nível de 1%.

	Fonte	gl	MQ	F	P
Dois sítios	Loc.	1	73,40	621,59	<0,001
	Estação	1	20,30	171,91	<0,001
	Coleta	4	0,29	2,49	0,042
	Dia	16	1,65	13,96	<0,001
	Loc.*Est.	1	10,28	87,05	<0,001
	Erro	634	0,12		
B. Rico	Estação	1	0,97	8,10	0,005
	Coleta	2	0,18	1,53	0,218
	Dia	8	2,78	23,33	<0,001
	Erro	348	0,12		
Japi	Estação	1	26,41	226,41	<0,001
	Coleta	2	0,41	3,48	0,032
	Dia	8	0,51	4,41	<0,001
	Erro	286	0,12		

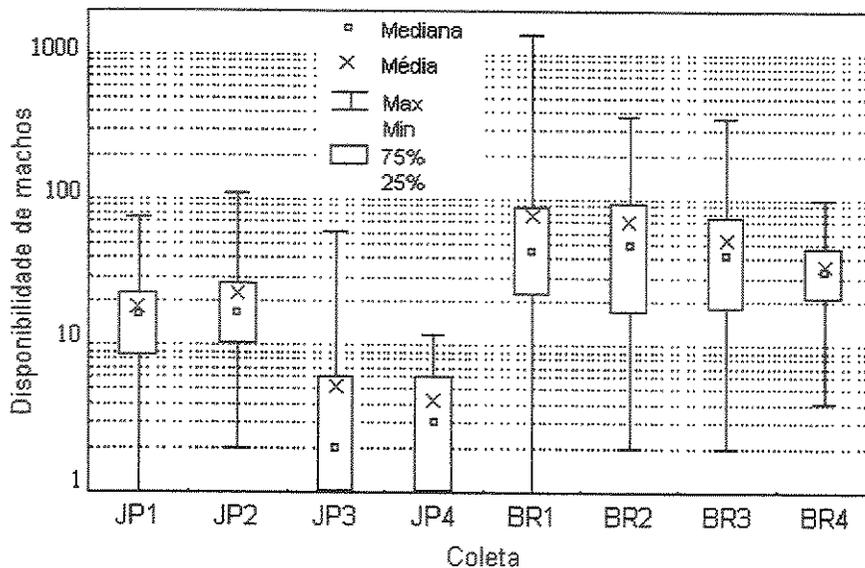


Figura 7. Descrição das disponibilidades de machos de *Drosophila* nas oito coletas. JP = Serra do Japi, BR = Fazenda Barreiro Rico.

O efeito dos dias, embora altamente significativo, não implica em uma alteração direcional nos resultados das armadilhas, uma vez que a variável foi codificada como categórica não ordenada. Como pode ser observado na Figura 8 a variação das médias de indivíduos coletados ao longo de cada coleta não sugere direção. Portanto os dados indicam que as variações entre os dias de coleta refletem predominantemente fenômenos externos, e não artefatos, como: o acúmulo de cheiro de insetos nas armadilhas; a formação de agregados de drosófilas em torno destas, ou o esgotamento das populações pelo esforço amostral.

Na Figura 9 são representados para os dois sítios a importância relativa dos táxons infragenéricos identificados. Nesta figura podemos observar que no Japi a dominância dos grupos *tripunctata* e *willistoni* foi mais marcada. Em Barreiro Rico o grupo *repleta* ultrapassa *willistoni* em número de espécies, e os grupos *guarani* e *saltans* alcançam importância em número de indivíduos.

Foram encontradas 4 das 8 espécies exóticas (não incluída *D. latifasciaeformis*) de ocorrência conhecida no Estado de São Paulo, segundo Tidon-Sklorz & Sene (1999);

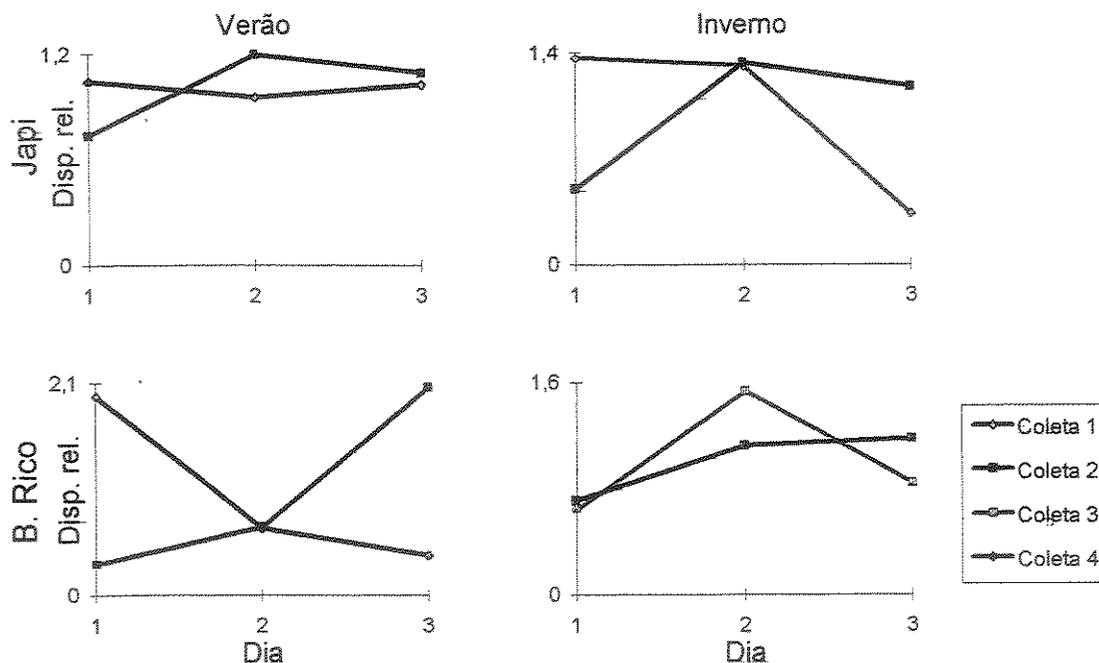


Figura 8. Variação da média da disponibilidade entre os 3 dias de cada coleta. Disp. rel. = Disponibilidade relativa que, nestes gráficos, equivale à média dos totais de drosófilas por armadilhas de um dado dia, dividida pela média dos 3 dias.

estas foram: *D. immigrans*, *D. malerkotliana*, *D. melanogaster* e *D. simulans*. Juntas elas respondem por 0,5% do total de drosófilas coletadas no Japi e 2% das coletadas em Barreiro Rico. A maior frequência conjunta destas espécies foi encontrada na quarta coleta de Barreiro Rico, quando este valor atingiu 4,5%.

Na Figura 10 são apresentadas as frequências relativas dos 5 grupos de espécies mais abundantes em cada coleta. O grupo *willistoni* apresentou o padrão mais claro sendo mais abundante nas coletas de verão do que nas de inverno. Em seguida podemos observar a tendência oposta para o grupo *tripunctata*, embora este tenha sido importante também nas coletas de verão do Japi. Avaliando as frequências absolutas destes dois grupos (Figura 11) pode-se observar que apenas em Barreiro Rico mantém-se o observado para as frequências relativas do grupo *tripunctata*. No Japi o número de moscas deste grupo por armadilha foi maior na estação quente/úmida.

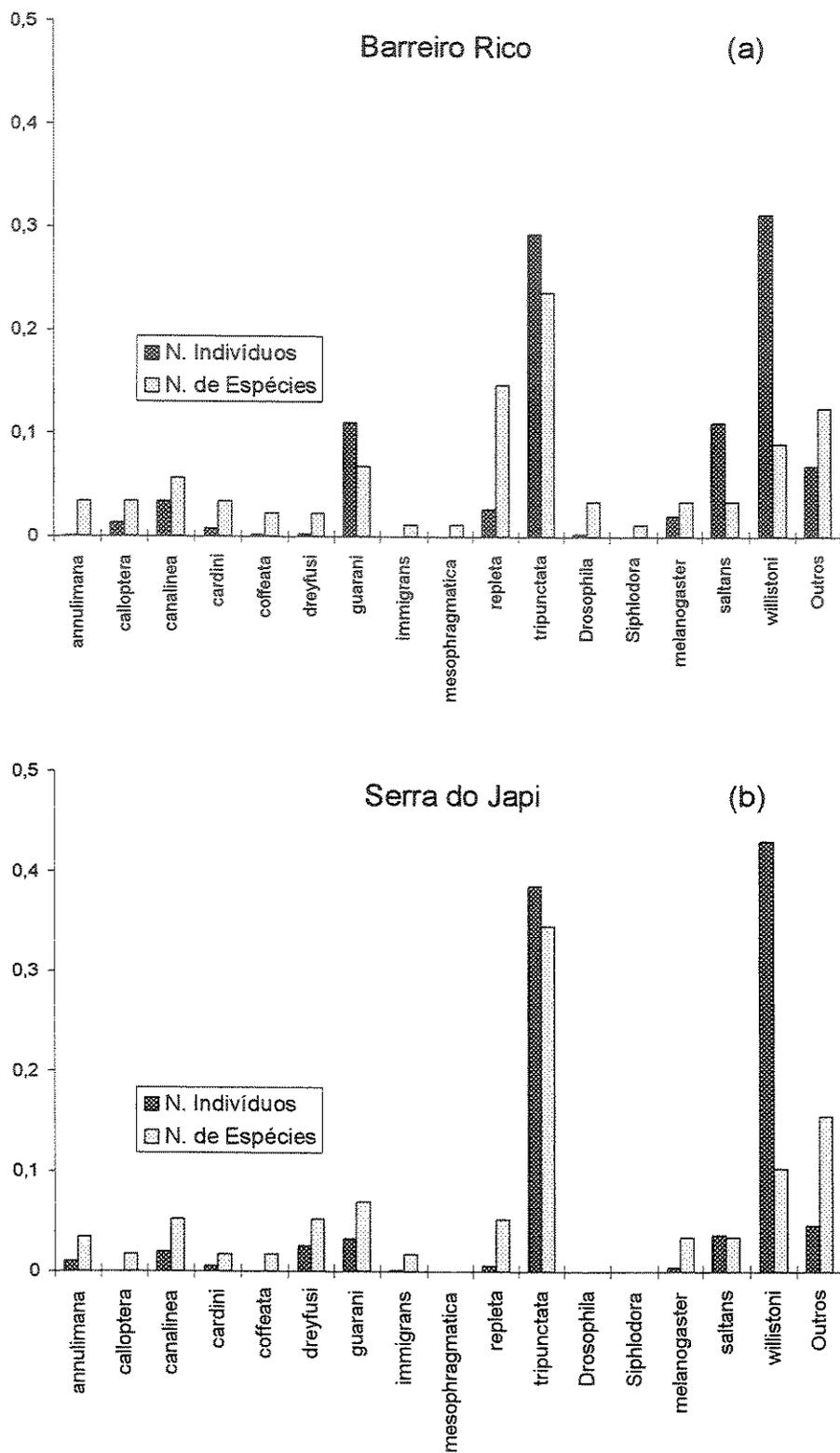
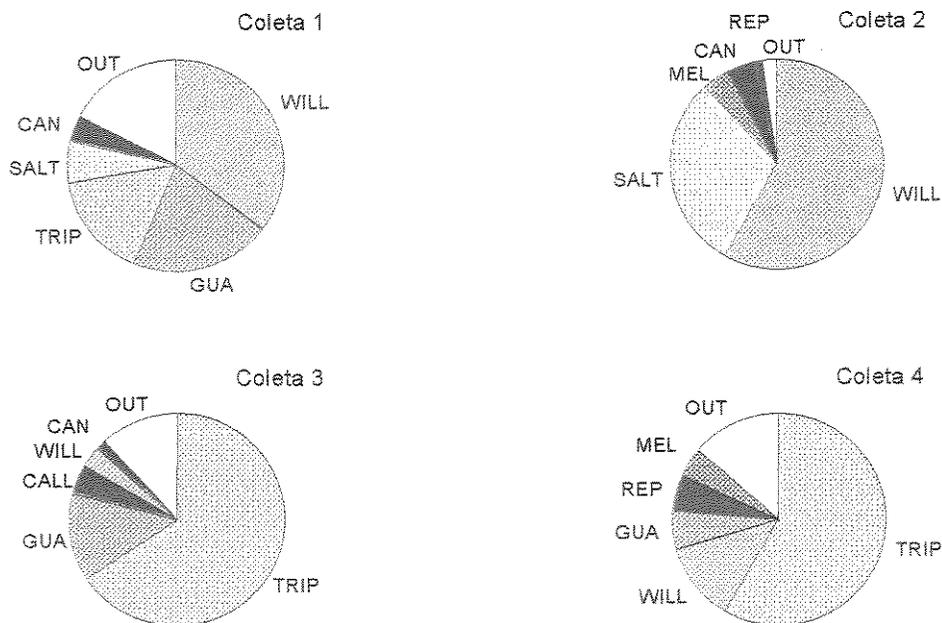


Figura 9. Contribuição de cada táxon para os totais de indivíduos e de espécies em cada localidade. O nome *Drosophila* refere-se a espécies deste subgênero não agrupadas. O nome *Siphodora* designa um subgênero.

Barreiro Rico



Serra do Japi

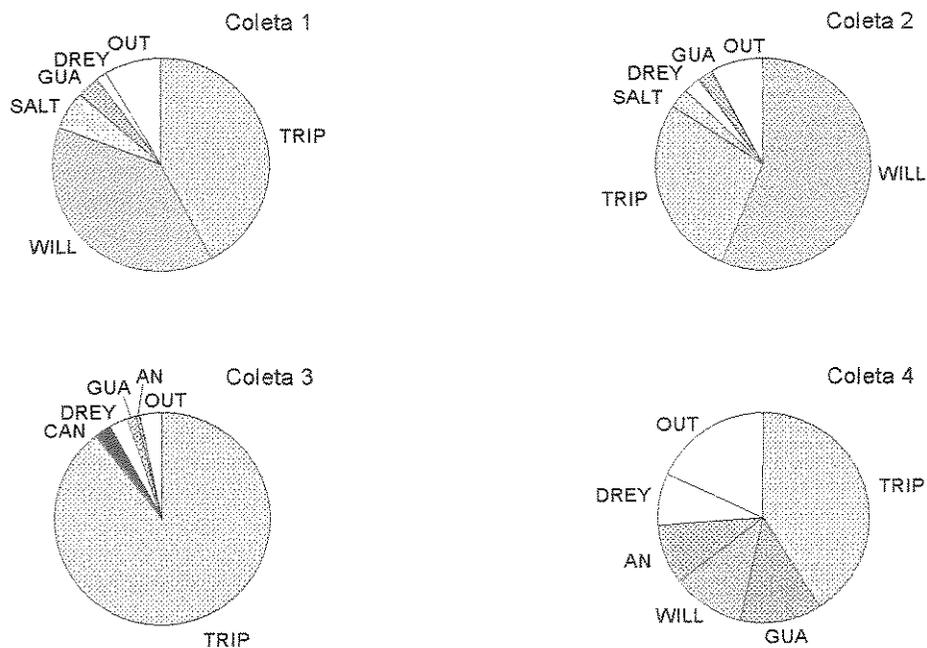


Figura 10. Proporções de indivíduos coletados pertencentes aos cinco grupos de espécies mais abundantes em cada coleta.

AN = *annulimana*; CAN = *canalina*; DREY = *dreyfusi*; GUA = *guarani*; REP = *repleta*; SALT = *saltans*; TRIP = *tripunctata*; WILL = *willistoni*, e OUT = outros.

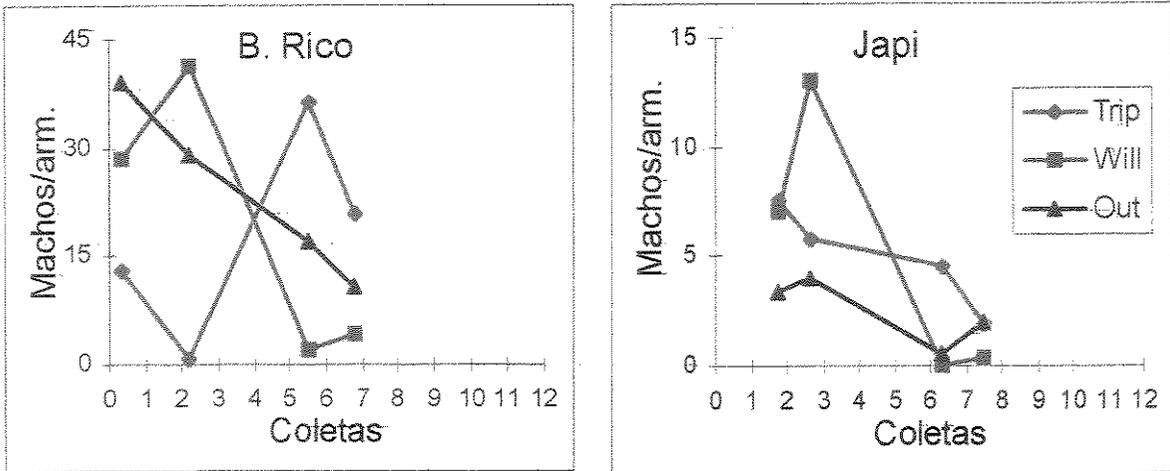


Figura 11. Números de machos por armadilha dos dois grupos mais importantes nas amostras. Trip = *tripunctata*, Will = *willistoni*, Out = outros grupos. Os números nas abcissas representam os meses do ano de 1998.

Na análise de componentes principais os dois primeiros componentes responderam por 53,6% da variação original, sendo 31,1% desta atribuída ao primeiro eixo e 22,5% ao segundo. A ordenação das coletas e das espécies por estes dois eixos está representada na Figura 12. A origem do eixo 1 separou as coletas do Japi das de Barreiro Rico; enquanto a origem do eixo 2 separou as coletas da estação quente/úmida das da estação fria/seca. Podemos portanto denominar estes componentes respectivamente como localidade e estação.

Ainda podemos notar que em 3 das 4 classes reconhecidas pela análise os pontos estão bem próximos. No entanto a proximidade dos pontos dentro de cada área e estação pode ser atribuída apenas ao curto intervalo de tempo decorrido entre estas coletas. Entre as coletas de verão de Barreiro Rico é observado um grande distanciamento, refletindo o que também pôde ser observado na Figuras 10, 11 e 17: a taxocenose estudada sofreu uma enorme alteração entre estas duas coletas, e a segunda delas apresenta uma condição extrema do que se espera encontrar na estação quente/úmida.

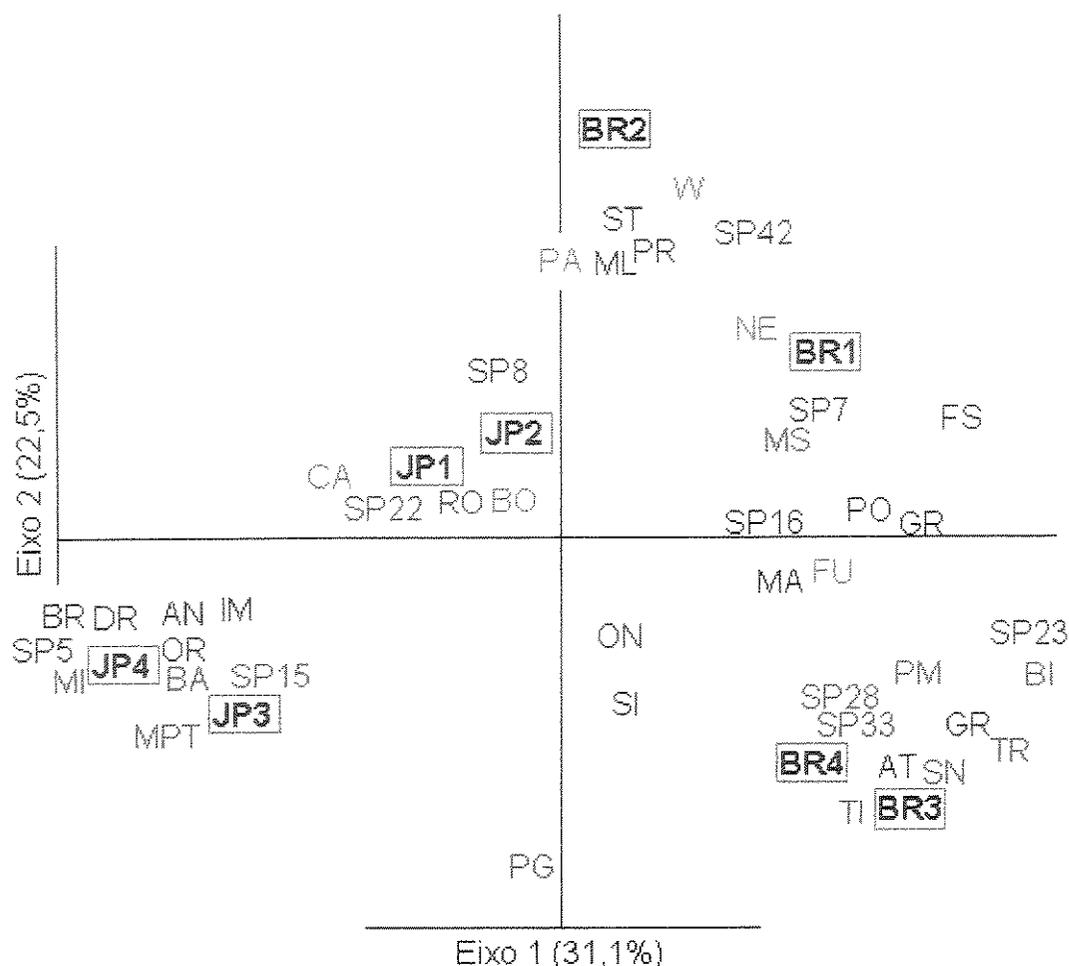


Figura 12. Ordenação das coletas pelo método de PCA sobre uma matriz de correlações. O valor apresentado junto aos eixos corresponde à porcentagem da variação por eles explicadas. As espécies foram sobrepostas ao gráfico de acordo com suas correlações com os vetores de cada eixo. Os códigos apresentados em azul correspondem a espécies do complexo *willistoni*, os em vermelho às do grupo *tripunctata*, e em preto os restantes. Notar como a origem do eixo 1 separa as localidades, enquanto a origem do eixo 2 separa as estações; e ainda como os grupos se concentram em estações opostas.

AN = annulimana	IM = immigrans	PG = paraguaiensis
AT = atrata	MA = maculifrons	PM = paramediostriata
BA = bandeirantium	MI = mediopicta	PR = prosaltans
BI = biflum	ML = malerkotliana	RO = roehrae
BO = bocainensis	MPT = mediopunctata	SI = simulans
BR = briergeri	MS = mediostriata	SN = spinatermina
CA = paulistorum	NE = nebulosa	ST = sturtevanti
DR = dreyfusi	ON = onca	TI = trifilum
FS = fuscolineata	OR = omatifrons	TR = trapeza
FU = fumipennis	PA = paulistorum	W = willistoni
GR = griseolineata	PO = polymorpha	

Observando a distribuição das espécies no gráfico podemos observar que os grupos *tripunctata* e *willistoni* são quase totalmente separados pelo eixo “estação”. Este padrão só é quebrado por 3 das 15 espécies do grupo *tripunctata*, e 1 das 6 do grupo *willistoni*. Estas informações acrescentam ao observado com as frequências dos grupos, a consistência entre as espécies de cada um destes grupos. Enquanto nas análises anteriores os padrões observados para cada grupo eram ditados pela espécies dominantes, esta análise sugere que as características ecológicas que determinam esta associação das espécies com as estações prevaleçam para cada grupo.

III.4.2.3. Riqueza

A riqueza observada variou bastante entre as coletas de uma mesma localidade, assim como as estimativas de riqueza obtidas por diferentes métodos em cada uma delas (Tabela 4). Esta variação foi tal que o número de espécies encontrado na segunda coleta de Barreiro Rico (74) foi maior que o número de espécies estimado para a localidade, por todos os métodos, sobre os dados das outras coletas; excetuando apenas a estimativa pelo método Chao 1 sobre os dados da terceira coleta (84,5).

Na Figura 13 são apresentadas as curvas médias de acumulação de espécies, e as estimativas de riqueza obtidas por cada método sob cada tamanho sub-amostrai, apenas para as coletas 1 e 2 de Barreiro Rico. Foram escolhidos estes dois exemplos para serem apresentados por serem estas as maiores coletas, e por fornecerem planilhas bastante diferentes quanto às equitabilidade e riqueza (Figura 17). As estimativas de riqueza em geral se mostraram bastante sensíveis ao tamanho amostral, tanto com os dados de cada coleta separadamente, quanto com os totais de amostras das localidades (não mostrado). Como pode ser observado na Figura 13, em geral as estimativas de riqueza aumentaram com o aumento dos números de amostras de forma semelhante ao número de espécies observado.

Para um mesmo número de amostras (300) o sítio da Fazenda Barreiro Rico continua sendo mais rico que o sítio do Japí (84,5 contra 58) (Figura 14.a). No entanto, após a padronização do número de indivíduos e remoção do efeito da heterogeneidade da planilha, as riquezas nas duas localidades são praticamente idênticas (Figura 14.b). Estes resultados corroboram a hipótese de que a grande diferença entre as riquezas observadas nas duas localidades é resultado de diferenças nos números de indivíduos coletados.

Nas duas localidades o número de espécies coletadas de 1 a 20 metros de distância do riachos foi maior do que o das coletas no restante das amostras, Figuras 15 e 16. Esta diferença se manteve, embora com menor intensidade, após a remoção dos efeitos das diferenças entre os conjuntos de dados (quanto aos números de amostras e quanto às densidades de drosófilas). Quando avaliadas separadamente, seguindo o mesmo procedimento (não apresentado), 3 das 4 coletas em cada localidade apresentaram maior número de espécies próximo a cursos d'água.

Tabela 4. Parâmetros de caracterização da diversidade das taxocenoses.

Parâmetro	Método	B. Rico					S. do Japí				
		1	2	3	4	total	1	2	3	4	total
Amostras		90	90	90	90	360	88	90	59	61	298
Indivíduos		7205	6349	4955	3211	21720	1580	2048	301	256	4185
Sps. c/ um indivíduo		24	6	9	9	24	9	3	8	3	10
Sps. c/ uma ocorrência		24	6	9	9	24	9	5	8	3	11
Riqueza observada		74	34	44	46	89	42	43	22	23	58
Riq. Estimada	ACE	118,6	38,9	55,1	57,5	123,5	48,3	44,4	31,9	24,7	65,1
	ICE	112,4	38,7	53,5	55,5	124,2	48,1	46,0	31,3	24,5	66,3
	Chao1	146,0	40,0	84,5	52,8	121,0	82,5	43,9	38,0	25,3	108,0
	Chao2	115,1	38,5	57,5	52,8	115,2	82,5	45,1	32,7	25,3	78,2
	Jack1	97,7	39,9	52,9	54,9	112,9	50,9	47,9	29,9	26,0	69,0
	Jack2	114,4	41,9	58,8	57,9	125,9	58,7	47,0	34,7	27,0	76,9
	Bootstrap	83,9	36,9	47,9	50,3	99,6	45,7	46,0	25,5	24,5	62,7
	MMRuns	71,0	34,0	41,5	44,4	79,0	43,1	44,8	25,0	25,9	57,0
	MMMean	70,7	33,7	41,3	44,4	78,9	42,9	44,4	24,8	26,0	57,3
Equitabilidade	1-D	0,85	0,69	0,84	0,78	0,88	0,86	0,82	0,76	0,91	0,87
	j'	0,59	0,45	0,63	0,60	0,59	0,67	0,62	0,62	0,85	0,64

1-D = (índice de equitabilidade derivado de Simpson) = $1 - (\text{Simpson}^{-1})$.

j' = (índice de equitabilidade derivado de Shanon) = $H' / \ln S$.

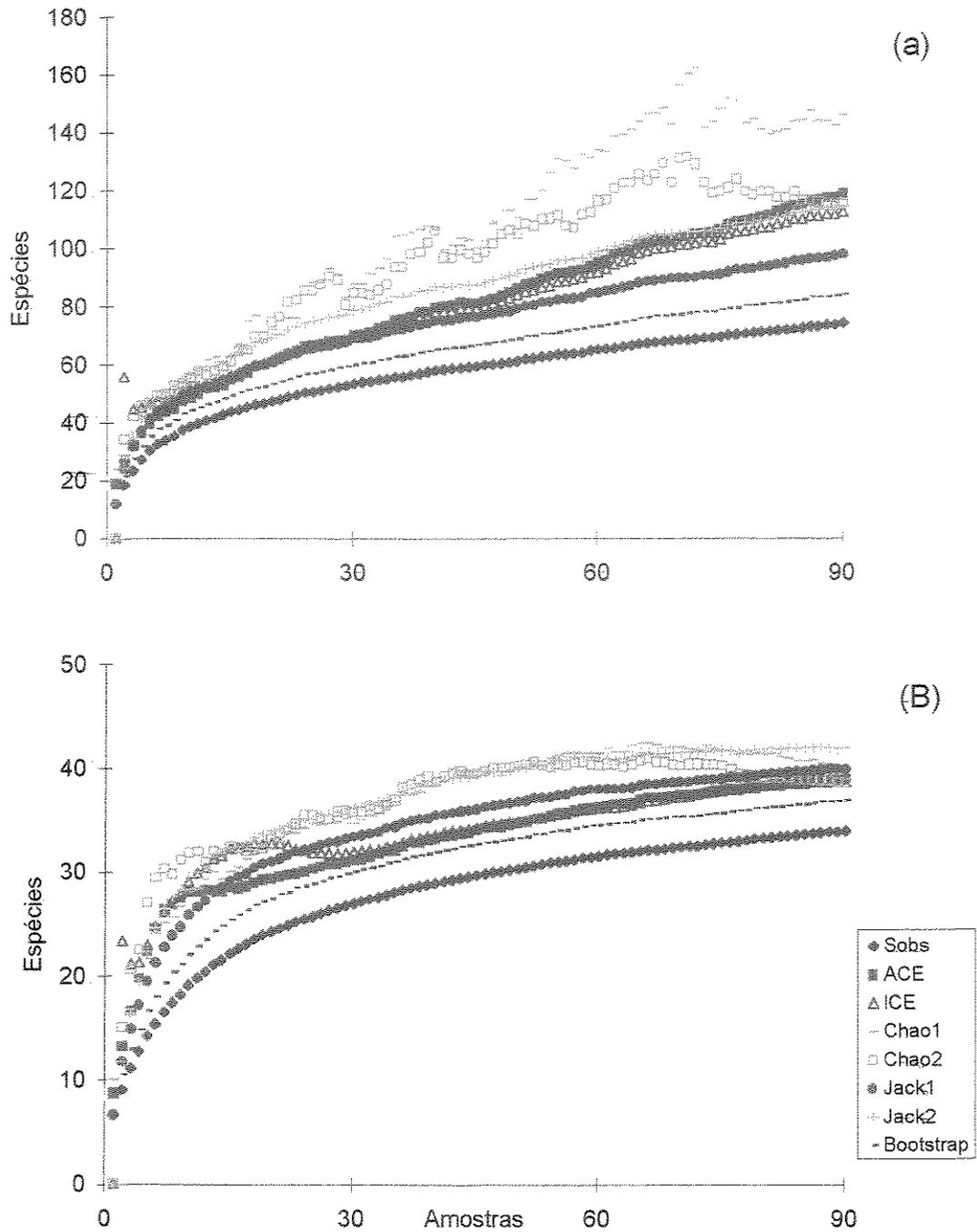


Figura 13. Curvas médias de acumulação de espécies para as duas primeiras coletas de B. Rico, acompanhadas das estimativas de riqueza para cada tamanho subamostral. Os resultados dos métodos MMRuns e MMMean não foram apresentados por terem estimado, para ambos os casos, valores iguais ou menores que o observado.

A) Coleta 1. B) Coleta 2.

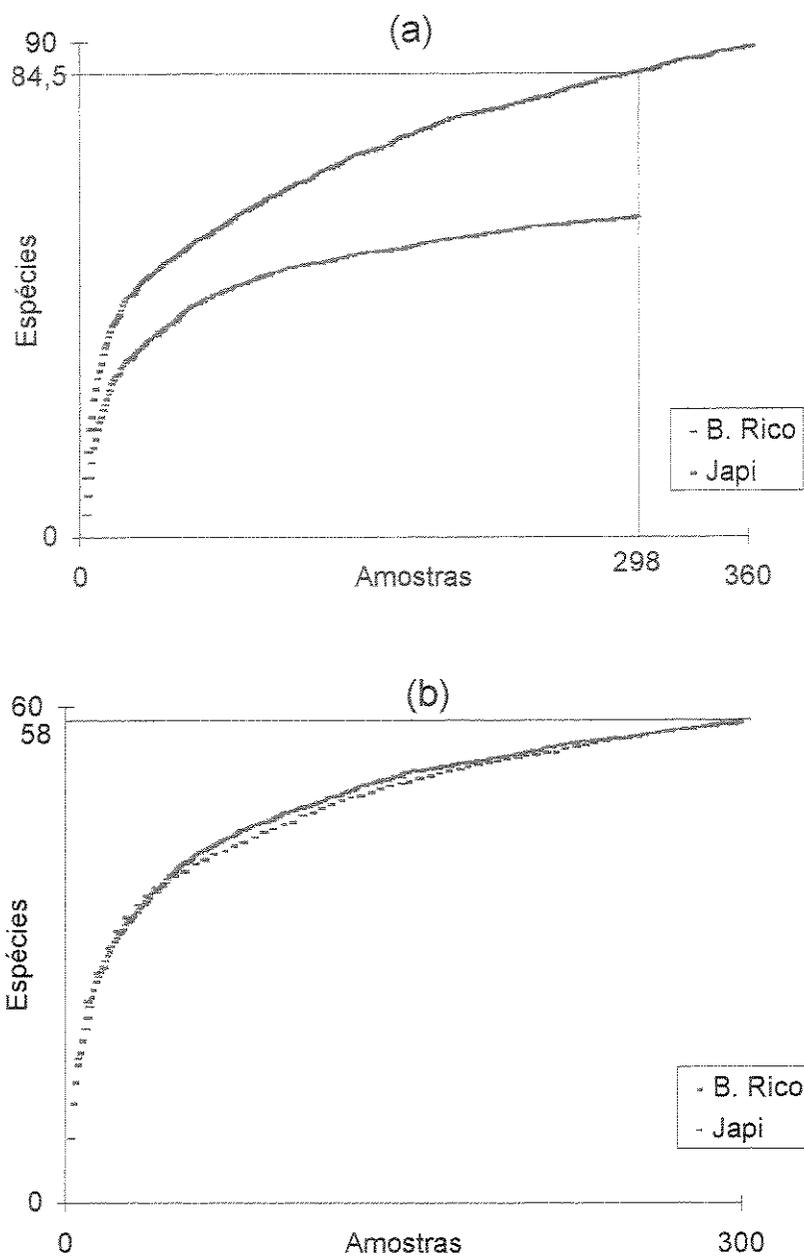


Figura 14. Comparação das riquezas observadas nas duas localidades. (a) Dados brutos- No eixo das ordenadas é apontado número de espécies que seria esperado para B. Rico, tomando-se o mesmo número de amostras obtidas para o Japi. (b) Dados transformados visando a padronização do esforço amostral nos dois sítios - O número de espécies esperado para B. Rico é apenas 0,2 espécie maior que o observado no Japi.

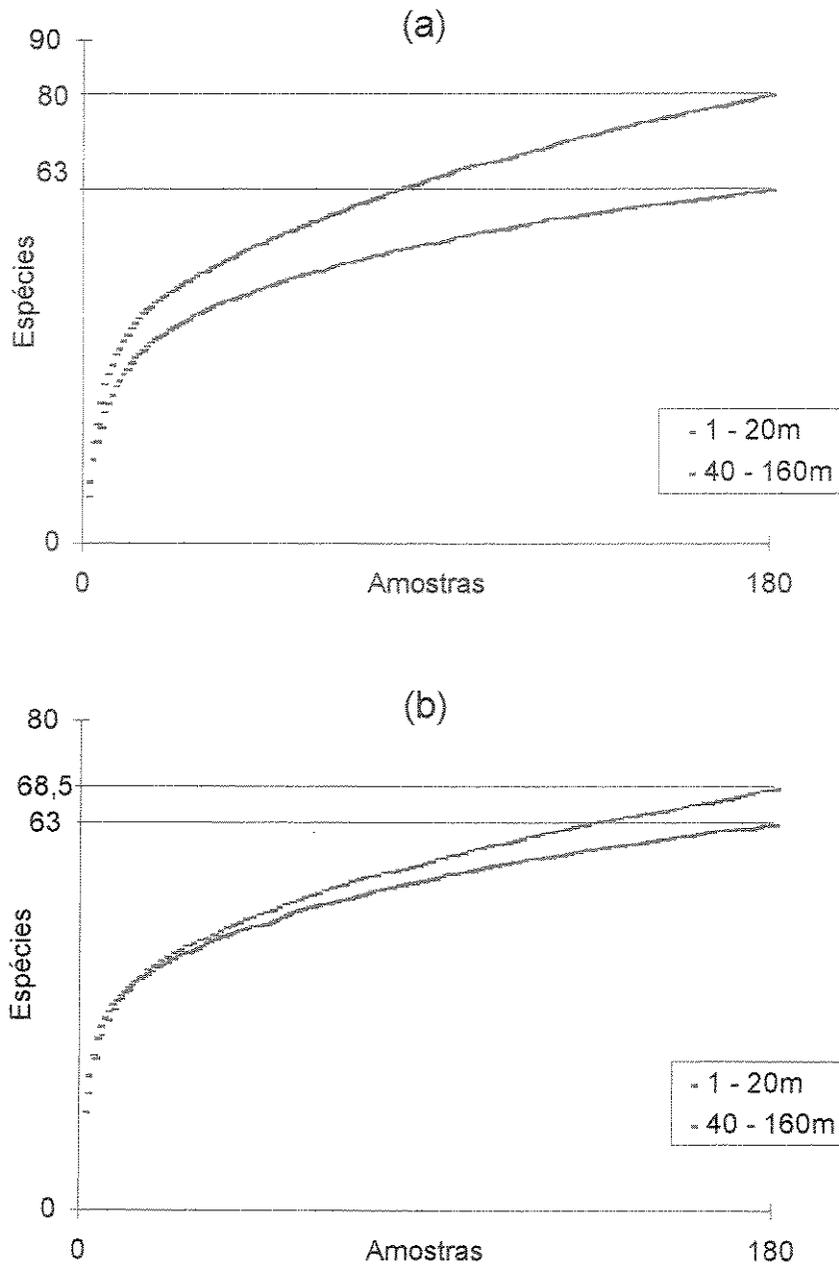


Figura 15. Comparação das riquezas observadas no sítio de B. Rico nas duas classes de distância em relação ao riacho. (a) Dados brutos- No eixo das ordenadas é apontado número de espécies observado em ambas as classes. (b) Dados transformados visando a padronização do esforço amostral nas duas classes de distância - No eixo das ordenadas é apontado o número de espécies que seria esperado próximo ao riacho, caso neste local o esforço amostral fosse o mesmo empregado longe do riacho.

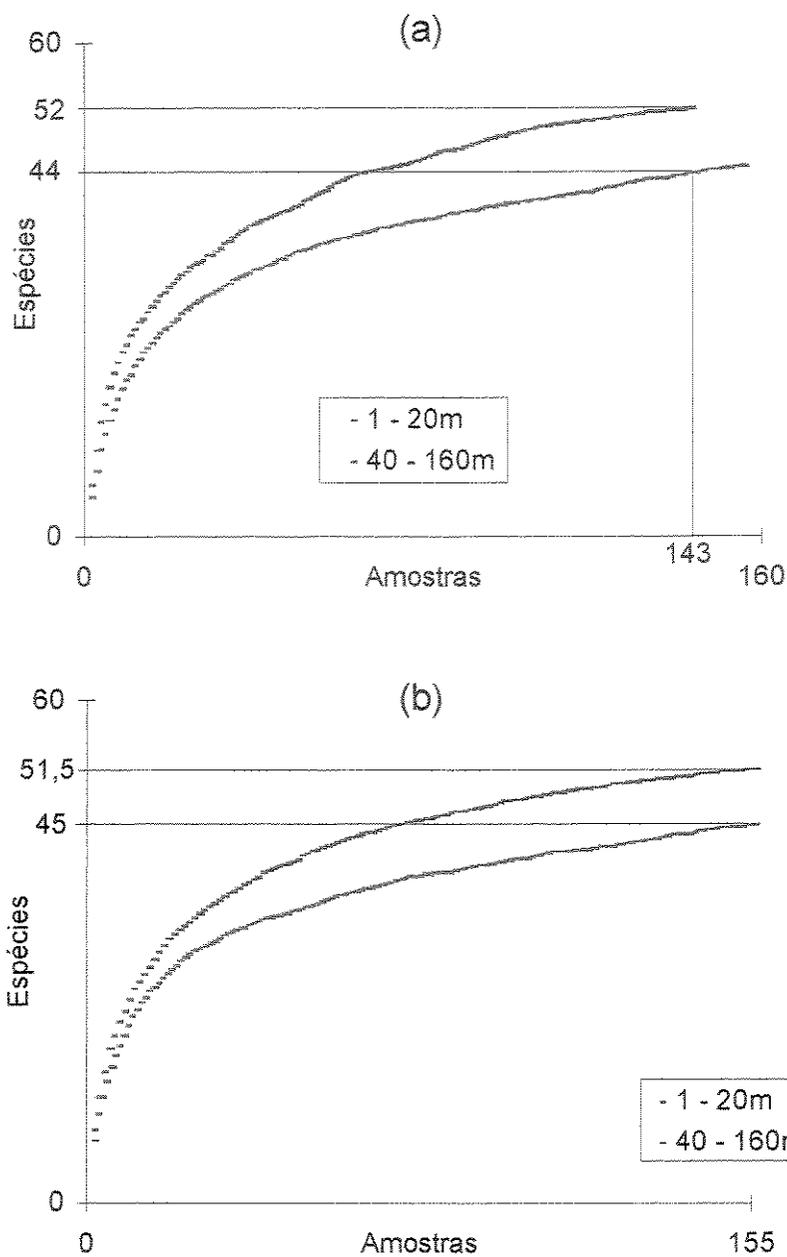


Figura 16. Comparação das riquezas observadas no sítio do Japi nas duas classes de distância em relação ao riacho. (a) Dados brutos- No eixo das ordenadas é apontado número de espécies observado em ambas as classes, assim como o que seria esperado longe do riacho caso o número de amostras igual ao tomado perto do riacho. (b) Dados transformados visando a padronização do esforço amostral nas duas classes de distância - No eixo das ordenadas é apontado o número de espécies que seria esperado próximo ao riacho, caso neste local o esforço amostral fosse o mesmo empregado longe do riacho.

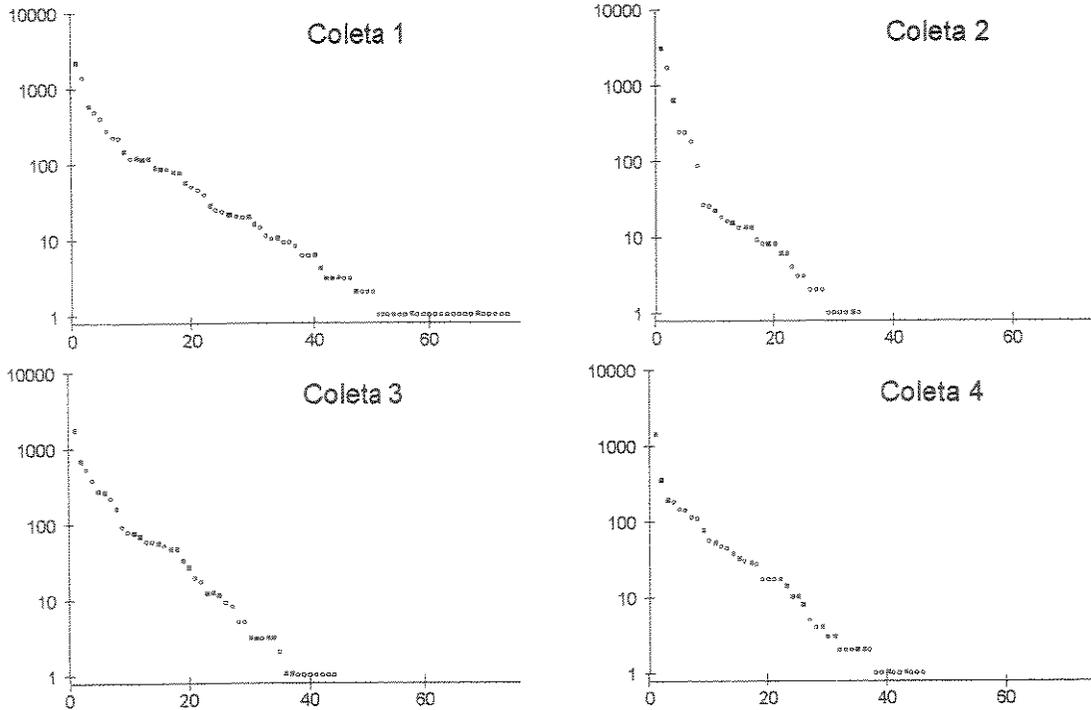
III.4.2.4. Equitabilidade

Os resultados dos cálculos de equitabilidade por coleta e localidade estão apresentados na Tabela 4. Os valores obtidos com os dois índices foram semelhantes quanto às relações apontadas entre as amostras. Foram encontrados resultados próximos para 6 coletas. Contrastando com estas, temos a segunda coleta de Barreiro Rico, com a mais baixa equitabilidade, e a quarta coleta do Japi, com a mais alta. A diferença entre os resultados destas duas coletas em relação às demais foi mais evidente nos resultados do índice de equitabilidade de Shannon.

Na Figura 17 pode ser observado que a forma das curvas de abundância por ordem das espécies variou sensivelmente entre as coletas. Pode também ser observado como a redução na riqueza não vem acompanhada do aumento da proporção de espécies raras, o que pode explicar parte dos problemas nas estimativas de riqueza.

O maior valor de equitabilidade foi encontrado para a segunda coleta de inverno do Japi, quando a curva de abundância por ordem das espécies se assemelha ao formato da distribuição de “Broken Steak”, tida como a distribuição mais equitativa que pode-se esperar encontrar na natureza (Magurran, 1988). O menor valor de equitabilidade foi encontrado para a segunda coleta de Barreiro Rico. Nesta coleta os dois componentes da diversidade, riqueza e equitabilidade, são coerentes ao apresentar baixos valores.

Barreiro Rico



Serra do Japi

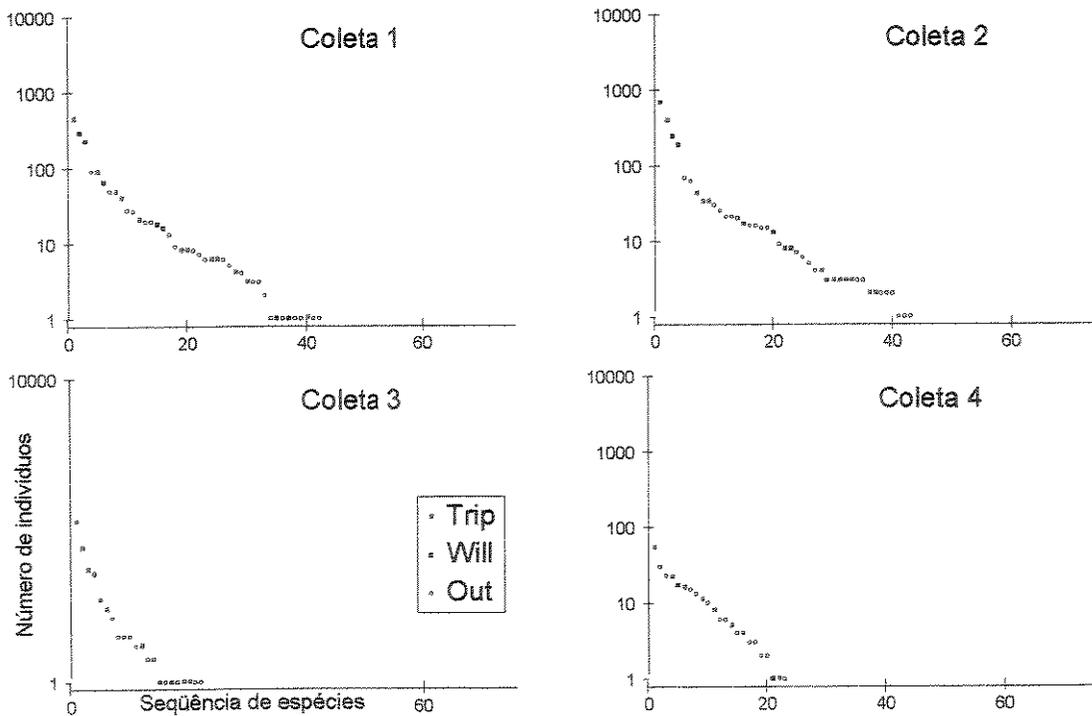


Figura 17. Gráficos das espécies ordenadas por sua abundância para os resultados de cada coleta. As cores destacam os pontos correspondentes às espécies dos grupos *tripunctata* (Trip), *willistoni* (Will) e outros (Out).

1995). Saavedra *et al.* (1995) apresentam dados de 4 remanescentes florestais na região Sul do país. Os 3 considerados bem preservados apresentaram valores para as frequências de espécies exóticas entre 8,5% e 3,3%; enquanto o considerado alterado apresentou 46,8%.

A possibilidade de que as baixas frequências de espécies exóticas se devam a uma menor eficiência do método de coletas para estas espécies não nos parece plausível. Durante o desenvolvimento do método vários experimentos foram feitos utilizando-se estas espécies. Na verdade *D. simulans* e *D. immigrans*, espécies exóticas frequentemente encontradas em matas da região, se mostraram mais facilmente coletáveis por armadilhas do que espécies silvestres, e o viés da armadilha em relação às tradicionais iscas é no sentido de superestimar estas espécies (Figura 2.b Anexo).

O bom estado de conservação dos 3 fragmentos florestais da Fazenda Barreiro Rico já havia sido apontado pelo estudo fitossociológico da área. Esta situação é notável devido à pequena área das reservas. A área do fragmento aqui estudado equivale a aproximadamente 1,3 vezes a da Mata de Santa Genebra (Campinas; SP), que representa o mesmo domínio fitogeográfico, segundo Salis *et al.* (1995). No entanto esta segunda mata apresenta-se em um estado mais avançado de degradação. Em algumas das coletas pontuais que realizamos nesta localidade encontramos *D. simulans* como uma espécie dominante na taxocenose.

A Serra do Japi apresenta um mosaico quanto à história de desmatamentos. No sítio estudado não foi observada evidência de influência antrópica recente.

A degradação de um ecossistema não deveria ser vista como uma grandeza unidimensional, embora frequentemente sejamos forçados a isto por questões logísticas. Diferentes táxons, sendo diferentemente sensíveis às várias pressões de atividades humanas, podem indicar diferentes estágios de preservação para uma mesma localidade. Isto torna recomendável a utilização de vários grupos de organismos na avaliação do estado de degradação de um ecossistema (Kremen,

1992). Os estudos que vêm sendo desenvolvidos têm apontado que a frequência de espécies exóticas no gênero *Drosophila* pode ser utilizada como indicador de perturbação de áreas florestais (Martins, 1987 e 1989; Saavedra *et al.*, 1995). No entanto seria necessário, para a melhor utilização de dados de drosófilas como indicadores, compreendermos melhor quais as alterações do ambiente às quais as populações são sensíveis. Seria possível, por exemplo, que a maior parte da variação na presença de espécies exóticas seja devida à proximidade da borda, ou de povoados, e que fosse previsível pela simples análise de mapas.

De qualquer forma, o que podemos dizer com o instrumento de que dispomos, é que estes sítios parecem apresentar condições favoráveis à manutenção de uma constituição típica de ambientes bem preservados, para a assembléia de espécies estudada.

A análise de variações sazonais não é objetivo desta tese. O baixo número de coletas, assim como a proximidade das coletas dentro de cada estação (de 27 a 56 dias) que as torna dependentes entre si, não permite a detecção de novos padrões de variação temporal das espécies. No entanto é possível verificar a concordância dos resultados obtidos com padrões reconhecidos em trabalhos anteriores.

Não estamos em condições de desenvolver uma revisão do tema aqui, portanto nos concentraremos nos dois táxons que parecem apresentar padrões mais claros. Em nossas matas, o táxon que parece apresentar variações mais previsíveis é o complexo *willistoni* (no Estado compreende apenas as espécies *D. willistoni* e *D. paulistorum* (Tidon-Sklorz & Sene, 1999), sendo as suas maiores densidades associadas à estação quente/úmida (Dobzhansky & Pavan, 1950; Birch & Battaglia, 1957; Pavan, 1959; Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Valente & Araújo, 1991; Saavedra *et al.*, 1995; Torres, 2000), que geralmente coincide com o período de maior disponibilidade de frutos (Morellato & Leitão-Fillho, 1992). Seguindo o complexo *willistoni* temos ainda variações previsíveis das espécies do grupo *tripunctata*, apresentando geralmente

padrão de variação sazonal oposto ao descrito para o primeiro táxon citado (Dobzhansky & Pavan, 1950; Pavan, 1959; Franck & Valente, 1985; Valente & Araújo, 1986; Valente & Araújo, 1991; Saavedra *et al.*, 1995).

Nas duas localidades, as diferenças das frequências relativas destes táxons em nossas coletas estão de acordo com estas tendências. Este padrão, como observado na Figura 10, poderia ser devido apenas às variações nas populações de *D. willistoni*, responsável pela maior parte dos indivíduos do grupo *willistoni*, e *D. paraguayensis*, dominante no grupo *tripunctata*. Entretanto, o que a ordenação apresentada na Figura 12 sugere é que esta tendência se aplica à maioria das espécies destes grupos. Neste trabalho não apenas o complexo *willistoni*, mas o grupo *willistoni* como um todo tendeu a ser mais frequente na estação quente/úmida. Esta coerência entre as espécies aparentadas confirma a prevalência de relações causais previsíveis.

Avaliando os dados de abundâncias absolutas, o grupo *tripunctata* no Japi apresenta-se mais abundante na estação quente/úmida, juntamente com o grupo *willistoni* (Figura 11). Embora a maior parte dos trabalhos discuta os dados sobre as abundâncias relativas, e em alguns deles seja difícil saber quando as abundâncias absolutas apresentadas resultem de esforços comparáveis nas diferentes estações, acredita-se que o encontrado em Barreiro Rico (maior abundância absoluta de *tripunctata* na estação fria/seca) seja o mais comum. Como já comentado o trecho estudado do Japi parece apresentar densidades de drosófilas mais baixas que o normal, especialmente na estação fria/seca, o que pode explicar a redução das densidades absolutas também de espécies do grupo *tripunctata* neste período. De qualquer forma a generalidade do aumento populacional das espécies deste grupo na estação fria/seca precisa ser confirmada em trabalhos futuros.

III.5.3. Riqueza

Os números de espécies observados em cada sítio estão entre os maiores encontrados em trabalhos realizados no Brasil. Este resultado é inesperado levando-se em conta que parte dos inventários anteriores utilizaram procedimentos que buscam maximizar a eficiência na detecção da presença de espécies. Em trabalhos como o de Val & Kaneshiro (1988), as drosófilas são coletadas sobre diferentes substratos (iscas, frutos, flores e fungos), com diferentes métodos e em diferentes ambientes. O citado trabalho, baseado em vários anos de coletas na “Estação Biológica da Boracéia” (inserida em uma área de 16.450 ha de florestas da Serra do Mar) resultou na detecção de 82 espécies (41 identificadas), resultado semelhante aos aqui apresentados.

Os altos números de espécies encontrados provavelmente refletem a sensibilidade resultante do método de identificação utilizado, assim como os números de animais coletados em cada localidade. Variações na riqueza observada resultam primariamente do número de espécies raras, e nas estimativas de riqueza total (por qualquer método) cada espécie rara tem maior influência no valor obtido que uma espécie abundante. Seja qual for o método de identificação empregado, a chance de detecção de uma espécie diminui com o aumento da lista de espécies já obtidas devido à maior probabilidade de que já tenha sido encontrada uma espécie semelhante a ela. Como resultado pode-se ter uma estabilização do número de espécies durante o inventário, devida a limitações do método de identificação, que pode ser falsamente interpretada como o esgotamento do estoque de espécies na localidade. Portanto a sensibilidade na detecção de espécies é crucial para o estudo de padrões de diversidade.

De qualquer forma, os resultados obtidos confirmam que amostras coletadas com um único método padronizado também podem ser úteis para inventários faunísticos, com a vantagem da quantificação do esforço de coleta.

A sensibilidade ao tamanho amostral já foi observada em outros trabalhos, e parece se dever a deficiências dos métodos, quando lidando com comunidades ricas e heterogêneas (Cowell & Coddington, 1994; Chazdon *et al.*, 1998). Se nos gráficos de acumulação de espécies, por coleta ou por localidade, o número de amostras for apresentado em escala logarítmica (não mostrado), as curvas assumem a forma de uma reta, ou mesmo apresentam alguma aceleração. Vale questionar se nestas condições faz sentido procurar uma estimativa do total de espécies. A solução para este problema seria a extrapolação para o número de amostras possíveis nas matas estudadas que, simples para trabalhos que amostram unidades de área, é indisponível no momento para dados com estas armadilhas.

Por outro lado, a diferença entre as estimativas obtidas para uma mesma localidade em diferentes períodos se deve ao comportamento da taxocenose. Na Tabela 4 pode-se observar que coletas que detectaram uma menor porcentagem do total de espécies da taxocenose não apresentam uma maior proporção de espécies muito raras. Isto quebra um pressuposto essencial de qualquer método de estimativa de riqueza (ver Colwell & Coddington, 1994). Ou seja, em algumas coletas são encontradas poucas espécies, mas a distribuição dos indivíduos encontrados entre as mesmas sugere que estas representam uma boa parte da comunidade.

Existe ainda a hipótese de que as variações temporais nas estimativas de riqueza se devam a variações reais nesta característica das taxocenoses. Seria facilmente aceitável que tenham ocorrido extinções locais na estação fria/seca, no sítio estudado da Serra do Japi, levando-se em conta os baixos valores de disponibilidade observados, e a aparente hostilidade do ambiente neste período.

Também seria uma explicação plausível para a redução de 4 espécies do grupo *repleta* (*D. buzzatii*, *D. nigricruria*, *D. paranaensis* e *D. repleta*) tidas como habitantes de áreas abertas (Vilela *et al.*, 1983) entre a primeira e a segunda coleta de Barreiro Rico. Estas espécies podem ter

populações estáveis nas áreas abertas em torno da mata, e eventualmente adentrar a mata aumentando a sua riqueza (“Mass effect” ver Shmida & Wilson, 1985). Mas a mesma hipótese aparentemente não se aplica à redução entre as mesmas coletas de Barreiro Rico, em 10 espécies do grupo *tripunctata*. As espécies deste grupo apresentam uma notável restrição ecológica a áreas florestais (Sene *et al.*, 1980; Martins, 1987), e dentro destas, ainda parecem apresentar preferências por ambientes úmidos (Pavan, 1959; Capítulo IV). Levando-se em conta a distribuição dos biótopos na Fazenda Barreiro Rico (3 fragmentos florestais cercados por áreas abertas), a distribuição das amostras dentro do fragmento estudado (agregadas em torno do único curso d’água) e o reaparecimento das espécies em coletas seguintes, parece plausível a hipótese de que as espécies deste grupo permaneceram no ambiente estudado sem serem detectadas, sequer como raras, levando a subestimativas da riqueza.

Juntando as limitações dos métodos com as dificuldades impostas pelo sistema, concluímos não ser confiável qualquer estimativa da riqueza total obtida com tal conjunto de dados. Decidimos portanto direcionar a discussão à análise dos valores de riqueza observados.

Caso as ocorrências únicas (espécies presentes em apenas uma amostra) sejam representadas por vários indivíduos, o efeito do número de indivíduos por amostra seria reduzido. Tomemos como exemplo uma amostra com 200 indivíduos, dos quais 5 pertencem a uma espécie presente apenas nesta amostra. Neste caso, se a amostra fosse reduzida para 50 indivíduos, ainda teríamos aproximadamente 77% de chances de encontrar pelo menos 1 animal da espécie, registrando sua presença. No entanto, se a espécie está representada por apenas 1 indivíduo, a probabilidade de encontrá-lo em uma sub-amostra é igual à fração da amostra total que esta representa; no caso 25%.

O número de espécies que ocorreu em apenas uma amostra foi igual ao das representadas por apenas um indivíduo, em 8 dos 10 conjuntos de dados apresentados na Tabela 4. Portanto

diferenças nos números de indivíduos por amostras devem ter tido grande efeito sobre os resultados, confirmando a necessidade de uma análise que leve em conta tal efeito.

Após a padronização dos esforços amostrais as riquezas observadas nas duas localidades foram virtualmente idênticas (Figura 14.b). Isto não significa que elas de fato o sejam, mas que os maiores valores de riqueza observados e estimados por todos os métodos para a Fazenda Barreiro Rico são produto de um artefato. Qualquer que fossem os resultados destas análises, seria precipitado tirar conclusões sobre a relação das riquezas destes sítios. Afinal, se a coleta 1 de Barreiro Rico não tivesse sido realizada, ou fosse adiada, os resultados provavelmente seriam bem diferentes.

Quando verificamos o efeito da proximidade dos cursos d'água, no entanto, encontramos que a maior riqueza observada próximo aos riachos não desaparece com a padronização dos esforços amostrais. Quando feita a verificação de quais espécies estiveram ausentes em cada uma das subdivisões dos conjuntos de dados, observou-se que todas as espécies presentes apenas longe dos riachos, nas duas localidades, eram raras (duas com 3, uma com 2 e doze com 1 indivíduos). Já entre as 39 ocorrências restritas à proximidade dos cursos d'água, houve nove exemplos de espécies representadas por mais de 3 indivíduos. O caso extremo foi *D. briegei*, que na Serra do Japi foi representada por 59 indivíduos, sem ser detectada nas amostras de 40 a 160 metros de distância do riacho. De fato foi observado que parte das espécies de *Drosophila* nestas coletas se encontravam agregadas em torno dos riachos (Capítulo IV), o que pode explicar estes resultados. Ainda assim seria possível que o ambiente longe dos cursos d'água, por representar um diferente habitat, ao ser incluído ampliasse a chance de encontrar mais espécies. No entanto, como todas as espécies encontradas exclusivamente neste ambiente foram muito raras, a hipótese mais simples para explicar sua ausência perto do riacho é o acaso.

Portanto terminamos esta análise com um quadro mais simples do que o antecipado.

Aparentemente a concentração das amostras em ambientes úmidos aumenta a chance de detecção de uma parte das espécies, sem reduzir a chance de detecção de outras. Esta observação carece de confirmação em trabalhos futuros; e o efeito proposto não deve ser superestimado. Nossos dados indicam que os fatores mais importantes para a detecção de espécies nesta taxocenose são, a realização de coletas em épocas diferentes e, em cada coleta, a identificação de um grande número de animais pela terminália masculina.

III.5.4. Equitabilidade

Embora as duas coletas de verão de B. Rico estejam separadas por apenas 2 meses e sejam compostas por números de indivíduos semelhantes, a segunda coleta apresenta metade da riqueza e o dobro da dominância (=1-equitabilidade), medida pelo índice de Simpson, em relação à primeira (coletas 1 e 2 de Barreiro Rico, Tabela 4 e Figura 17). Esta coerência entre riqueza e equitabilidade ao indicar redução de diversidade não ocorre necessariamente. O índice de equitabilidade de Simpson significa simplesmente a probabilidade de 2 indivíduos tomados aleatoriamente na amostra pertencerem a espécies diferentes. Este índice é portanto determinado primariamente pela proporção da amostra representada pelas espécies dominantes (Magurran, 1988), enquanto a riqueza é fortemente influenciada pela cauda de espécies raras da curva de abundância por ordem das espécies. Se algum fator estivesse atuando negativamente apenas sobre algumas das espécies de abundância intermediária na coleta 1 de Barreiro Rico, reduzindo o número de espécies nesta categoria, a dominância medida pelo índice de Simpson teria subido independente da presença de espécies raras. Portanto a perda de diversidade, da forma como se mostrou, indica ser causada por algum fator que atingiu simultaneamente uma boa parte das espécies da comunidade.

É interessante observar que este fenômeno ocorreu durante o período de mais alta disponibilidade de drosófilas observado no trabalho, no qual a taxocenose esteve dominada por *D. willistoni*, uma espécie de ciclo de vida curto (Sevenster & Alphen, 1993b; Martins, 1995). Este fato, juntamente com o padrão de variação sazonal citado, está de acordo com o previsto pelo modelo de Sevenster & Alphen (1993a).

Este modelo se baseia na correlação entre a duração do período de desenvolvimento e longevidade, observada não apenas para drosófilas (Sevenster & Alphen, 1993b), mas para organismos em geral (Charnov & Berrigan, 1990). Devido à natureza repartida e efêmera dos sítios de reprodução do gênero, em condições em que a competição seja importante é esperado que as espécies de ciclo de vida mais curto levem vantagem, pois tomam a parte de que necessitam de cada mancha de recurso e a abandonam antes que se esgote (Wallace, 1974; Hoffman & Parsons, 1989). Os períodos em que a competição deve ser mais importante são justamente aqueles em que exista maior concentração de manchas de recursos, devido ao aumento da disponibilidade de adultos, e conseqüentemente de ovos por unidade de recurso. Já nos períodos em que as manchas de recurso estejam mais distanciadas no espaço e/ou no tempo, tornam-se importantes características do adulto que permitam maior eficiência na transposição destas distâncias. No modelo apresentado por estes autores, esta capacidade estaria bem correlacionada à longevidade do adulto pois a busca das manchas demandaria tempo e resistência a condições adversas.

Não dispomos de dados sobre estes parâmetros da bionomia para a maioria de espécies neotropicais. No entanto, algumas diferenças de maior intensidade são conhecidas pela experiência na manutenção das espécies em laboratório.

As espécies do complexo *willistoni* estão entre as nativas dos neotrópicos que apresentam período de desenvolvimento mais curto (Sevenster & Alphen, 1993b; Martins, 1995), e como

previsto pelo modelo citado, geralmente são mais abundantes em períodos de maior disponibilidade de alimento. As espécies do grupo *tripunctata* por outro lado têm períodos de desenvolvimento mais longos (Sevenster & Alphen, 1993b, e observações pessoais) e apresentam a paradoxal variação sazonal com picos de abundância nos períodos de escassez de frutos e fungos.

No sítio estudado da Serra do Japi, temos coletas na estação quente/úmida com baixa disponibilidade de adultos (em comparação com Barreiro Rico). Nestas condições tivemos o grupo *tripunctata* como importante nesta estação. Este resultado está de acordo com a previsão de que estas espécies também seriam favorecidas pela maior abundância de recursos nesta estação; na ausência de alta disponibilidade de espécies mais competitivas.

No entanto, o aumento da disponibilidade de *D. sturtevanti* na estação quente/úmida, observado neste estudo, assim como em trabalhos anteriores (Pavan, 1959; Torres, 2000), representa uma incoerência com as previsões deste modelo. Esta espécie é, dentre as mais estudadas, uma das que apresenta ciclo de vida mais longo (Sevenster & Alphen, 1993b; Martins, 1995). É possível que esta incoerência resulte de outras diferenças ecológicas entre esta espécie e as demais, mais importantes que os aspectos da bionomia citados. Que esta espécie pode apresentar diferenças ecológicas importantes em relação a outras espécies freqüentes em iscas de banana já havia sido apontada por Pavan (1959), que observou esta espécie se desenvolvendo na resina que escorria de árvores feridas, e não em frutos presentes no mesmo local.

O que podemos afirmar por hora é que existem coincidências importantes entre as previsões do modelo citado, e os padrões que vem sendo observados na assembléia de drosófilas atraídas por frutos em decomposição, em matas brasileiras. Caso venha a ser demonstrada sua real aplicação teremos uma avanço significativo no estudo da ecologia destes animais, interpretando as variações

populacionais das espécies com base em seus mecanismos causadores, e relacionando este últimos com a bionomia das espécies.

III.6. Conclusões

- Tanto as localidades como as estações, dentro do ano estudado, diferiram quanto à disponibilidade de drosófilas.
- Ambas as localidades apresentaram números baixos de indivíduos de espécies introduzidas, indicando que as taxocenoses estudadas apresentam pouca influência antrópica.
- A variação temporal das frequências relativas dos grupos *willistoni* e *tripunctata* esteve de acordo com o que vem sendo encontrado pela maioria dos trabalhos estudando áreas florestais, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. As citadas variações nas frequências são coerentes para a maior parte das espécies de cada grupo.
- A extensão do padrão encontrado nas frequências relativas do grupo *tripunctata*, às variações nas densidades, carece de confirmação em trabalhos futuros.
- Para a comparação das riquezas observadas é necessário o controle de diferenças entre as coletas, não apenas quanto aos números de amostras, mas também quanto aos números de indivíduos.
- O número de espécies obtidas por amostras próximas a cursos d'água é maior do que o obtido com igual esforço longe dos mesmos.
- Os dois componentes da diversidade, riqueza e equitabilidade, apresentam grandes variações em curtos períodos de tempo nesta taxocenose.

IV. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE POPULAÇÕES DE *DROSOPHILA* EM RELAÇÃO À PROXIMIDADE DE RIACHOS.

IV.1. Introdução

IV.1.1. Distribuição Espacial

Os padrões de distribuição espacial das drosófilas dentro de matas ainda são pouco conhecidos. Trabalhos que se dedicaram a esta questão (Burla, *et al.*, 1950; Dobzhanzky & Pavan, 1950; Pavan, 1959) demonstraram grandes diferenças nas densidades encontradas entre pontos próximos. No entanto, pouco foi feito no sentido de descrever e explicar estes fenômenos. Para o avanço de pesquisas com estes animais na natureza torna-se indispensável o conhecimento de sua distribuição, assim como suas causas.

Os dados disponíveis no momento indicam diferenças na ocupação da mata por diferentes espécies. Dobzhanzky & Pavan (1950), Burla *et al.* (1950) e Pavan (1959) demonstraram que as populações de drosófilas encontram-se distribuídas em agregados. Nestes trabalhos foi observado que iscas distando apenas 10 metros entre si podem obter números muito diferentes de moscas; que diferentes espécies apresentam maior concentração em diferentes pontos dos transectos; e que os pontos de maior concentração de moscas variam no tempo. Tais agregados comumente incluíam mais de uma isca adjacente, o que descarta a possibilidade de que se devessem a diferenças na eficiência de atração das iscas.

Estas diferenças nos números de adultos obtidos por iscas tão próximas contrasta com a capacidade de deslocamento destes animais. Powell (1997), em uma revisão dos trabalhos de marcação e recaptura de drosófilas, mostra que o deslocamento diário médio destes organismos,

dependendo das condições ambientais e da espécie, varia de dezenas a centenas metros. Segundo Kimura (1992), algumas drosófilas de florestas seriam fisiologicamente capazes de voar dezenas de quilômetros em algumas horas, antes da exaustão. Devemos portanto interpretar os padrões observados como sendo ativamente produzidos pelo comportamento dos animais.

Apesar disto, em ambientes silvestres, as amostras de *Drosophila* têm sido geralmente tomadas sem um critério claramente definido quanto à sua distribuição espacial, o que dá margem à contaminação dos resultados por efeitos desconhecidos. Este problema será mais crítico se as amostras forem tomadas em áreas onde o coletor espera obter maior número de indivíduos. Como estas áreas são geralmente determinadas com base em variáveis microclimáticas (locais escuros e úmidos), é esperado que este procedimento afete diretamente os resultados. Kimura & Beppu (1993) propõem que parte das variações populacionais locais das espécies abordadas em seu trabalho seja devida à migração sazonal dos adultos ao longo de um gradiente altitudinal. Seria possível que um fenômeno análogo, em escala menor, estivesse ocorrendo em matas tropicais, como resultado de variações na agregação em microhabitats.

A natureza repartida e efêmera dos recursos utilizados pelas formas imaturas das drosófilas tem despertado especial interesse para aspectos da dispersão destes organismos. Atkinson & Shorrocks (1981) apresentam um modelo baseado na agregação intraespecífica, enfatizando sua propriedade de aumentar a competição entre indivíduos da mesma espécie, facilitando assim a coexistência entre espécies. Shorrocks & Rosewell (1986), aplicando este modelo a uma comunidade natural, prevêem a coexistência de até sete espécies, reguladas pela disponibilidade de alimento para as larvas, sem qualquer partilha de recursos entre elas. Em uma revisão sobre o tema, Shorrocks & Sevenster (1995) buscam comparar a importância da agregação intraespecífica para a coexistência, com a de outros fatores, como a partilha de recursos. No entanto, Sevenster & Alphen (1996) apresentam dados que demonstram como a pouca atenção dada a variações

temporais estariam levando a superestimativas dos valores de agregação apresentados na literatura. Variações espaciais no ambiente também podem ter este efeito, levando à medida conjunta da agregação sobre frutos e preferências de microhabitat, quando diferentes preferências de habitat deveriam ser tratados como partilha de recursos.

Finalmente a distribuição espacial das espécies pode fornecer informações valiosas sobre a ecologia destes animais. Dados de preferências por microhabitats, associados a outras fontes de informações, poderão ser úteis na interpretação da distribuição das abundâncias das drosófilas. Ao identificar as variáveis ambientais determinantes na escolha de microhabitats, poderemos inferir quais fatores têm maior efeito sobre as populações. No sentido inverso, conhecendo a distribuição de uma população entre os microhabitats disponíveis, poderemos estimar as condições por ela experimentadas quanto às variáveis ambientais (determinantes ou não no momento da escolha).

Trabalhos pioneiros de Dobzhansky & Pavan (1950), Burla *et al.*, (1950) e Pavan (1959) detectaram alguns padrões quanto à distribuição destes animais em seu ambiente. No entanto, a maior contribuição destes estudos está na rica fonte de hipóteses de trabalho, sendo necessária a aplicação de estudos específicos para o teste das hipóteses apresentadas.

IV.1.2. Umidade

Diferenças quanto à umidade do ar e da serapilheira têm sido postuladas como relevantes para presença de drosófilas em determinado ponto da mata. A importância desta variável ambiental poderia ser presumida com base apenas na suscetibilidade dos adultos à desidratação (Seiger & Woodruff, 1987). Suscetibilidade a que tem sido atribuída parte da variação na atividade destes animais ao longo do dia (Pavan *et al.*, 1950; Belo & Oliveira Filho, 1978; Parsons, 1978). Entre estes períodos de atividade, segundo Pipkin (1965), a umidade também influenciaria a escolha de locais para descanso.

Parsons (1975) observou que a distribuição de adultos de *D. (Scaptodrosophila) inornata* Malloch na vegetação, em matas da Austrália, parece responder de forma previsível a variações de temperatura e umidade. Neste trabalho a variável espacial enfatizada foi a altura sobre a água na vegetação, e um gradiente ambiental de até 9° C de temperatura esteve associado a esta variável. As variações na distribuição dos animais entre locais, coletas e mesmo horários do dia indicam que estes animais se distribuem de acordo com as condições microclimáticas. À medida que a temperatura aumenta e/ou a umidade diminui os adultos desta espécie se aproximam dos corpos d'água. Conforme sugerido pelo autor, e corroborado por experimentos sobre o comportamento (Prince & Parsons, 1977) e a sobrevivência (Parsons, 1979) de outras espécies no laboratório, os efeitos destas duas variáveis (temperatura e umidade) são interdependentes: enquanto em temperaturas mais altas os animais se tornam mais sujeitos à desidratação; ambientes mais úmidos podem ser significativamente mais frios, representando refúgios contra temperaturas altas.

No entanto, os sítios de desenvolvimento das larvas da maioria das espécies de drosófilas (partes de vegetais e fungos em decomposição), podem torná-las mais vulneráveis a efeitos desta variável ambiental. A dependência da umidade decorreria da possibilidade de desidratação da mancha de recursos em que as larvas se encontram, antes que completem seu desenvolvimento. A este fenômeno têm sido atribuídas parte das variações temporais encontradas em populações naturais (Birch & Battaglia, 1957; Pipkin, 1965); assim como a evolução da bionomia de algumas espécies (Toda & Kimura, 1997; Etges & Heed, 1987).

Pavan (1959) fornece o único trabalho, de nosso conhecimento, que testou diretamente a existência de diferenças entre as densidades de drosófilas perto e longe de corpos d'água. Este trabalho foi desenvolvido em duas localidades florestais do Estado de São Paulo, nos municípios de Mogi das Cruzes e Pirassununga. Em cada área o autor colocou iscas separadas em dois grupos (tratamentos); perto e longe da água. Em uma das localidades, no município de Mogi das Cruzes,

foram colocadas 7 iscas perto de um lago. Ao longo de uma trilha foram colocadas mais 6 iscas, a uma distância de 40 a 600 metros das iscas próximas ao lago. Na outra localidade, Pirassununga, foram colocadas 10 iscas perto de um rio e 8 iscas a dois quilômetros do mesmo. Em cada coleta as amostras dentro de cada classe de distância (perto e longe) foram reunidas, não permitindo o estudo da variação dentro de cada classe. Em Pirassununga o tratamento “longe” esteve associado a diferenças florísticas evidentes. Oitenta por cento das árvores longe do rio eram de uma única espécie de palmeira (*Orbignia* sp.) ausente perto do rio; além disto os pontos de amostragem estavam próximos ao limite da mata com uma área de cerrado.

Em cada coleta o autor realizou uma análise de qui-quadrado para cada classe taxonômica (espécies e grupos de espécies que podem ser reconhecidos por morfologia externa) testando a significância da diferença entre perto e longe da água. Ao final de 17 coletas os resultados destes testes foram avaliados subjetivamente, observando-se para cada classe de animais se havia alta recorrência de diferenças significativas no mesmo sentido.

O autor observou diferenças entre os tratamentos para 6 das 9 classes taxonômicas (espécies e grupos de espécies) analisadas em Mogi, e para 7 das 10 classes analisadas em Pirassununga. Para 3 das 6 classes comuns às análises das duas localidades, foram observados resultados significativos concordantes: grupo *tripunctata* (removidas *D. bandeirantium* e *D. angustibucca*); *D. bandeirantium*, e o complexo *willistoni*. O autor ainda pôde observar que as diferenças de abundâncias entre as distâncias se invertiam, ou desapareciam de uma coleta para outra, sem causa aparente.

Os resultados deste trabalho representam um dos melhores indícios disponíveis de que populações de drosófilas apresentam estruturação espacial associada a diferenças microclimáticas, como havia sido sugerido por Dobzhansky & Pavan (1950) e Birch & Battaglia (1957).

Tendo Pavan (1959) encontrado diferenças importantes entre situações extremas, torna-se necessário: verificar a sua generalidade; seu efeito sobre as espécies isoladas e grupos de espécies que não puderam ser analisados pelo autor; descrever o gradiente de forma quantitativa por análises de regressão e, finalmente, buscar os fatores envolvidos na sua determinação, assim como seus mecanismos de atuação.

Não sabemos se o fenômeno descrito por Pavan (1959) existe em resposta a corpos d'água de menor porte, como riachos, que são abundantes em remanescentes florestais, principalmente nas regiões serranas. A caracterização das distâncias relevantes na determinação dos padrões, além de seu valor descritivo, podem nos dar pistas quanto ao significado do fenômeno; enquanto diferenças entre pontos que distem em centenas de metros talvez possam ser atribuídas a distintas taxas de mortalidade e natalidade nos dois locais, diferenças entre pontos próximos (algumas dezenas de metros) são mais plausivelmente interpretadas como escolha de habitat. Finalmente seria desejável o estudo deste gradiente utilizando-se um desenho experimental em que seja alcançada uma replicação genuína em cada distância. Assim o efeito da distância da água, e sua variação no tempo, não poderão ser atribuídos a particularidades de um ponto de amostragem.

Neste trabalho estudamos a ocupação da mata por espécies de drosófilas atraídas por frutos em decomposição. Escolhemos para isto o estudo dos efeitos da proximidade de riachos. Este gradiente ambiental nos pareceu favorável para o início de um estudo sobre as preferências microclimáticas das drosófilas, por sua esperada associação com pelo menos uma variável ambiental conhecida: a umidade do ar ao nível do solo.

Também esperamos estar contribuindo para outros estudos com estes organismos, pois corpos d'água são freqüentes em nossas matas, e a sua proximidade é de fácil detecção e medição, tornando informações sobre seu efeito facilmente aplicáveis a outros trabalhos.

IV.2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho é:

Explorar a distribuição espacial das espécies de *Drosophila* atraídas por frutos em fermentação em 2 áreas florestais do Estado de São Paulo, verificando o efeito da distância de riachos sobre a distribuição das espécies.

IV.3. Análises de Dados

IV.3.1. Placas de ágar

Os resultados de desidratação das placas de ágar foram analisados por uma Análise de Covariância (ANCOVA) com interações, usando-se como fatores as localidades e as coletas, como covariável a distância em relação ao riacho, e como variável resposta a perda de peso das placas. Localidades e coletas foram codificadas como variáveis categóricas, e as coletas foram aninhadas dentro das localidades. O nível de significância usado neste trabalho foi 0,01.

Acompanhando os resultados desta análise foram plotados gráficos de regressão entre a desidratação e a distância do riacho, para cada coleta. Nestes gráficos foram apresentadas curvas ajustadas à desidratação média de cada distância do riacho, portanto cada ponto no gráfico representa a média de 3 pontos de amostragem. No entanto os parâmetros da regressão apresentados para cada coleta foram obtidos em uma análise em que cada ponto de amostragem é tomado como uma observação independente.

IV.3.1. Animais

Para normalizar os dados de contagem de indivíduos foi efetuada a transformação $x = \log_{10}(Q+1)$, conforme recomendação de Fowler & Cohen (1990). A distância medida em

relação ao riacho também foi transformada como $x = \text{Log}_{10}(Q)$, porque nossa hipótese “a priori” (como ilustram as distâncias escolhidas) era de que variações na distância do riachos de mesma magnitude teriam maior efeito perto dos mesmos. Sobre os totais de machos por armadilha foi aplicada uma ANCOVA com interações, usando-se como fatores as localidades, as coletas e os dias; como covariável a distância em relação ao riacho, e como variável resposta o número de indivíduos por amostra. Localidades, coletas e dias foram codificadas como variáveis categóricas. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas.

Para as espécies separadamente, foram incluídos nas análises apenas os dados das coletas que apresentaram 20 ou mais indivíduos. Sobre tais conjuntos de dados aplicou-se o mesmo tipo de análise descrita anteriormente para os totais. Quando a espécie analisada não apresentava o número mínimo de indivíduos em todas as coletas, o desenho da ANCOVA precisou ser reduzido como explicado a seguir: caso não houvesse pelo menos 2 coletas para cada localidade era removido o efeito das localidades; caso houvesse apenas uma coleta este efeito também era removido. Em apenas um caso (*D. ornatifrons*) o efeito do dia não pode ser inserido, devido à perda de amostras da única coleta em que esta espécie atingiu o número mínimo de indivíduos.

Os efeitos das localidades e coletas, nos casos em que coletas foram removidas, carece de significado. Sua inserção no modelo é justificada como forma de viabilizar o adequado estudo da interação entre os mesmos e a distância em relação aos riachos. Os efeitos dos dias, das distâncias, e das interações com a distância, são adequadamente testados nestes modelos.

Para a visualização dos efeitos que haviam sido testados com as ANCOVAs foram apresentados gráficos de regressão por espécie, localidade e coleta. Na confecção destas figuras foram primeiramente tiradas as médias das 3 amostras obtidas em cada ponto (1 por dia). Sobre estas médias (30 valores nos casos em que não houve perda de amostras) foram aplicadas regressões lineares, cujos o coeficiente angular (b) e coeficiente de correlação de Pearson (r) são

apresentados para cada coleta nas figuras. Para a representação gráfica foram calculadas as médias dos 3 valores obtidos para cada distância no passo anterior, os valores assim obtidos foram “plotados” em relação a sua posição no gradiente. Portanto, cada ponto representado nas figuras compõe os resultados de nove amostras (3 dias em 3 pontos). A estes pontos ainda foi ajustada uma linha de tendência.

IV.4. Resultados

IV.4. 1. Placas de Ágar

Foram obtidos dados de desidratação de placas de ágar para 7 das 8 coletas estudadas neste trabalho. As diferenças nas taxas de desidratação da placas de ágar entre coletas parecem ter se devido principalmente à incidência ou não de chuvas (dados não apresentados). Este fenômeno necessariamente interferiu na detecção de padrões na distribuição espacial da desidratação, reduzindo a sensibilidade do teste. Para o emprego futuro deste método, que estávamos aplicando pela primeira vez, recomendamos portanto que as placas sejam protegidas da chuva, possibilitando assim o isolamento do efeito da umidade do ar.

A ANCOVA resultou em efeitos significativos para todos os efeitos testados (Tabela 5). Embora o efeitos isolado da distância tenha sido altamente significativo, menor apenas que o das localidades, pode-se observar na Figura 18 que este resulta do observado em apenas 3 das 7 coletas testadas. O sentido da associação da desidratação com a distância do riacho está de acordo com a hipótese inicial de que a umidade do ar ao nível do solo é maior perto de cursos d’água. No entanto a descrição do fenômeno ficou prejudicada pela incidência de chuvas, e o efeito em questão pode ser bem maior do que pode-se concluir a partir da observação da Figura 18.

IV.4. 2. Animais

Apenas para as coletas de inverno do Japi o esforço de coleta foi reduzido pela perda de amostras. Esta perda resultou do ataque de mamíferos às armadilhas, que foi observado só neste período e nesta localidade (dentre as 5 localidades em que já coletamos com este método). Os totais de pontos amostrados e os totais de amostras nas coletas de inverno do Japi foram: 59 amostras em 23 pontos na coleta 3 e 61 em 29 pontos na coleta 4.

Das 101 espécies coletadas, 40 satisfizeram o critério para a inclusão nas análises. Os resultados das ANCOVAs para o total de machos e para as espécies separadas estão apresentados nas Tabelas 6 a 47. Juntamente com estas tabelas são apresentadas figuras ilustrando a distribuição dos indivíduos de cada espécie em relação ao gradiente estudado (Figuras 19 a 60).

Para os totais de machos todos os efeitos testados foram significativos, menos as interações entre a distância do riacho e os fatores localidades e dias (Tabela 6). O efeito isolado da distância foi o segundo maior, ficando atrás apenas do efeito das localidades. Este resultado é surpreendente se levarmos em conta as grandes diferenças entre as coletas (ver Capítulo III, Figura 7) e entre dias (ver Capítulo III, Figura 8). A tendência observada em todas as coletas foi no sentido da ocorrência de mais animais próximo aos riachos (Figura 19).

Do grupo *annulimana* foi analisada apenas *D. annulimana*, e apenas na quarta coleta do Japi, quando foram coletados 23 indivíduos desta espécie. Não foi encontrada tendência significativa para qualquer dos efeitos testados (Tabela 7 e Figura 20).

O grupo *calloptera* também teve estudada apenas uma espécie, *D. atrata*. Foram analisadas as coletas 3 e 4 de Barreiro Rico; sendo encontrados efeitos significativos para a diferença entre coletas e para a distância do riacho; mas não para o efeito dos dias, ou para qualquer interação (Tabela 8). Pode ser observado na Figura 21 que o efeito da distância é devido principalmente à coleta 3. Nas duas coletas houve tendência de associação negativa com a distância do riacho.

Tabela 5. Análise de variância (procedimento linear generalizado) dos dados de desidratação das placas de agar. As coletas foram aninhadas dentro das localidades. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

	Fonte	gl	MQ	F	P
Dois sítios	Localidade	1	2.85	47.3	<0,001
	Coleta	5	0.69	11.5	<0,001
	Distância	1	2.82	46.9	<0,001
	Distância*Loc.	1	1.85	30.8	<0,001
	Distância*Coleta	5	0.39	6.5	<0,001
	Erro	164	0.06		

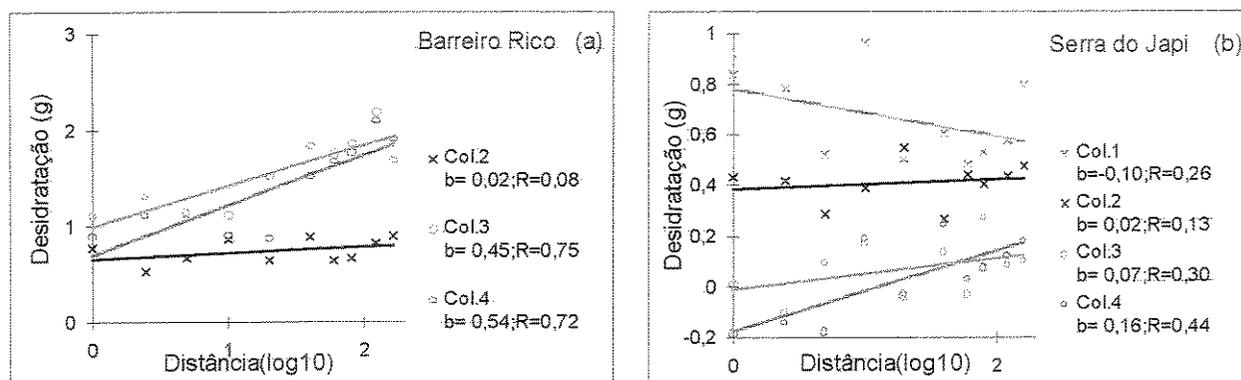


Figura 18. Desidratação das placas de agar em função da distância do riacho. A desidratação foi medida como a variação no peso da placa durante os 3 dias de campo. Nas figuras são apresentados apenas a média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho, mas os parâmetros apresentados foram obtidos pela análise dos dados de cada ponto de amostragem separados. (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de pontos de amostragem incluídos em cada análise foram: 19 na coleta 2; 26 na coleta 3, e 25 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de pontos de amostragem incluídos em cada análise foram: 28 na coleta 1; 26 na coleta 2; 28 na coleta 3, e 28 na coleta 4.

Tabela 6. Análise de covariância dos totais de machos de *Drosophila*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	20,528	199,296	<0,001
Coleta	6	0,949	9,216	<0,001
Dia	16	0,445	4,325	<0,001
Distância	1	5,697	55,310	<0,001
Distância	1	0,396	3,844	0,050
*Localidade				
Distância	6	0,451	4,376	<0,001
*Coleta				
Distância	16	0,168	1,632	0,056
*Dia				
Erro	610	0,103		

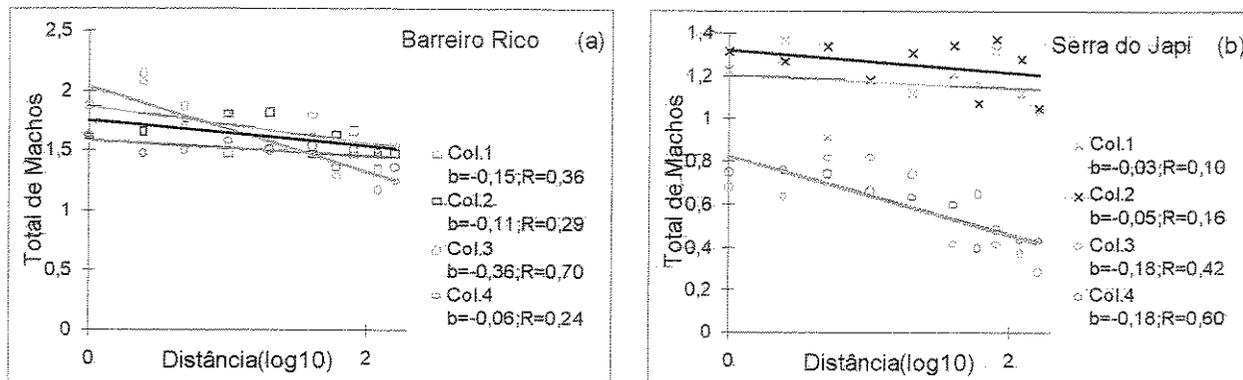


Figura 19. Totais de machos de *Drosophila* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de indivíduos incluídos em cada análise foram: 7205 na coleta 1; 6349 na coleta 2; 4955 na coleta 3, e 3211 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de indivíduos incluídos em cada análise foram: 1580 na coleta 1; 2042 na coleta 2; 302 na coleta 3, e 256 na coleta 4.

Tabela 7. Análise de covariância dos números de machos de *D. annulimana*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 4 do Japi.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	1	0,15	6,15	0,016
Distância	2	0,01	0,23	0,799
Distância *Dia	2	0,03	1,35	0,267
Erro	55	0,03		

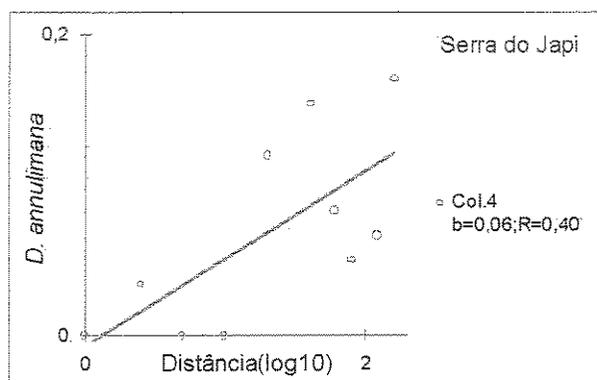


Figura 20. Totais de machos de *D. annulimana* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Foram incluídos 23 indivíduos nesta análise.

Tabela 8. Análise de covariância dos números de machos de *D. atrata*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Coletas 3 e 4 de Barreiro Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	2.279	36.350	<0.001
Dia	4	0,139	2.225	0,068
Distância	1	0,599	9.562	0,002
Distância *Coleta	1	0,387	6.171	0,014
Distância *Dia	4	0,071	1.135	0,342
Erro	168	0,063		

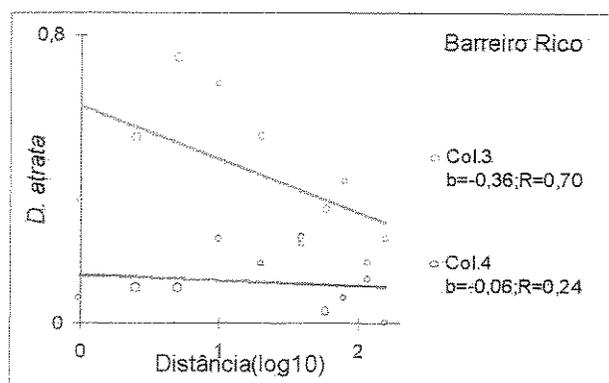


Figura 21. Totais de machos de *D. atrata* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 215 na coleta 3 e 44 coleta 4.

Tabela 9. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp5*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Apenas coleta 2 do Japi

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,09	4,48	0,014
Distância	1	0,20	10,28	0,002
Distância *Dia	2	0,03	1,79	0,174
Erro	84	0,02		

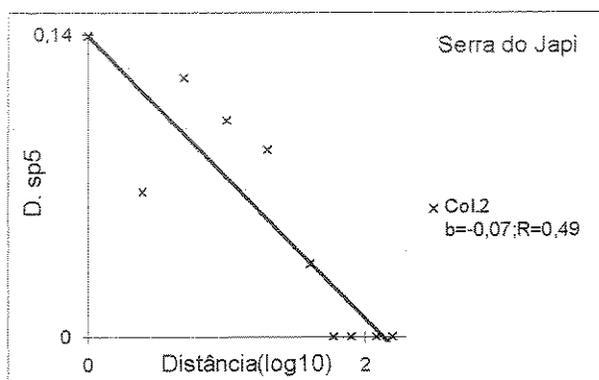


Figura 22. Totais de machos de *D. sp5* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Foram incluídos 21 indivíduos nesta análise.

Obs: O ponto equivalente à distância 1 (0 na escala logarítmica) está ocultado pela linha de tendência.

Tabela 10. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp7*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Todas de B. Riço.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	3	0,65	7,18	<0,001
Dia	8	0,44	4,92	<0,001
Distância	1	0,04	0,46	0,500
Distância *Coleta	3	0,71	7,89	<0,001
Distância *Dia	8	0,14	1,54	0,141
Erro	336	0,09		

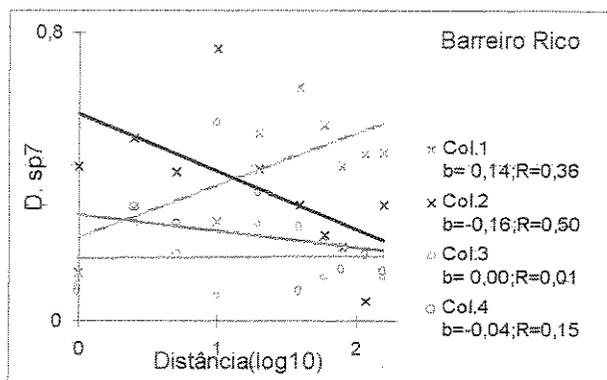


Figura 23. Totais de machos de *D. sp7* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de indivíduos incluídos em cada análise foram: 270 na coleta 1; 236 na coleta 2; 77 na coleta 3, e 113 na coleta 4.

Tabela 11. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp42*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 1 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,00	0,23	0,796
Distância	1	0,04	1,86	0,176
Distância *Dia	2	0,01	0,62	0,541
Erro	84	0,02		

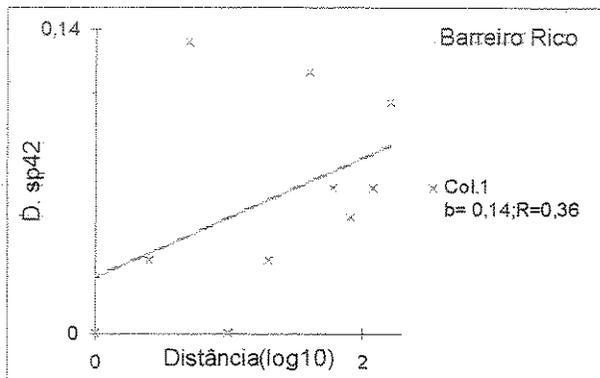


Figura 24. Totais de machos de *D. sp42* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 20 animais.

Tabela 12. Análise de covariância dos números de machos de *D. neocardini*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta um de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,04	1,64	0,200
Distância	1	0,00	0,05	0,817
Distância *Dia	2	0,06	2,16	0,122
Erro	84	0,03		

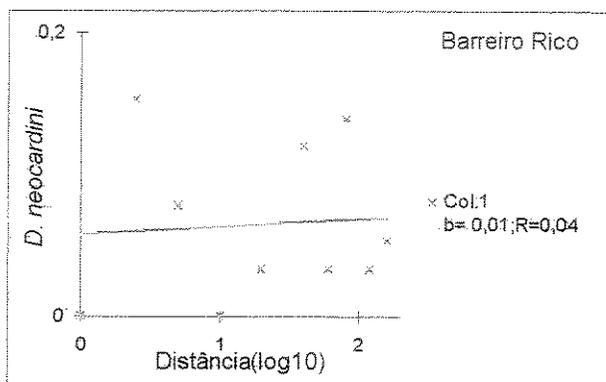


Figura 25. Totais de machos de *D. neocardini* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 24 animais.

Tabela 13. Análise de covariância dos números de machos de *D. polymorpha*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em **negrito**.

Coletas 1, 2 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	2	0,07	1,82	0,163
Dia	6	0,02	0,47	0,831
Distância	1	0,00	0,12	0,730
Distância	2	0,07	1,92	0,149
*Coleta				
Distância	6	0,03	0,66	0,686
*Dia				
Erro	252	0,04		

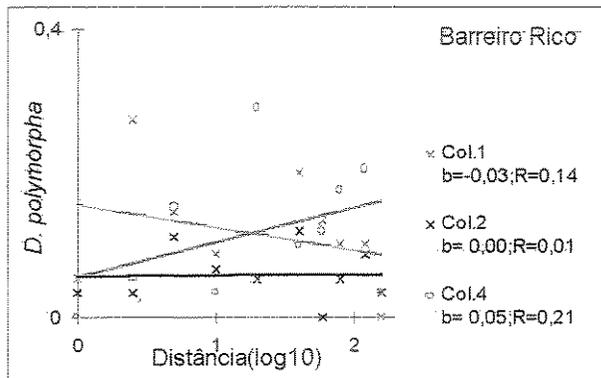


Figura 26. Totais de machos de *D. polymorpha* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de indivíduos incluídos em cada análise foram: 49 na coleta 1; 26 na coleta 2, e 47 na coleta 4.

Tabela 14. Análise de covariância dos números de machos de *D. briegei*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 2 do Japi.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	1	0,142	7,679	0,008
Distância	1	0,689	37,146	<0,001
Distância *Dia	1	0,106	5,724	0,020
Erro	56	0,019		

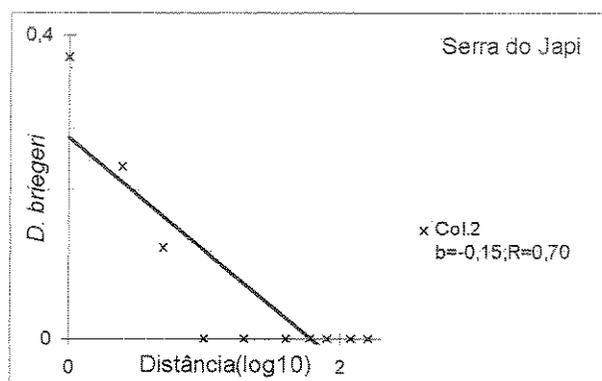


Figura 27. Totais de machos de *D. briegei* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Foram incluídos 30 indivíduos nesta análise.

Tabela 15. Análise de covariância dos números de machos de *D. griseolineata*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 do Japi, e 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	7,65	79,32	<0,001
Coleta	3	2,95	30,62	<0,001
Dia	10	0,70	7,29	<0,001
Distância	1	1,14	11,83	0,001
Distância	1	0,67	6,94	0,009
*Localidade				
Distância	3	1,23	12,75	<0,001
*Coleta				
Distância	10	0,11	1,10	0,360
*Dia				
Erro	418	0,10		

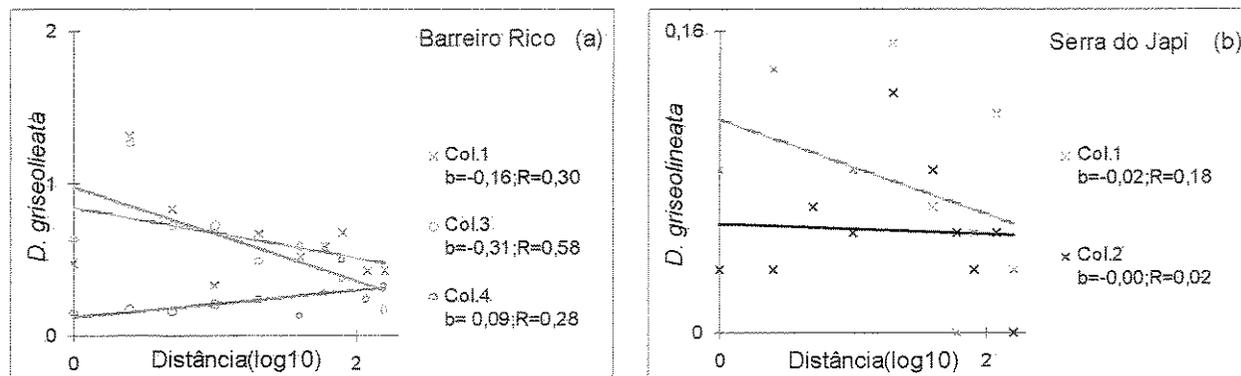


Figura 28. Totais de machos de *D. griseolineata* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de indivíduos incluídos em cada análise foram: 1385 na coleta 1; 530 na coleta 3, e 109 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de indivíduos incluídos em cada análise foram: 27 na coleta 1, e 21 na coleta 2.

Tabela 16. Análise de covariância dos números de machos de *D. guaru*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Coletas 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	2	0,00	0,09	0,917
Dia	6	0,01	0,15	0,989
Distância	1	1,06	30,90	<0,001
Distância *Coleta	2	0,08	2,21	0,112
Distância *Dia	6	0,02	0,52	0,795
Erro	252	0,03		

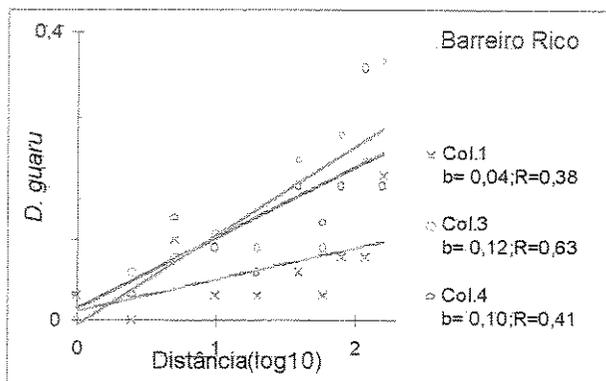


Figura 29. Totais de machos de *D. guaru* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 23 na coleta 1; 3 na coleta 3, e 57 na coleta 4.

Tabela 17. Análise de covariância dos números de machos de *D. maculifrons*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em **negrito**.

Coletas 1 e 3 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	0,07	1,18	0,279
Dia	4	0,12	2,23	0,068
Distância	1	0,56	10,22	0,002
Distância	1	0,00	0,01	0,946
*Coleta				
Distância	4	0,02	0,33	0,860
*Dia				
Erro	168	0,06		

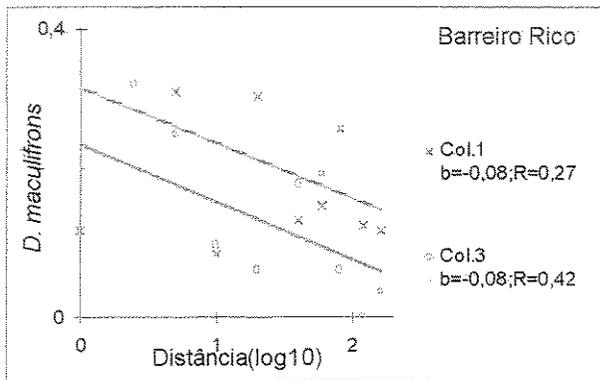


Figura 30. Totais de machos de *D. maculifrons* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 116 na coleta 1, e 52 na coleta 3.

Tabela 18. Análise de covariância dos números de machos de *D. ornatifrons*. Não pode ser inserido o efeito dos dias devido à perda de amostras nesta coleta. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 4 do Japi.

Fonte	gl	MQ	F	P
Distância	1	0,04	1,13	0,292
Resíduo	59	0,04		

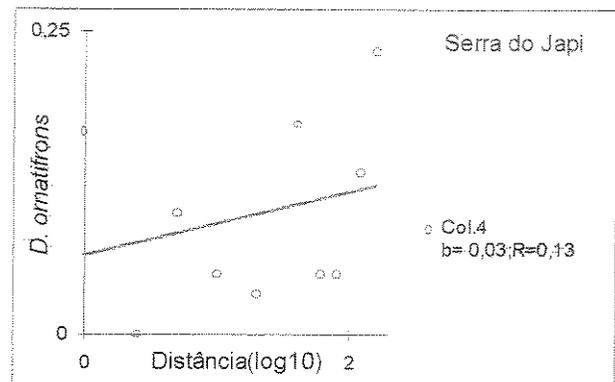


Figura 31. Totais de machos de *D. ornatifrons* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Foram incluídos 30 animais nesta análise.

Tabela 19. Análise de covariância dos números de machos de *D. onca*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Todas as coletas de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	3	0,21	2,76	0,042
Dia	8	0,11	1,44	0,179
Distância	1	0,01	0,10	0,752
Distância *Coleta	3	0,19	2,48	0,061
Distância *Dia	8	0,05	0,62	0,764
Erro	336	0,08		

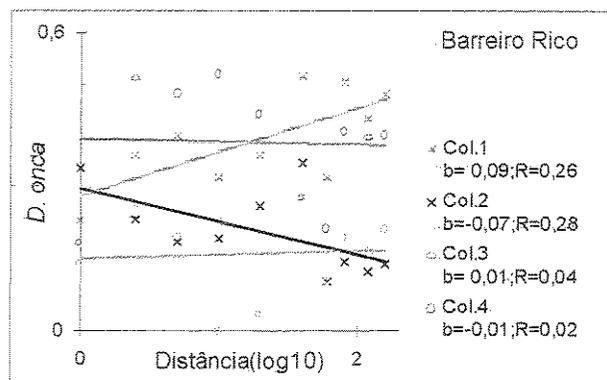


Figura 32. Totais de machos de *D. onca* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 221 na coleta 1, 85 na coleta 2; 58 na coleta 3, e 180 na coleta 4.

Tabela 20. Análise de covariância dos números de machos de *D. bandeirantorum*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 1 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,12	4,39	0,015
Distância	1	0,17	6,36	0,014
Distância *Dia	2	0,11	4,00	0,022
Erro	84	0,03		

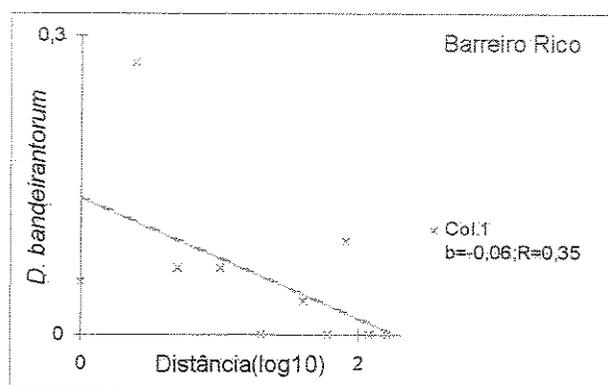


Figura 33. Totais de machos de *D. bandeirantorum* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 27 animais.

Tabela 21. Análise de covariância dos números de machos de *D. bifilum*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Coletas 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	2	0,30	8,23	<0,001
Dia	6	0,10	2,60	0,018
Distância	1	0,53	14,36	<0,001
Distância *Coleta	2	0,25	6,87	0,001
Distância *Dia	6	0,06	1,51	0,177
Erro	252	0,04		

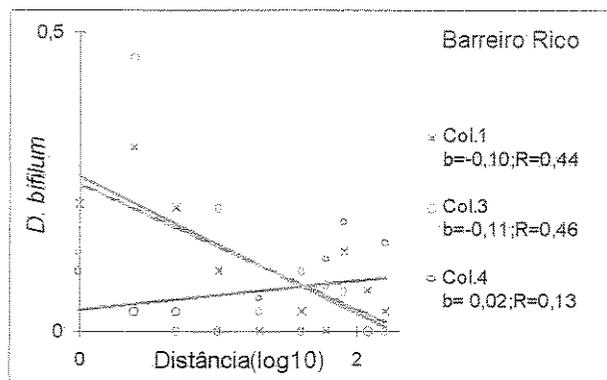


Figura 34. Totais de machos de *D. bifilum* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 54 na coleta 1, 45 na coleta 3, e 28 na coleta 4.

Obs: A linha de tendência da coleta 3 foi ligeiramente modificada (foçando uma modificação de 0,015 no intercepto) para separa-la daquela da coleta 1. Originalmente a sobreposição era exata.

Tabela 22. Análise de covariância dos números de machos de *D. mediopicta*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Todas as coletas do Japi.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	3	0,02	0,47	0,701
Dia	8	0,06	1,95	0,054
Distância	1	0,38	12,12	0,001
Distância *Coleta	3	0,03	0,89	0,446
Distância *Dia	8	0,05	1,68	0,103
Erro	274	0,03		

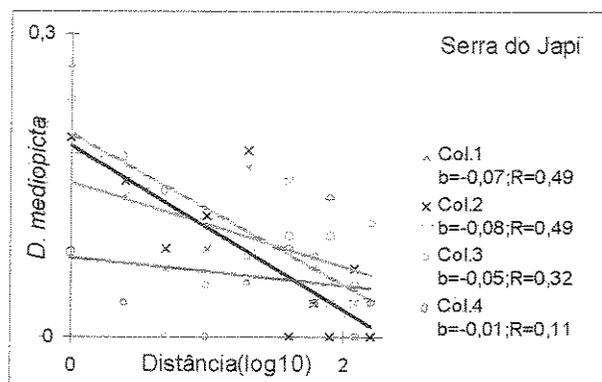


Figura 35. Totais de machos de *D. mediopicta* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 39 na coleta 1, 33 na coleta 2; 26 na coleta 3, e 22 na coleta 4.

Tabela 23. Análise de covariância dos números de machos de *D. mediopunctata*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1, 2 e 3 do Japi, e coletas 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	0,98	19,54	<0,001
Coleta	4	0,51	10,23	<0,001
Dia	12	0,20	3,93	<0,001
Distância	1	0,74	14,76	<0,001
Distância *Localidade	1	0,25	4,95	0,027
Distância *Coleta	4	0,30	6,06	<0,001
Distância *Dia	12	0,09	1,82	0,042
Erro	471	0,05		

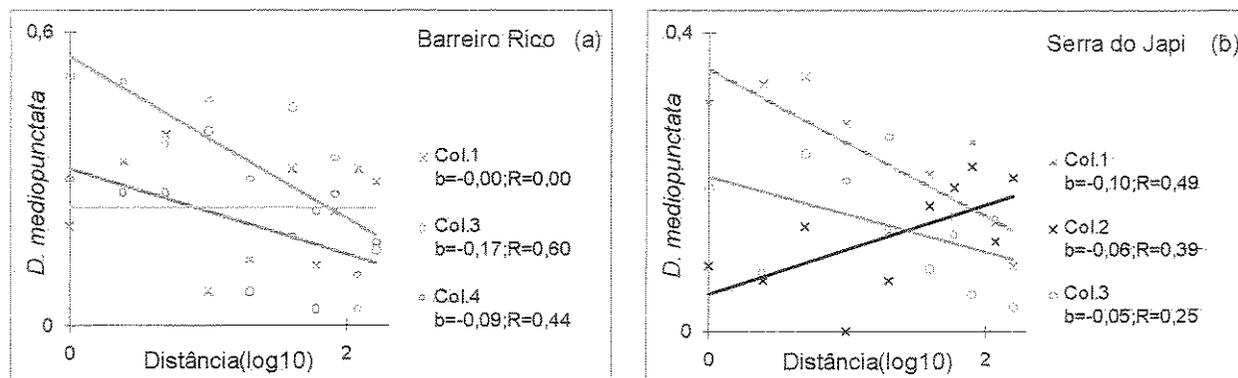


Figura 36. Totais de machos de *D. mediopunctata* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 112 na coleta 1; 156 na coleta 3, e 75 na coleta. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 88 na coleta 1; 43 na coleta 2, e 30 na coleta 3.

Tabela 24. Análise de covariância dos números de machos de *D. mediostrciata*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 2 do Japi, e 1 e 3 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	2	0,14	4,94	0,008
Dia	6	0,12	4,25	<0,001
Distância	1	0,00	0,11	0,741
Distância *Coleta	2	0,15	4,97	0,008
Distância *Dia	6	0,01	0,50	0,812
Erro	252	0,03		

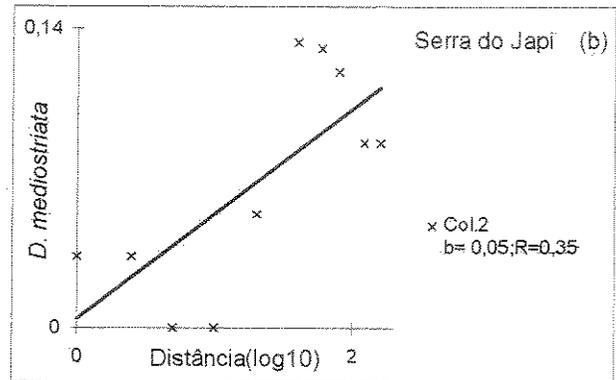
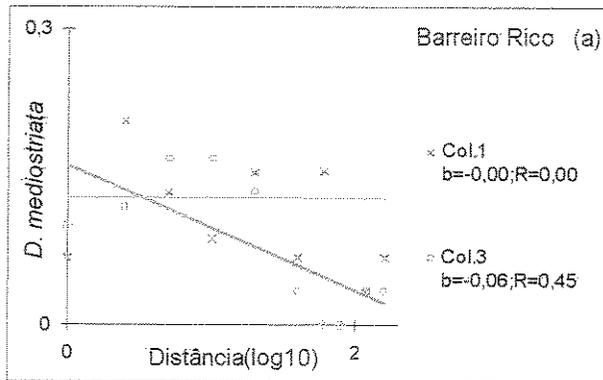


Figura 37. Totais de machos de *D. mediostrciata* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 74 na coleta 1, e 26 na coleta. (b) Resultados da Serra do Japi- Foram incluídos 26 animais nesta análise.

Tabela 25. Análise de covariância dos números de machos de *D. paraguayensis*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1, 2 e 3 do Japi, e todas de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	3.525	35.327	<0.001
Coleta	5	6.780	67.953	<0.001
Dia	14	0.691	6.923	<0.001
Distância	1	10.150	101.730	<0.001
Distância	1	0.279	2.795	0.095
*Localidade				
Distância	5	0.987	9.891	<0.001
*Coleta				
Distância	14	0.120	1.204	0.268
*Dia				
Erro	526	0.100		

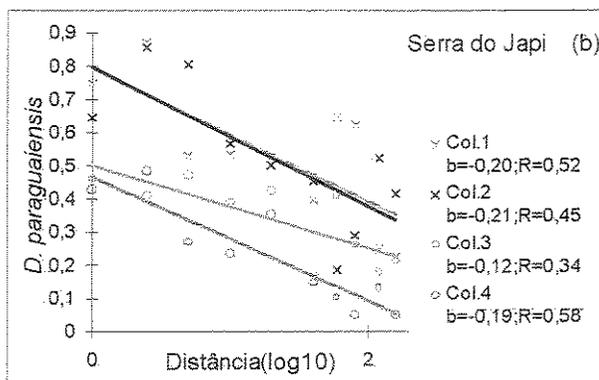
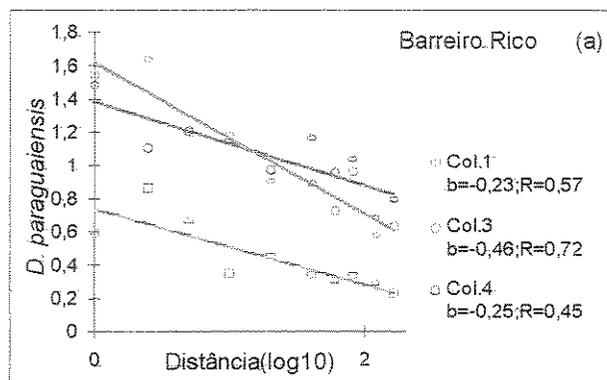


Figura 38. Totais de machos de *D. paraguayensis* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 563 na coleta 1; 1693 na coleta 3, e 1404 na coleta. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 436 na coleta 1; 394 na coleta 2; 129 na coleta 3, e 53 na coleta 4.

Tabela 26. Análise de covariância dos números de machos de *D. paramediotriata*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 3 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	2,44	26,82	<0,001
Dia	4	0,48	5,30	<0,001
Distância	1	3,69	40,58	<0,001
Distância *Coleta	1	1,19	13,09	<0,001
Distância *Dia	4	0,11	1,18	0,320
Erro	168	0,09		

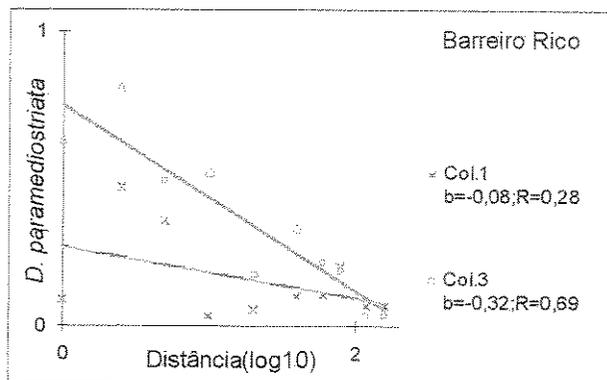


Figura 39. Totais de machos de *D. paramediotriata* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 114 na coleta 1, e 254 na coleta 3.

Tabela 27. Análise de covariância dos números de machos de *D. roehrae*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 1 do Japi.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,05	2,08	0,128
Distância	1	0,19	7,67	0,006
Distância *Dia	2	0,00	0,17	0,843
Erro	172	0,03		

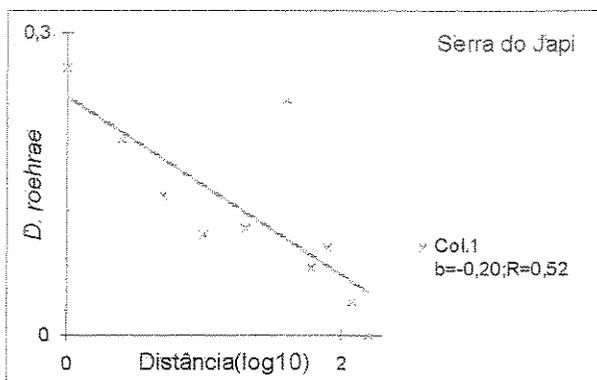


Figura 40. Totais de machos de *D. roehrae* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 47 indivíduos.

Tabela 28. Análise de covariância dos números de machos de *D. spinatermina*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 3 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	0,03	0,95	0,332
Dia	4	0,02	0,72	0,580
Distância	1	0,13	3,78	0,053
Distância	1	0,00	0,02	0,879
*Coleta				
Distância	4	0,01	0,28	0,892
*Dia				
Erro	168	0,03		

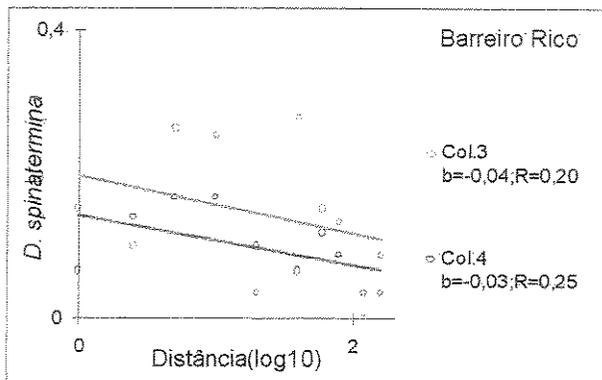


Figura 41. Totais de machos de *D. spinatermina* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 54 na coleta 3, e 32 na coleta 4.

Tabela 29. Análise de covariância dos números de machos de *D. trapeza*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 3 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,029	1,340	0,265
Distância	1	0,002	0,077	0,782
Distância *Dia	2	0,014	0,641	0,528
Erro	174	0,022		

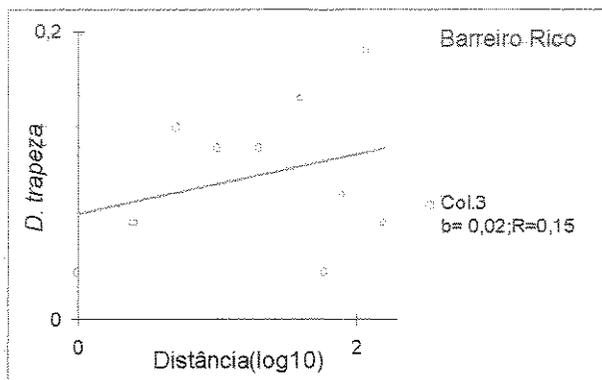


Figura 42. Totais de machos de *D. trapeza* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 32 na coleta 3, e 17 na coleta 4.

Tabela 30. Análise de covariância dos números de machos de *D. trifilum*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Coletas 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	2	1,46	17,17	<0,001
Dia	6	0,53	6,31	<0,001
Distância	1	4,33	51,14	<0,001
Distância *Coleta	2	0,45	5,31	0,006
Distância *Dia	6	0,22	2,60	0,019
Erro	252	0,09		

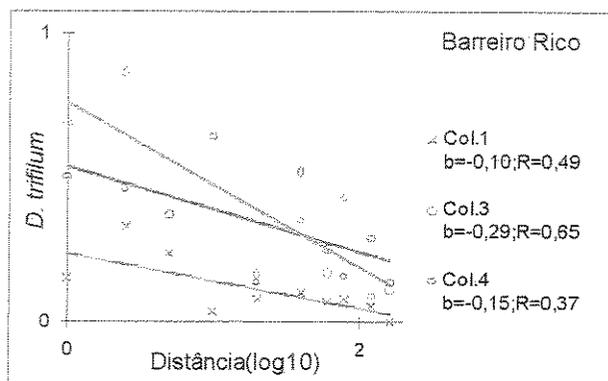


Figura 43. Totais de machos de *D. trifilum* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 86 na coleta 1; 264 na coleta 3, e 189 na coleta 4.

Tabela 31. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp15*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 2 e 3 do Japi, e 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	0,03	0,68	0,410
Coleta	2	0,05	1,34	0,263
Dia	8	0,03	0,81	0,599
Distância	1	0,07	1,74	0,188
Distância	1	0,07	1,79	0,183
*Localidade				
Distância	2	0,03	0,71	0,493
*Coleta				
Distância	8	0,02	0,37	0,935
*Dia				
Erro	305	0,04		

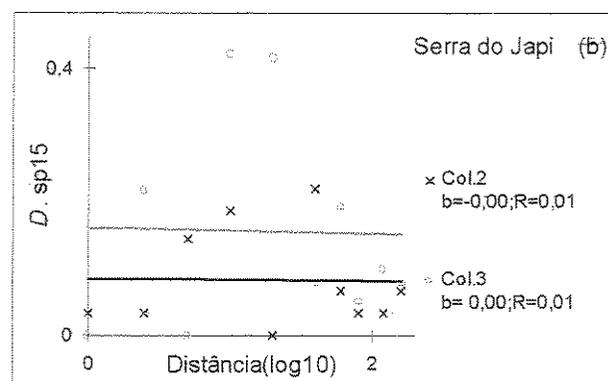
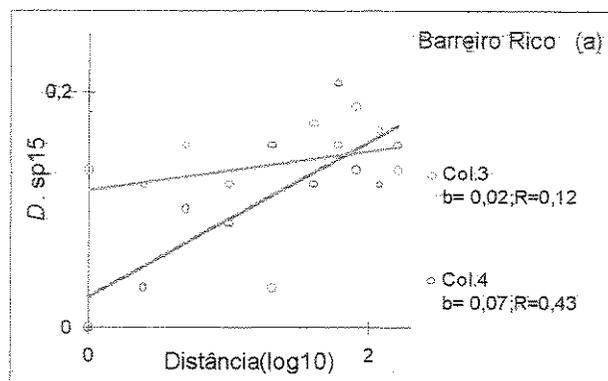


Figura 44. Totais de machos de *D. sp15* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 45 na coleta 3, e 37 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 33 na coleta 2; e 58 na coleta 3.

Tabela 32. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp22*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 1 do Japi.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,04	2,01	0,141
Distância	1	0,02	0,80	0,373
Distância *Dia	2	0,02	1,04	0,357
Erro	82	0,02		

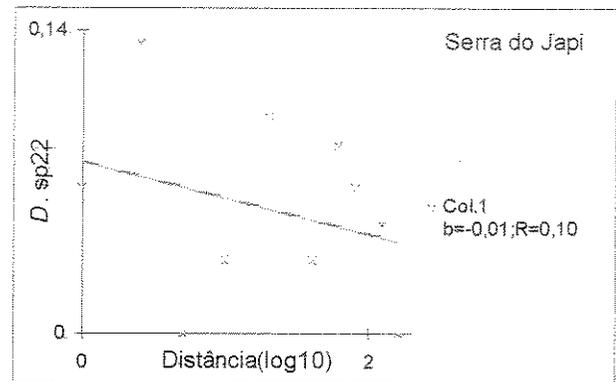


Figura 45. Totais de machos de *D. sp22* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 20 animais.

Tabela 33. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp28*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Coletas 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	2	5,93	92,30	<0,001
Dia	6	0,30	4,59	<0,001
Distância	1	3,87	60,20	<0,001
Distância *Coleta	2	1,10	17,05	<0,001
Distância *Dia	6	0,09	1,34	0,240
Erro	252	0,06		

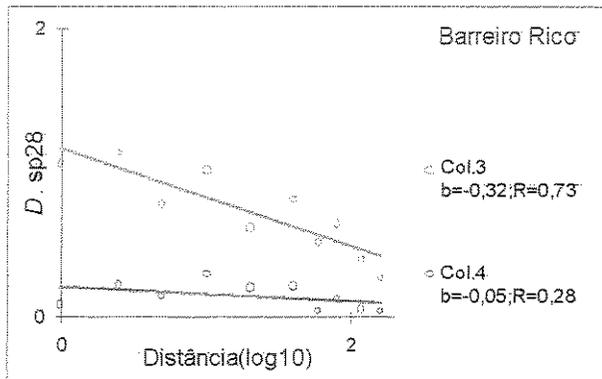


Figura 46. Totais de machos de *D. sp28* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 73 na coleta 1; 659 na coleta 3, e 52 na coleta 4.

Tabela 34. Análise de covariância dos números de machos de *D. caponei*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 1 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,11	3,50	0,035
Distância	1	0,51	16,00	<0,001
Distância *Dia	2	0,05	1,64	0,201
Erro	84	0,03		

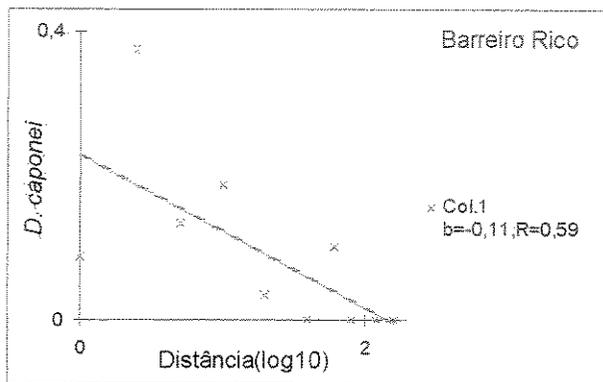


Figura 47. Totais de machos de *D. caponei* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 38 animais.

Tabela 35. Análise de covariância dos números de machos de *D. malerkotiana*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 2 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	1,24	15,99	<0,001
Distância	1	0,10	1,35	0,249
Distância *Dia	2	0,13	1,68	0,193
Erro	84	0,08		

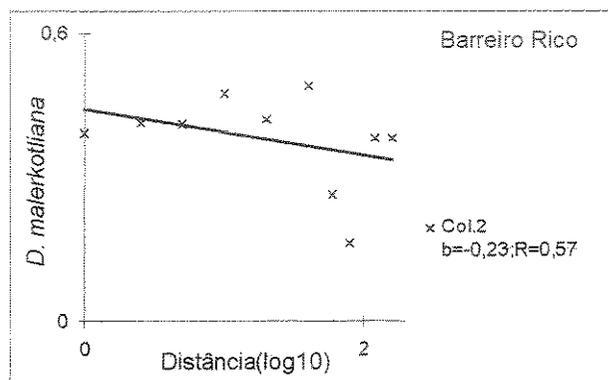


Figura 48. Totais de machos de *D. malerkotiana* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 244.

Tabela 36. Análise de covariância dos números de machos de *D. simulans*. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coleta 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Dia	2	0,05	0,53	0,592
Distância	1	0,66	7,61	0,007
Distância *Dia	2	0,07	0,78	0,464
Erro	84	0,09		

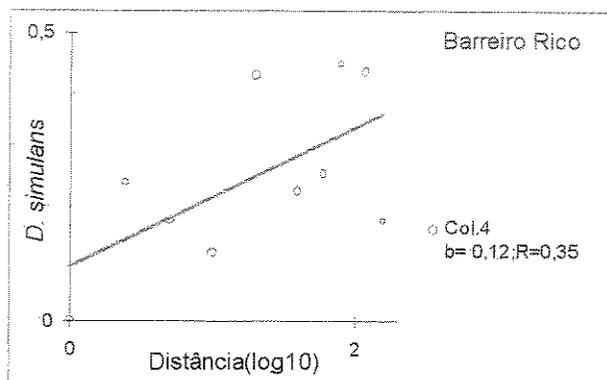


Figura 49. Totais de machos de *D. simulans* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Nesta análise foram incluídos 141 animais.

Tabela 37. Análise de covariância dos números de machos de *D. prosaltans*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	0,25	5,73	0,018
Dia	4	0,27	6,18	<0,001
Distância	1	0,10	2,31	0,131
Distância	1	0,02	0,54	0,462
*Coleta				
Distância	4	0,04	0,93	0,447
*Dia				
Erro	168	0,04		

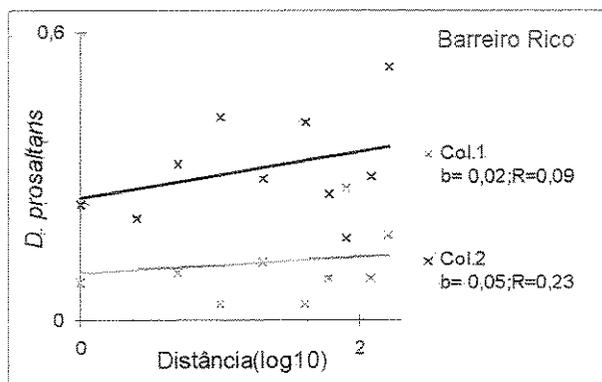


Figura 50. Totais de machos de *D. prosaltans* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 44 na coleta 1; e 181 na coleta 2.

Tabela 38. Análise de covariância dos números de machos de *D. sturtevantii*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 do Japi, e 1, 2 e 4 de B. Rico.

Fonte	G. de liberdade	Média dos quadrados	F	P
Localidade	1	11,507	96,024	<0,001
Coleta	2	5,807	48,457	<0,001
Dia	2	0,366	3,058	0,048
Distância	1	0,626	5,221	0,023
Distância	1	0,219	1,831	0,177
*Localidade				
Distância	2	0,265	2,212	0,111
*Coleta				
Distância	2	0,019	0,158	0,854
*Dia				
Erro	436	0,12		

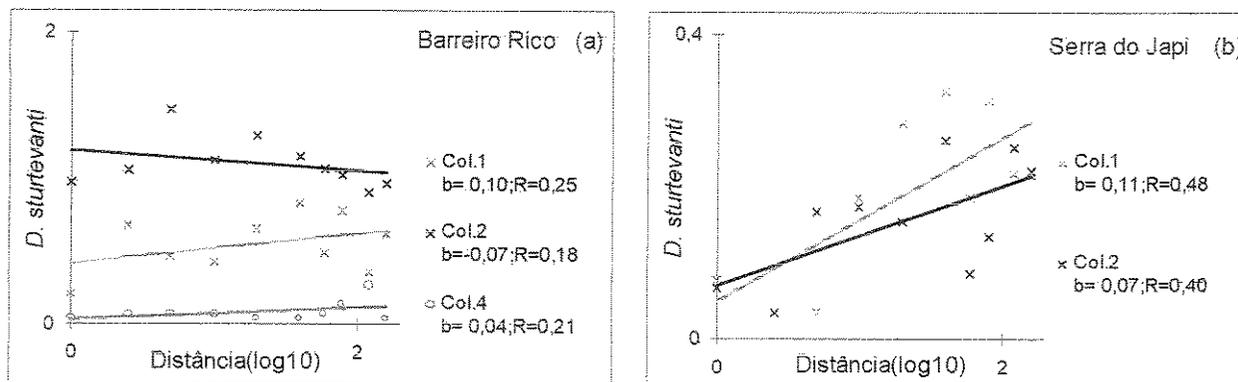


Figura 51. Totais de machos de *D. sturtevantii* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 400 na coleta 1; 1711 na coleta 2; 19 na coleta 3, e 30 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 89 na coleta 1; e 62 na coleta 2.

Tabela 39. Análise de covariância dos números de machos de *D. capricorni*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 do Japi, e 1 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	0,03	0,30	0,586
Dia	4	0,03	0,24	0,913
Distância	1	0,09	0,77	0,382
Distância *Coleta	1	0,00	0,02	0,876
Distância *Dia	4	0,08	0,69	0,603
Erro	256	0,12		

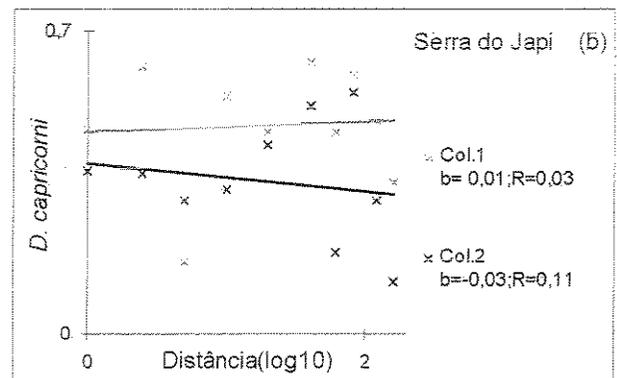
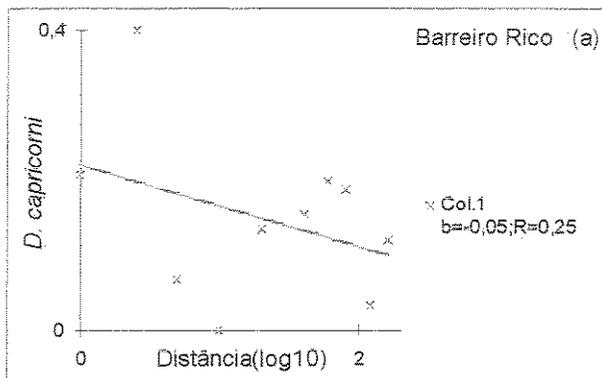


Figura 52. Totais de machos de *D. capricorni* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Nesta análise foram incluídos 84 animais. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 290 na coleta 1; e 187 na coleta 2.

Tabela 40. Análise de covariância dos números de machos de *D. fumipennis*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 3 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	0,22	6,49	0,012
Dia	4	0,11	3,14	0,016
Distância	1	0,15	4,45	0,036
Distância	1	0,01	0,24	0,627
*Coleta				
Distância	4	0,08	2,38	0,054
*Dia				
Erro	168	0,03		

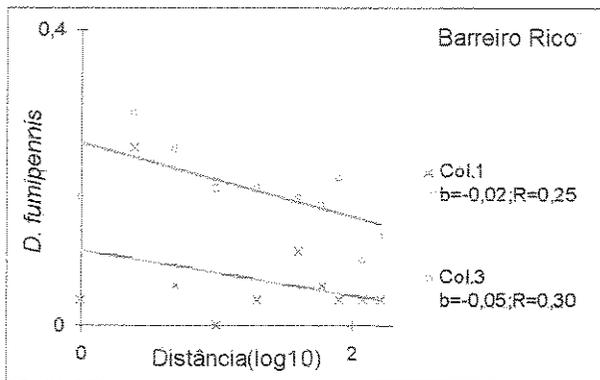


Figura 53. Totais de machos de *D. fumipennis* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 21 na coleta 1; e 68 na coleta 3.

Tabela 41. Análise de covariância dos números de machos de *D. nebulosa*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	0,10	3,16	0,077
Dia	4	0,38	11,63	<0,001
Distância	1	0,05	1,64	0,202
Distância *Coleta	1	0,03	0,77	0,381
Distância *Dia	4	0,02	0,59	0,669
Erro	168	0,03		

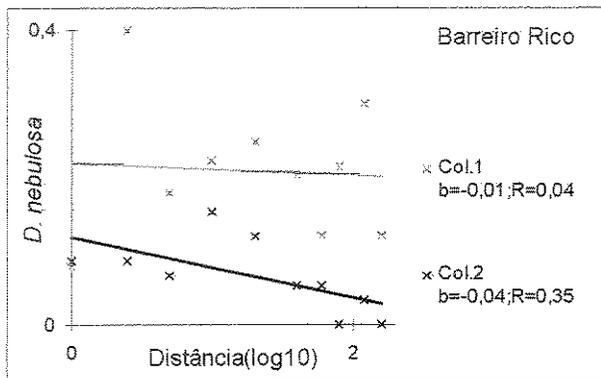


Figura 54. Totais de machos de *D. nebulosa* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 113 na coleta 1; e 22 na coleta 2.

Tabela 42. Análise de covariância dos números de machos de *D. paulistorum*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 das duas localidades.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	1,50	9,95	0,002
Coleta	1	1,39	9,17	0,003
Dia	2	0,21	1,37	0,255
Distância	1	0,53	3,53	0,061
Distância	1	0,44	2,89	0,090
*Localidade				
Distância	1	0,11	0,71	0,402
*Coleta				
Distância	2	0,12	0,80	0,452
*Dia				
Erro	348	0,15		

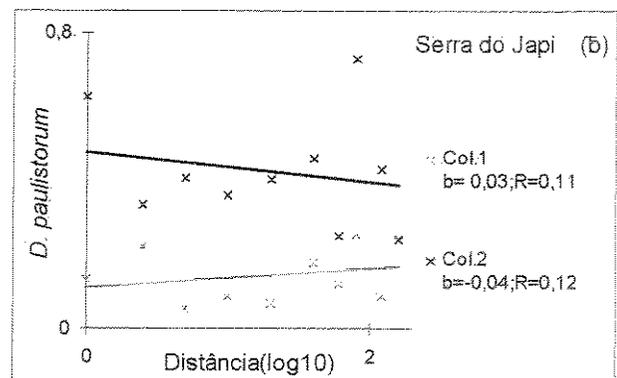
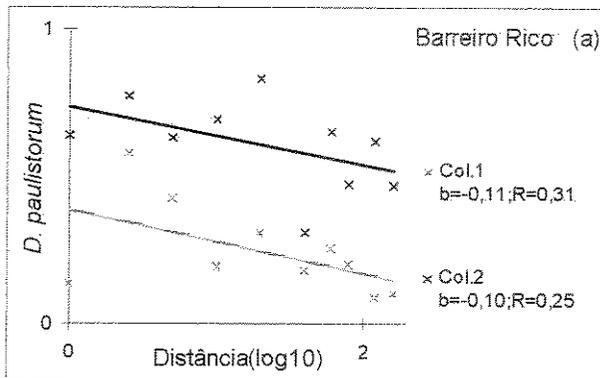


Figura 55. Totais de machos de *D. paulistorum* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 64 na coleta 1; e 244 na coleta 2. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 144 na coleta 1; e 187 na coleta 2.

Tabela 43. Análise de covariância dos números de machos de *D. willistoni*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 do Japi, e todas de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	3,62	25,05	<0,001
Coleta	4	7,33	50,68	<0,001
Dia	12	0,32	2,22	0,010
Distância	1	0,51	3,54	0,061
Distância	1	1,03	7,09	0,008
*Localidade				
Distância	4	0,86	5,97	<0,001
*Coleta				
Distância	12	0,19	1,31	0,209
*Dia				
Erro	502	0,15		

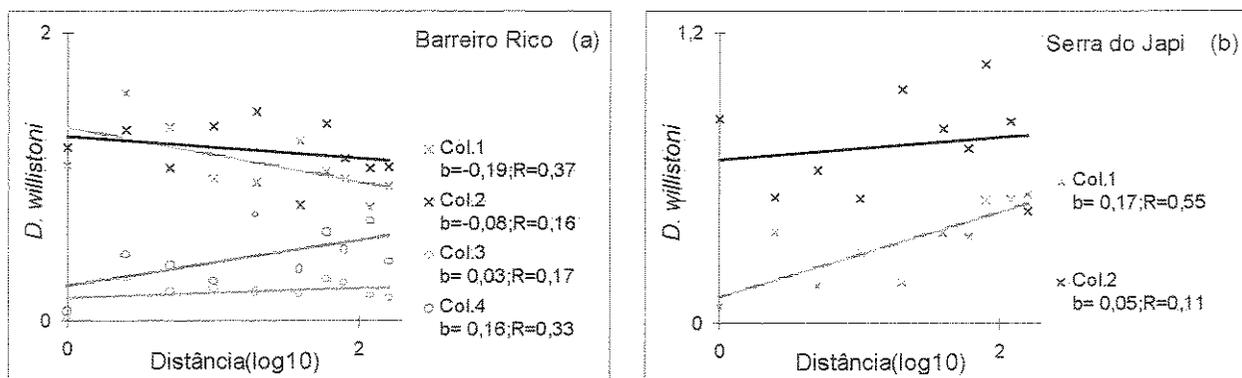


Figura 56. Totais de machos de *D. willistoni* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 2171 na coleta 1; 3033 na coleta 2; 75 na coleta 3, e 353 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 224 na coleta 1, e 689 na coleta 2.

Tabela 44. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp8*. Os dias foram aninhados dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito. Coletas 1 e 2 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Coleta	1	0,06	1,52	0,219
Dia	4	0,06	1,52	0,198
Distância	1	0,20	4,97	0,027
Distância *Coleta	1	0,08	1,89	0,171
Distância *Dia	4	0,02	0,39	0,815
Erro	168	0,04		

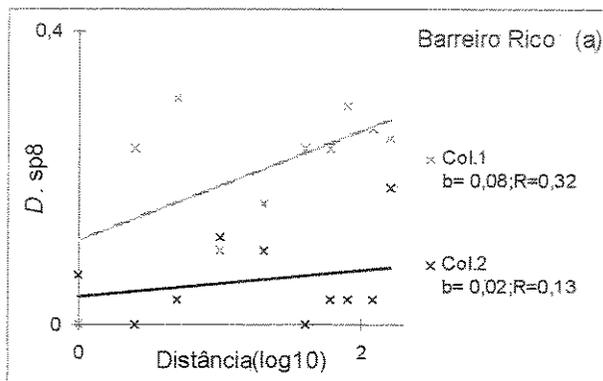


Figura 57. Totais de machos de *D. sp8* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). Os números de animais incluídos em cada análise foram: 84 na coleta 1; e 25 na coleta 2.

Tabela 45. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp16*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 do Japi e 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	0,44	12,23	0,001
Coleta	3	0,55	15,07	<0,001
Dia	10	0,29	8,00	<0,001
Distância	1	0,03	0,74	0,391
Distância	1	0,00	0,04	0,834
*Localidade				
Distância	3	0,08	2,13	0,096
*Coleta				
Distância	10	0,04	1,05	0,401
*Dia				
Erro	418	0,04		

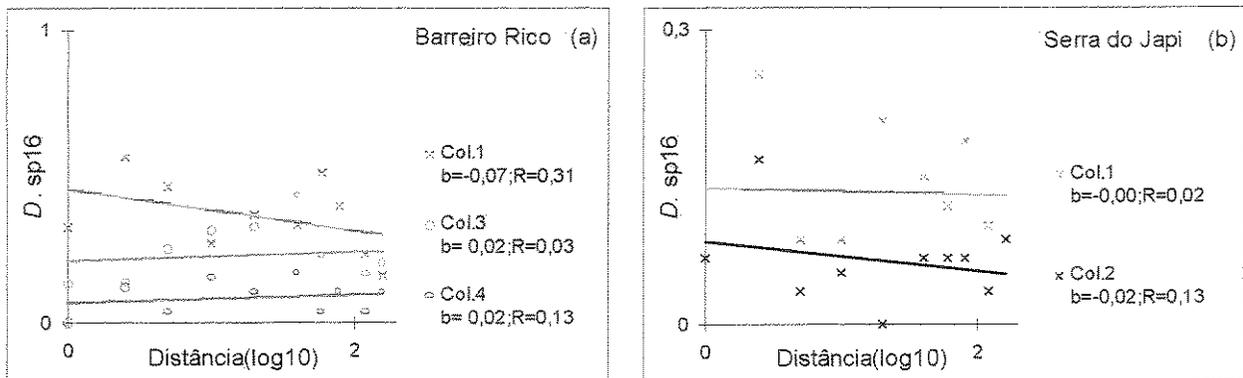


Figura 58. Totais de machos de *D. sp16* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\log_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\log_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 215 na coleta 1; 91 na coleta 3, e 27 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 48 na coleta 1, e 20 na coleta 2.

Tabela 46. Análise de covariância dos números de machos de *D. sp23*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Coletas 1 e 2 do Japi e 1, 3 e 4 de B. Rico.

Fonte	gl	MQ	F	P
Localidade	1	3,55	57,03	<0,001
Coleta	3	0,67	10,74	<0,001
Dia	10	0,47	7,59	<0,001
Distância	1	0,06	0,88	0,349
Distância	1	0,04	0,66	0,416
*Localidade				
Distância	3	0,30	4,76	0,003
*Coleta				
Distância	10	0,07	1,06	0,389
*Dia				
Erro	418	0,06		

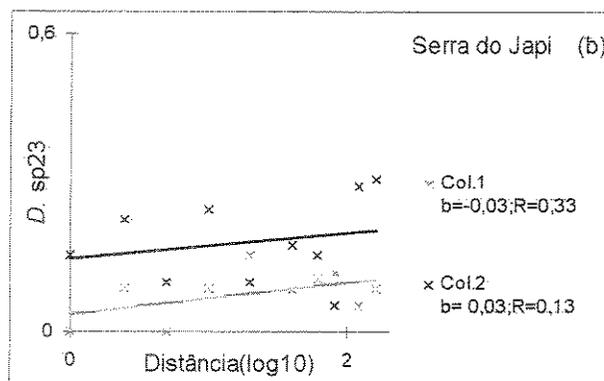
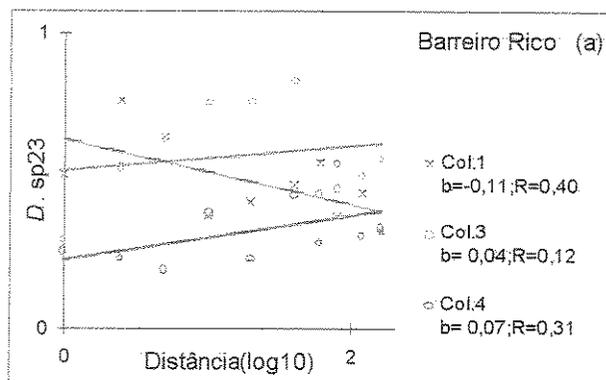


Figura 59. Totais de machos de *D. sp23* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras). (a) Resultados da Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 488 na coleta 1; 379 na coleta 3, e 143 na coleta 4. (b) Resultados da Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 26 na coleta 1, e 69 na coleta 2.

Do grupo *canalineae* foram estudadas 3 espécies: *D. sp5*, *D. sp7* e *D. sp42*. *Drosophila sp5* pôde ser analisada apenas na primeira coleta do Japi, representada por 21 indivíduos. Foi encontrado efeito significativo para a distância do riacho, mas não para o dia ou para a interação entre estes fatores (Tabela 9). A associação com a distância foi negativa (Figura 22).

Drosophila sp7 atingiu o limite para inclusão nas análises nas quatro coletas de Barreiro Rico. Foram encontrados efeitos significativos para as coletas, para os dias, e para a interação entre coletas e distâncias; mas não para o efeito isolado da distância ou para a interação entre dias e distâncias (Tabela 10). Como pode ser observado na Figura 23 a interação entre as coletas e a distância se deveu às coletas 1 e 2, nas quais a população apresentou tendência a associação com a distância em sentidos opostos.

Drosophila sp42 foi analisada na primeira coleta de Barreiro Rico, quando foi representada por apenas 20 indivíduos, e não apresentou resultados significativo para qualquer dos 3 efeitos testados (Tabela 11 e Figura 24).

O grupo *cardini* foi estudado apenas em Barreiro Rico, representado por *D. neocardini* na coleta 1 (Tabela 12 e Figura 25), e *D. polymorpha* nas coletas 1, 2 e 4 (Tabela 13 e Figura 26). Não foi encontrado efeito significativo para qualquer dos efeitos testados nestas espécies.

Do grupo *dreyfusi* apenas *D. briegeri* na segunda coleta do Japi atingiu o limite para a inclusão na análise. Foi encontrado efeito significativo para os dias e para a distância, sendo o segundo bem maior (Tabela 14). O efeito da distância se deve à concentração de todos os indivíduos a 5 ou menos metros de distância do riacho (Figura 27). Sobre os resultados deste grupo serão apresentadas mais informações na discussão.

Do grupo *guarani* são apresentados resultados de 4 espécies: *D. griseolineata*, *D. guaru*, *D. maculifrons* e *D. ornatifrons*. *Drosophila griseolineata* foi analisada nas coletas 1, 3 e 4 de Barreiro Rico e nas coletas 1 e 2 do Japi. Para esta espécie pode ser aplicado o modelo completo

(incluído o efeito das localidades), e foram encontrados resultados significativos para todos os efeitos testados, menos para a interação entre dias e coletas (Tabela 15). O efeito isolado da distância se deveu à associação negativa observada em duas das coletas de Barreiro Rico e uma das do Japi (Figura 28). No entanto, a interação entre distâncias e coletas respondeu por uma parcela da variação total de igual magnitude, podendo ser ilustrada pela tendência oposta apresentada pela coleta 4 de Barreiro Rico.

Drosophila guaru foi analisada nas coletas 1, 3 e 4 de Barreiro Rico. Para esta espécie foram observadas associações positivas com a distância, coerentes entre as 3 coletas estudadas (Figura 29). Apenas o efeito da distância foi significativo nesta análise, e a média dos quadrados deste efeito foi mais de 10 vezes maior que o segundo maior valor observado (Tabela 16).

Drosophila maculifrons foi analisada nas coletas 1 e 3 de Barreiro Rico. Apenas o efeito isolado da distância foi significativo (Tabela 17). As curvas ajustadas aos dados das duas coletas são decrescentes e praticamente paralelas (Figura 30), ou seja, a população esteve associada à proximidade do riacho de forma semelhante nas duas coletas.

Para *Drosophila ornatifrons* apenas o efeito isolado da distância na quarta coleta do Japi pôde ser estudado, não apresentando resultado significativo (Tabela 18). Como o efeito dos dias não foi incluído no modelo este também não foi controlado, reduzindo a sensibilidade da análise. De qualquer forma entanto os resultados apresentados na Figura 31 não sugerem qualquer efeito da distância sobre o número de animais coletados.

Para o grupo *guarani* não pôde ser apontada tendência dominante. As espécies aparentadas, *D. griseolineata* (Figura 28) e *D. maculifrons* (Figura 30), apresentaram-se mais abundantes próximo a cursos d'água. Enquanto no outro par de espécies, também aparentadas, *D. ornatifrons* (Figura 31) e *D. guaru* (Figura 29), a primeira não apresentou resposta ao gradiente, e a segunda foi encontrada em forte associação positiva com a distância do riacho.

Do grupo *repleta* apenas *D. onca* foi analisada. As 4 coletas de Barreiro Rico foram incluídas na análise, não sendo encontrados resultados significativos para qualquer dos 5 efeitos testados (Tabela 19). A representação gráfica da associação desta espécie (Figura 32) apresenta-se semelhante à de *D. sp7* (Figura 23). Em ambos os casos a coleta 1 apresenta tendência à associação positiva com a distância e a coleta 2 a tendência oposta, enquanto as outras coletas são representadas por curvas praticamente paralelas ao eixo das abcissas. No entanto, para *D. onca*, o coeficiente de associação das coletas 1 e 2 são mais baixos do que os observados para *D. sp7*, o que faz com que o efeito significativo para a interação entre coletas e distâncias seja observado apenas na última.

No grupo *tripunctata* foi possível estudar a distribuição de 14 espécies: *D. bandeirantorum*, *D. trifilum*, *D. mediopicta*, *D. mediopunctata*, *D. mediodstriata*, *D. paraguainesis*, *D. paramediodstriata*, *D. roehrae*, *D. spinatermina*, *D. trapeza*, *D. trifilum*, *D. sp15*, *D. sp22*, *D. sp28*.

Drosophila bandeirantorum foi analisada apenas na primeira coleta de Barreiro Rico, quando foi representada por 27 animais. Não foi observado efeito significativo para qualquer dos efeitos testados (Tabela 20). O efeito isolado da distância se aproxima do nível de significância, e na Figura 33 pode ser observada uma tendência a associação negativa entre o número de indivíduos e a distância.

Para *D. bifilum*, analisada nas coletas 1, 3 e 4 de Barreiro Rico, foram encontrados efeitos significativos para as coletas, para as distâncias e para a interação destes fatores (Tabela 21). O efeito da distância apresentou a maior média dos quadrados e, como pode ser observado na Figura 34, resultou da associação negativa entre a disponibilidade e distância, coerente entre as coletas 1 e 3. A coleta 4 resultou em uma fraca tendência no sentido oposto, explicando a detecção de interação entre distâncias e coletas.

Drosophila mediopicta foi analisada em todas as coletas do Japi, e apresentou diferenças significativas devidas apenas ao efeito isolado da distância (Tabela 22). Como pode ser observado na Figura 35, nas quatro coletas a população estudada teve suas abundâncias negativamente associadas à distância do riacho.

Drosophila mediopunctata foi analisada em 3 coletas em cada localidade: coletas 1, 3 e 4 de Barreiro Rico e coletas 1, 2 e 3 do Japi. Foram encontrados resultados significativos para todos os efeitos testados, menos as interações da distância com os fatores localidade e dia (Tabela 23). A média dos quadrados atribuída ao efeito isolado da distância foi menor apenas do que a atribuída à diferença entre as localidades. Como pode ser observado na Figura 36, em duas coletas de cada localidade existe uma clara associação negativa entre os números de indivíduos e a distância. Enquanto na segunda coleta do Japi existe um padrão sugestivo no sentido oposto.

Drosophila mediotriata foi estudada nas coletas 1 e 3 de Barreiro Rico, e na coleta 2 do Japi. Como em uma das localidades foi analisada apenas uma coleta, o efeito das localidades não pôde ser testado separadamente no modelo da ANCOVA, sendo portanto incluído no efeito das coletas (ver método de análises). Foram detectadas diferenças significativas associadas aos efeitos das coletas, dos dias e da interação entre distâncias e coletas (Tabela 24). Como pode ser observado na Figura 37 a interação entre coletas e distâncias resulta da ocorrência das 3 relações possíveis entre duas variáveis: positiva (coleta 3 de Barreiro Rico); nula (coleta 1 de Barreiro Rico), e negativa (coleta 2 do Japi).

Drosophila paraguayensis foi analisada em todas as coletas, menos a segunda de Barreiro Rico, o que, juntamente com os altos números de indivíduos obtidos em cada coleta, tornam esta a espécie mais bem estudada no trabalho. Foram encontrados efeitos significativos para todos os fatores, menos as interações entre a distância do riacho e os efeitos de localidades e dias (Tabela 25). A maior média dos quadrados foi atribuída ao efeito isolado da distância. Como pode ser

observado na Figura 38, em todas as coletas em que foi estudada esta espécie apresentou-se negativamente associada com a distância dos riachos. A interação entre os efeitos distância e coleta se devem a variações na inclinação da associação entre os números de animais obtidos e a distância em relação ao riacho.

Drosophila paramediostriata foi analisada nas coletas 1 e 3 de Barreiro Rico. Foram encontrados resultados significativos para todos os efeitos estudados, menos para a interação entre dias e coletas (Tabela 26). Novamente a maior média dos quadrados foi atribuída ao efeito isolado da distância. A interação entre coletas e distâncias pode ser visualizada na Figura 39, através da diferença entre as coletas quanto à inclinação das retas de regressão apresentadas. As duas coletas são coerentes entre si apontando associação negativa entre as medidas de abundância e a distância do riacho.

Drosophila roehrae foi analisada na primeira coleta do Japi. Foi observado efeito significativo apenas para a distância (Tabela 27) que, como pode ser observado na Figura 40, se deve mais uma vez à associação negativa entre os números de indivíduos observados e a distância do riacho.

Drosophila spinatermina foi analisada nas coletas 3 e 4 de Barreiro Rico. Nenhum efeito significativo foi detectado nesta análise (Tabela 28), embora a inclinação das retas ajustadas aos dados das duas coletas estejam de acordo com o observado para a maior parte das espécies deste grupo (Figura 41).

Drosophila trapeza foi analisada apenas na terceira coleta de Barreiro Rico, quando nenhum efeito significativo foi observado (Tabela 29 e Figura 42).

Drosophila trifilum foi analisada nas coletas 1, 3 e 4 de Barreiro Rico. Todos os efeitos testados foram significativos, com exceção da interação entre dias e distâncias (Tabela 30). A maior média dos quadrados foi atribuída à distância. O efeito negativo da distância sobre os

números de indivíduos coletados foi coerente entre nas 3 coletas; mas as diferenças de inclinação observadas na Figura 43 são suficientes para a detecção de interação entre os efeitos das coletas e das distancias.

Drosophila sp15 (*D. angustibucca sensu* Frota-Pessoa 1954, non Duda 1925), foi analisada nas coletas 3 e 4 de Barreiro Rico e 2 e 3 do Japi. Nenhum resultado significativo foi observado para os 7 efeitos testados com esta espécie (Tabela 31 e Figura 44).

Drosophila sp22, estudada apenas na coleta 1 do Japi, também não apresentou resposta significativa a qualquer dos efeitos testados (Tabela 32 e Figura 45).

Drosophila sp28 foi analisada nas coletas 3 e 4 de Barreiro Rico. Foram encontrados resultados significativos para todos os efeitos testados, menos para a interação entre dias e distâncias (Tabela 33). A média dos quadrados atribuída à distância foi menor apenas do que a atribuída à diferença entre as coletas. A associação com a distância foi negativa, embora praticamente ausente na quarta coleta (Figura 46).

No grupo *tripunctata* pôde ser observada uma tendência para maiores concentrações perto dos riachos (Figuras 33 a 46). Das 14 espécies deste grupo testadas, 8 apresentaram efeitos significativos para a distância isoladamente. Para estas 8 espécies a tendência foi de maiores números perto do riacho. No entanto, algumas espécies do grupo apresentaram distribuição discordante. Embora em minoria, espécies como *D. sp15* não apresentaram agregação em torno do riacho (Figura 44).

A única espécie não agrupada do subgênero *Drosophila* incluída nas análises foi *D. caponei*. Esta espécie foi analisada apenas na primeira coleta de Barreiro Rico, quando se apresentou significativamente associada à distância do riacho (Tabela 34), sendo esta associação negativa (Figura 47). Nem o efeito isolado dos dias nem sua interação com a distância foram significativos.

Do subgênero *Sophophora* foram incluídas nas análises espécies dos grupos: *melanogaster*,

saltans e *willistoni*. O grupo *melanosgaster* teve duas espécies incluídas nas análises: *D. malerkotliana* e *D. simulans*. *Drosophila malerkotliana* foi analisada apenas na segunda coleta de Barreiro Rico, quando apresentou efeito significativo apenas para a diferença entre dias (Tabela 35 e Figura 48).

Drosophila simulans, analisada na quarta coleta de Barreiro Rico, apresentou resposta significativa apenas ao gradiente de distância em relação ao riacho (Tabela 36). Como pode ser observado na Figura 49 a associação entre a abundância desta espécie e a distância foi positiva.

No grupo *melanogaster* portanto o único caso de associação com a distância do riacho encontrado consiste na associação positiva apresentada por *D. simulans*, na única coleta em que esta espécie foi estudada.

Do grupo *saltans* foram analisadas duas espécies: *D. prosaltans* e *D. sturtevantii*.

Drosophila prosaltans foi estudada nas coletas 1 e 2 de Barreiro Rico, apresentando efeito significativo apenas para o efeito dias (Tabela 37 e Figura 50).

Para *Drosophila sturtevantii* puderam ser analisadas as coletas 1, 2 e 4 de Barreiro Rico e 1 e 2 do Japi. Foram encontrados efeitos significativos para as localidades e as coletas (Tabela 38). Como pode ser observado na Figura 51, os resultados das duas coletas do Japi parecem indicar que, nestas coletas, existiria uma associação positiva entre esta espécie e o efeito da distância; mas esta tendência não foi suficientemente improvável para a detecção nos testes.

No grupo *willistoni* foram analisadas 5 espécies: *D. capricorni*, *D. fumipennis*, *D. nebulosa*, *D. paulistorum* e *D. willistoni*. Para *D. capricorni* puderam ser analisadas a primeira coleta de Barreiro Rico e as coletas 1 e 2 do Japi. Assim como na análise de *D. mediotriata*, neste caso os efeitos de coletas e localidades foram tratados conjuntamente como coletas. Nenhum efeito atingiu o nível de significância nesta análise (Tabela 39) e na Figura 52 não é observada sequer tendência a associação com o riacho.

Drosophila fumipennis foi analisada nas coletas 1 e 3 de Barreiro Rico. Não foi encontrado qualquer efeito significativo (Tabela 40), embora uma tendência a atração pela água possa ser sugerida a partir da Figura 53.

Drosophila nebulosa foi analisada nas coletas 1 e 2 de Barreiro Rico, quando o único efeito significativo foi o dos dias (Tabela 41 e Figura 54).

Drosophila paulistorum foi analisada nas duas coletas de verão de cada localidade. Foram encontrados efeitos significativos para as localidades e para as coletas, mas não para a distância e suas interações (Tabela 42 e Figura 55).

Drosophila willistoni foi analisada em todas as coletas de Barreiro Rico e nas duas coletas de verão do Japi. Foram encontrados resultados significativos para todos os efeitos, menos o da distância e sua interação com os dias (Tabela 43). Como pode ser observado na Figura 56, a interação entre localidades e distâncias parece ser devido à tendência positiva na associação com a distância observada no Japi. A interação entre distâncias e coletas é melhor ilustrada em Barreiro Rico pelos sinais opostos nas tendências a associação observados nas coletas 1 e 4.

Três espécies cujos subgêneros são ignorados foram analisadas. *Drosophila* sp8 teve analisadas as duas coletas de verão de Barreiro Rico, não resultando na detecção de qualquer efeito (Tabela 44 e Figura 57).

Drosophila sp16 foi estudada nas coletas 1, 3 e 4 de Barreiro Rico e nas coletas 1 e 2 do Japi. Foram encontrados efeitos significativos para localidades, coletas e dias; mas não para a distância ou suas interações (Tabela 45 e Figura 58).

Drosophila sp23 foi analisada nas coletas 1, 3 e 4 de Barreiro Rico e nas 1 e 2 do Japi. Foram encontrados efeitos significativos para localidades, coletas, dias e para a interação entre os efeitos das coletas e das distâncias (Tabela 46). Na Figura 59 pode-se observar que a coleta que apresentou o maior coeficiente de correlação com a distância, apresentou tendência no sentido

oposto às outras quatro, fenômeno a que pode ser atribuído a interação detectada.

Das 40 espécies testadas 16 apresentaram efeito significativo da distância isoladamente (Tabela 47). Quatro espécies que não atingiram o nível de significância para o efeito isolado da distância o fizeram para a interação entre distância e coleta. O resultado significativo para a interação, mas não para o efeito isolado, significa que a distância teve efeito, mas que este foi suficientemente discordante entre as coletas para não resultar em um padrão para o total delas. Esta conclusão pode ser verificada nos gráficos das quatro espécies que apresentaram este resultado: *D. sp7* (Figura 23), *D. mediotriata* (Figura 37), *D. willistoni* (Figura 56) e *D. sp23* (Figura 59).

Onze das 27 espécies testadas apresentaram efeito significativo para a interação entre coletas e distâncias. Tirando as 2 espécies em que as diferenças entre localidades e entre coletas de uma mesma localidade estão incluídos no efeito das coletas (ver material e métodos e a legenda da Tabela 24), temos efeito significativo para 10 em 25 testes. Portanto a resposta das espécies ao gradiente dependeu do período estudado.

A interação entre localidades e distâncias só foi significativa para duas das 9 espécies em que foi testada. Estes resultados, concordantes com o do total de machos, indicam que o efeito da distância atuou de forma semelhante sobre a taxocenose nas duas localidades. Como os sítios diferem bastante quanto a aspectos do gradiente estudado - como tamanho do riacho e a variação topográfica associada (ver áreas de estudo) - a concordância entre eles atesta a favor da generalidade dos resultados.

O efeito isolado dos dias foi significativo em 16 das 39 espécies testadas, mas em nenhum dos casos foi sua interação com a distância. Portanto, a distribuição espacial da disponibilidade das espécies não variou significativamente entre dias consecutivos, em oposição ao que ocorreu com a disponibilidade total (ver no Capítulo III a Tabela 3 e a Figura 8).

Tabela 47. Sumário dos resultados das análises de covariância (ANCOVAs). ns = não significativo ao nível de 1%. Células vazias correspondem a efeitos não testados. O efeito das coletas sobre *D. mediotriata* e *D. capricorni* (distinguidos com “**”) inclui coletas nas duas localidades (ver método de análise), não devendo ser considerado como variação temporal.

Subgênero	Grupo	Espécie	Dist.	Loc.*Dist.	Col.*Dist.	Dia*Dist.
		Total	<0,001	ns	<0,001	ns
<i>Drosophila</i>	<i>annulimana</i>	<i>D. annulimana</i>	ns			ns
	<i>calloptera</i>	<i>D. atrata</i>	0,002		ns	ns
	<i>canalina</i>	<i>D. sp5</i>	0,002			ns
		<i>D. sp7</i>	ns		<0,001	ns
		<i>D. sp42</i>	ns			ns
	<i>cardini</i>	<i>D. neocardini</i>	ns			ns
		<i>D. polymorpha</i>	ns		ns	ns
	<i>dreyfusi</i>	<i>D. briergeri</i>	<0,001			ns
	<i>guarani</i>	<i>D. griseolineata</i>	0,001	0,009	0,001	ns
		<i>D. guaru</i>	<0,001		ns	ns
		<i>D. maculifrons</i>	<0,001		ns	ns
		<i>D. ornatifrons</i>	ns			
	<i>repleta</i>	<i>D. onca</i>	ns		ns	ns
	<i>tripunctata</i>	<i>D. bandeirantorum</i>	ns			ns
		<i>D. bifilum</i>	<0,001		<0,001	ns
		<i>D. mediopicta</i>	0,001		ns	ns
		<i>D. mediopunctata</i>	<0,001	ns	<0,001	ns
		<i>D. mediotriata</i>	ns		0,008 **	ns
		<i>D. paraguayensis</i>	<0,001	ns	<0,001	ns
		<i>D. paramediotriata</i>	<0,001		<0,001	ns
		<i>D. roehrae</i>	0,006			ns
		<i>D. spinatermina</i>	ns		ns	ns
		<i>D. trapeza</i>	ns			ns
<i>D. trifilum</i>		<0,001		0,006	ns	
<i>D. sp15</i>		ns	ns	ns	ns	
<i>D. sp22</i>		ns			ns	
<i>D. sp28</i>		<0,001		<0,001	ns	
ñ. agrupada	<i>D. caponei</i>	<0,001			ns	
<i>Sophophora</i>	<i>melanogaster</i>	<i>D. malerkotliana</i>	ns			ns
		<i>D. simulans</i>	0,007			ns
<i>saltans</i>	<i>D. prosaltans</i>	ns		ns	ns	
	<i>D. sturtevanti</i>	ns	ns	ns	ns	
<i>willistoni</i>	<i>D. capricorni</i>	ns		ns **	ns	
	<i>D. fumipennis</i>	ns		ns	ns	
	<i>D. nebulosa</i>	ns		ns	ns	
	<i>D. paulistorum</i>	ns	ns	ns	ns	
	<i>D. willistoni</i>	ns	0,008	<0,001	ns	
Não ident.	<i>D. sp8</i>	ns		ns	ns	
	<i>D. sp16</i>	ns	ns	ns	ns	
	<i>D. sp23</i>	ns	ns	0,003	ns	

Para nenhuma das espécies (de qualquer grupo) foi observada tendência a associação positiva significativa com a distância do riacho, coerente entre as duas localidades. Portanto é cedo para afirmar que alguma destas espécies apresentam repulsão a locais próximos a cursos d'água.

As espécies que apresentaram associação negativa significativa com a distância dos riachos foram: do grupo *calloptera*, *D. atrata* (Figura 21); do grupo *guarani*, *D. griseolineata* (Figura 28) e *D. maculifrons* (Figura 30); do grupo *tripunctata*, *D. bifilum* (Figura 34), *D. mediopicta* (Figura 35), *D. mediopunctata* (Figura 36), *D. paraguayensis* (Figura 38), *D. paramediostriata* (Figura 39), *D. roehrae* (Figura 40), *D. trifilum* (Figura 43) e *D. sp28* (Figura 46); e *D. caponei* (não agrupada) (Figura 47). Efeitos significativos no sentido oposto (maiores números longe da água) foram encontrados para: do grupo *canalineae*, *D. sp5* (Figura 22); do grupo *guarani*, *D. guaru* (Figura 29); e do grupo *melanogaster*, *D. simulans* (Figura 49).

IV.5. Discussão

Embora o grupo *dreyfusi* só tenha satisfeito o critério de inserção nas análises em um caso (*D. briegei* na segunda coleta do Japi), observamos que praticamente todos os indivíduos das 3 espécies encontradas deste grupo foram coletados perto do riacho. Para visualizar este fenômeno foram aplicadas análises “a posteriori”, seguindo o mesmo modelo de ANCOVA usado para as outras espécies. Nesta análise porém foi relaxado o pré-requisito para a inclusão de coletas. Os resultados de *D. briegei* foram analisados em todas as coletas, e os de *D. dreyfusi* nas coletas do Japi (em Barreiro Rico foi capturado apenas 1 indivíduo desta espécie).

Para as duas espécies o efeito isolado da distância responde pela maior média dos quadrados (Tabela 48). Como pode ser observado na Figura 72, estas espécies apresentam exemplos

extremos de associação a riachos. Diferentemente do observado para espécies como *D. paraguayensis* (Figura 38), que estiveram negativamente associadas com a distância do riacho, *D. briegeri* não apresenta uma relação linear entre o logaritmo da abundância e o logaritmo da distância, mas a ocorrência exclusiva em torno dos riachos. Dos 102 indivíduos obtidos, nenhum foi coletado a mais de 5 metros de distância dos riachos. Resultados concordantes foram encontrados para as duas outras espécies do mesmo grupo. Dos 42 indivíduos de *D. dreyfusi* apenas 6 estavam a mais de 10 metros de distância do riacho (ver Figura 72), e *D. krugi* (apenas 6 indivíduos) não foi coletada a mais de 2,5 de distância dos cursos d'água. É possível que isto reflita preferências de habitat comuns às espécies deste grupo, que as torne espacialmente restritas a ambientes específicos das matas estudadas.

Tabela 48. Análise de covariância dos números de machos do grupo *dreyfusi*. As coletas foram aninhadas dentro das localidades e os dias dentro das coletas. Os resultados significativos ao nível de 1% são apresentados em negrito.

Espécie	Fonte	gl	MQ	F	P
<i>D. briegeri</i>	localidades	1	0,101	8.959	0,003
	Coleta	6	0,058	5.196	<0.001
	Dia	16	0,053	4.730	<0.001
	Distância	1	1.884	167.419	<0.001
	Distância *Loc.	1	0,06	5.330	0,021
	Distância *Coleta	6	0,044	3.918	0,001
	Distância *Dia	16	0,039	3.466	<0.001
	Erro	610	0,011		
	<i>D. dreyfusi</i>	Coleta	3	0,064	6.053
Dia		8	0,012	1.169	0,318
Distância		1	0,403	37.975	<0.001
Distância *Coleta		3	0,035	3.334	0,020
Distância *Dia		8	0,007	0,684	0,705
Erro		274	0,011		

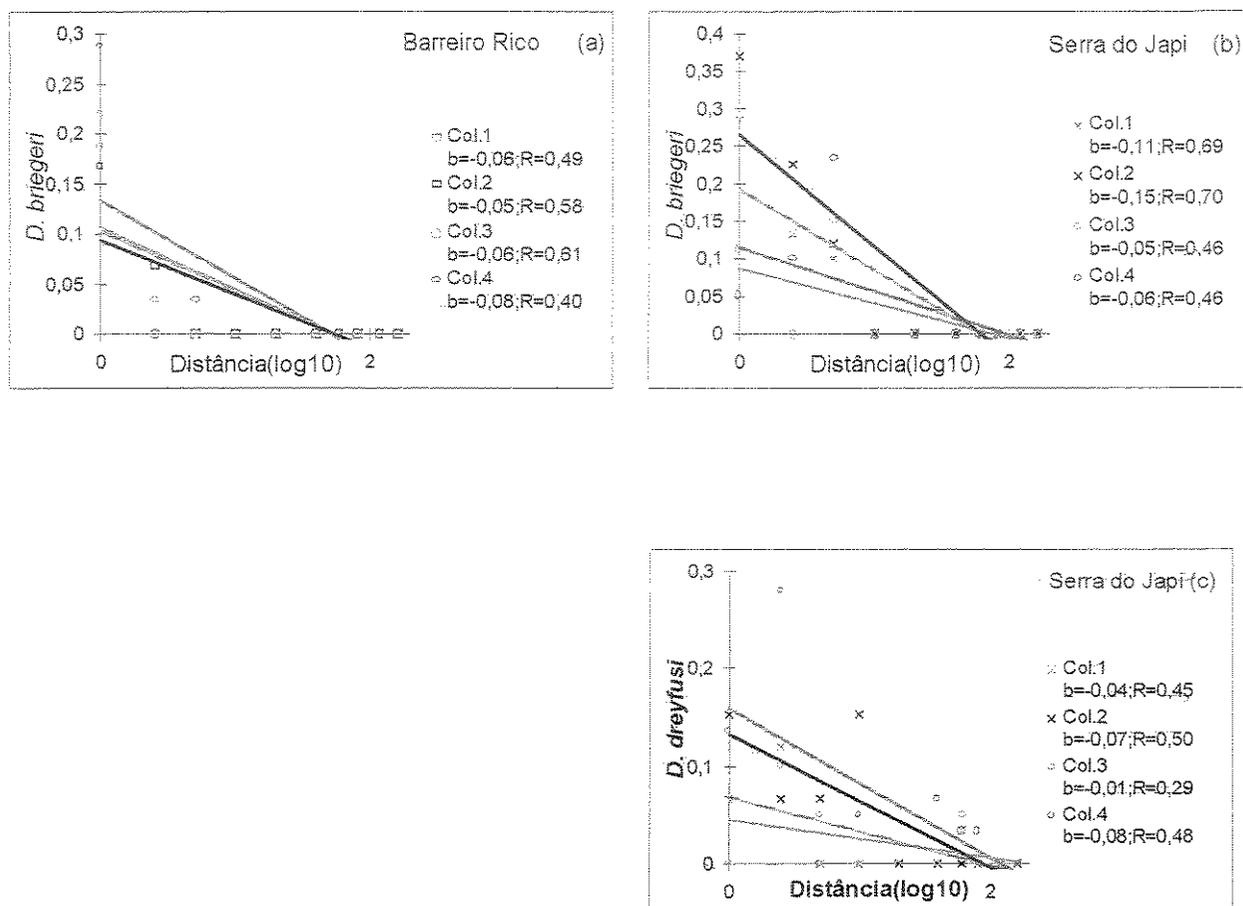


Figura 60. Totais de machos de espécies do grupo *dreyfusi* em função da distância do riacho. As distâncias em relação ao riacho foram transformadas como $\text{Log}_{10}(q)$, e os números de animais de cada amostra como $\text{Log}_{10}(q+1)$. As análises de correlação, cujos parâmetros estão apresentados na legenda de cada coleta, tiveram como observações independentes as médias dos resultados de 3 dias consecutivos em cada ponto. No entanto, na figura, cada ponto apresentado corresponde à média dos valores obtidos para cada classe de distância em relação ao riacho (compondo os resultados de 9 amostras).

(a) *D. briegeri* na Fazenda Barreiro Rico- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 9 na coleta 1; 8 na coleta 2; 9 na coleta 3, e 17 na coleta 4.

(b) *D. briegeri* na Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 19 na coleta 1; 30 na coleta 2; 4 na coleta 3, 3 6 na coleta 4.

(c) *D. dreyfusi* na Serra do Japi- Os números de animais incluídos em cada análise foram: 7 na coleta 1; 15 na coleta 2, 3 na coleta 3, e 15 na coleta 4.

A distribuição de populações de *D. (Scaptodrosophila) inornata* em matas da Austrália pode apresentar um padrão semelhante ao aqui observado nas espécies do grupo *dreyfusi*. Segundo Parsons (1975) as populações desta espécie estariam restritas à vegetação associada à água, só ocupando uma área maior da mata quando a temperatura é muito baixa, no limite necessário para a atividade destes animais, e a umidade está acima de 90%.

Para a maior parte das espécies que apresentaram resposta significativa ao gradiente, assim como para o total de drosófilas, o modelo testado (uma regressão linear entre o logaritmo do número de machos e o logaritmo da distância dos riachos), parece descrever adequadamente o fenômeno. Seria possível que o efeito de corpos d'água estabelecesse uma dicotomia dentro da mata, dando origem a um trecho em torno da água no qual as densidades de espécies desta taxocenose seriam diferentes das encontradas no restante da mata. Esta visão está de acordo com o observado para o grupo *dreyfusi* neste trabalho; com a impressão que pode-se ter no campo ao se afastar do riacho, e poderia explicar os dados de Pavan (1959). No entanto o ajuste à regressão linear indica que a presença da água se estende de forma contínua dentro do intervalo de distância estudado.

Dentre as 8 espécies do grupo *tripunctata* que se apresentaram significativamente mais abundantes próximo aos riachos, encontram-se as 5 espécies mais numerosas deste grupo no total de amostras: *D. paraguayensis*, *D. sp28*, *D. triflum*, *D. mediopunctata*, e *D. paramediostriata*. *Drosophila paraguayensis*, um bom exemplo de associação aos riachos (figura 24), foi a espécie dominante na taxocenose em 5 coletas, estando em segundo e terceiro lugar em outras duas. Como os resultados do grupo analisado como um todo são determinados principalmente pelas espécies mais abundantes, nossos dados confirmam as observações de Pavan (1959), de que o grupo *tripunctata* tende a ser mais abundante próximo à água.

Este autor ainda analisou separadamente duas espécies deste grupo, *D. bandeirantium* e *D. angustibucca* (que provavelmente corresponde à espécie que denominamos como *D. sp15*). O autor encontrou para ambas maiores números próximo à água. Para a primeira obtivemos resultados concordantes, embora não significativos (Figura 33). A segunda corresponde à única espécie do grupo *tripunctata* que, relativamente bem amostrada, parecia não seguir a tendência do grupo (Figura 44). Portanto, juntando os dados destes dois trabalhos realizados com métodos diferentes temos evidências suficientes para afirmar que a atração por corpos d'água é uma forte tendência no grupo *tripunctata*.

As duas espécies do grupo *guarani* que foram mais abundantes próximo aos riachos, *D. griseolineata* e *D. maculifrons*, também já haviam sido estudadas por Pavan (1959). Nós encontramos resultados semelhantes aos deste autor para *D. griseolineata* em Mogi das Cruzes e para *D. maculifrons* em Pirassununga, mas não para esta última em Mogi das Cruzes. Nesta localidade *D. maculifrons* não se apresentou mais abundante em qualquer dos dois ambientes estudados. Para a outra espécie deste grupo que apresentou resposta ao gradiente, *D. guaru*, temos dados apenas de Barreiro Rico (Figura 29). Portanto a generalidade dessa singular repulsão ao riacho observada nesta espécie não pode ser avaliada no momento.

Para *D. polymorpha*, Pavan (1959) havia observado resultados discordantes. Em Pirassununga esta espécie foi mais abundante longe da água, mas não em Mogi das Cruzes. Os nossos resultados de Barreiro Rico estão de acordo com os de Mogi. É possível que o efeito observado pelo autor em Pirassununga seja devido a diferenças florísticas entre as áreas; inclusive à proximidade do cerrado, onde esta espécie pode ser encontrada (Sene *et al.*, 1980).

O complexo *willistoni*, nas coletas de Pavan, mostrou-se mais abundante longe da água. Nós analisamos separadamente as duas espécies que compõem este táxon na região segundo Tidon-Sklorz & Sene (1999), *D. paulistorum* e *D. willistoni*. Para nenhuma delas foi encontrado efeito

isolado da distância. No entanto, *D. willistoni* teve efeito significativo para as interações da distância com os fatores localidade e coleta. A interação entre localidades e distâncias parece ter se devido a uma associação positiva entre a distância do riacho e a abundância de *D. willistoni* apenas no Japi (Figura 56). A tendência encontrada no Japi está de acordo com o observado por Pavan (1959), assim como por nós em uma coleta preliminar no Parque Florestal do Itapetininga (Atibaia; SP). A menor influência da distância da água sobre este táxon, observada no presente trabalho em relação ao anterior, pode se dever às diferenças de escalas entre os mesmos. Tanto os corpos d'água como as distâncias envolvidas diferem entre os dois estudos. É possível que as espécies do complexo *willistoni* sejam sensíveis apenas a variações de maior intensidade e/ou ao longo de distâncias maiores.

As duas espécies que apresentaram significativamente maior número de indivíduos longe dos riachos em nossas coletas *D. simulans* e *D. guaru*, foram observadas em apenas uma localidade. Para a primeira obtivemos confirmação nos dados de Pavan (1959). Como nossos dados sobre *D. simulans* são resultantes de apenas uma coleta, e os do trabalho citado resultam de uma localidade em que havia diferenças florísticas evidentes entre os dois tratamentos (Pirassununga), será necessária confirmação futura para os resultados desta espécie.

Outro aspecto presente em nossos dados é a variação temporal na distribuição das espécies. A relevância deste fenômeno é evidenciada pela frequência de ocorrência de interações significativas entre coletas e distâncias. Em alguns dos casos a interação inclui uma inversão da associação com o gradiente estudado. *Drosophila mediopunctata* exemplifica bem o fenômeno (Figura 36), pois uma inversão total na associação da população do sítio do Japi com o gradiente estudado ocorreu entre duas coletas separadas por apenas um mês (coletas 1 e 2 do Japi, Figura 36.b). Estas observações vêm reforçar a necessidade do conhecimento da distribuição espacial das espécies para o estudo de suas variações temporais. Se estivéssemos amostrando apenas pontos

próximos ou distantes dos riachos não teríamos como perceber tal fenômeno. Poderíamos portanto ter estimativas equivocadas das variações populacionais das espécies. Outras espécies também apresentaram grandes diferenças entre coletas quanto a sua distribuição em uma mesma localidade, como *D. atrata* (Figura 21), *D. sp7* (Figura 23), *D. bifilum* (Figura 34) e *D. willistoni* (Figura 56).

Variações temporais nos padrões de agregação de espécies dentro da mata já haviam sido comunicadas por Dobzhansky & Pavan (1950) e por Pavan (1959). Os nossos dados no entanto mais dificilmente podem ser atribuídos a fenômenos não relacionados ao gradiente estudado, como início da frutificação de algumas plantas, devido à replicação genuína dentro de cada sítio (cada ponto de coleta estava mais próximo a pontos de outras classes de distância do que daquela a que pertencia), e à distância entre os pontos de amostragem.

A ausência de interação entre a distância e o outro aspecto da variação temporal estudado, dias consecutivos, é favorável para este, assim como para estudos futuros sobre a distribuição espacial dos adultos, pois indica ser baixo o efeito de uma das fontes de ruído: a variação na atividade das moscas. Embora existam diferenças na proporção da população de adultos que buscaram a isca em dias consecutivos, evidenciadas pela frequência de efeitos significativos para dias, esta proporção aparentemente não é muito influenciada pela posição do animal no gradiente estudado.

Também seria esperada uma interação significativa entre os efeitos dos dias e das distâncias, se a movimentação dos animais em um único dia fosse suficiente para modificar a disposição da população. Embora esta disposição varie no tempo, a escala de tempo necessária é maior do que 3 dias.

A simples agregação das populações poderia ser atribuída a comportamentos gregários, ou à eventual disponibilização localizada de algum recurso. Caso os animais tivessem uma capacidade

mais limitada de deslocamento, também poderíamos atribuir os padrões encontrados a fenômenos como diferentes taxas de sobrevivência e natalidade. No entanto, a resposta a um mesmo gradiente em diferentes localidades, observada em populações de animais que facilmente poderiam transpor as distâncias estudadas, dificilmente poderão ser explicadas por hipóteses que não se baseiem na escolha de habitat.

Estabelecido que parte das espécies respondem ao gradiente estudado, resta saber quais variáveis ambientais estariam sendo escolhidas pelas moscas. Inicialmente temos que avaliar a hipótese das respostas se deverem a uma variável ambiental associada a estes riachos, que não resultem de influência direta ou indireta dos mesmos. A coerência entre os resultados obtidos nas duas localidades aqui estudadas, e entre este e o trabalho anterior de Pavan (1959), para a maioria das espécies assim como para o total de drosófilas, é uma evidência de que a presença de corpos d'água seria direta ou indiretamente responsável pelos padrões observados.

Como estes trabalhos diferiram quanto à natureza dos corpos d'água envolvidos (um lago, um rio e dois riachos de diferentes tamanhos), quanto às distâncias comparadas (de dois locais de amostragem distando aproximadamente dois quilômetros, a um gradiente cuja maior distância em relação ao riacho é de 160 metros), e quanto aos métodos de amostragem (iscas expostas contra armadilhas), a concordância entre os mesmos (incluindo dados de quatro remanescentes florestais do interior do Estado de São Paulo) atribui generalidade aos padrões detectados.

Aceitando-se que existe uma relação causal entre a presença dos riachos e a distribuição dos microhabitats preferidos pelas drosófilas, resta-nos identificar quais seriam as variáveis ambientais determinantes destes habitats. Para esta pergunta pode não haver uma resposta simples, podendo diferentes espécies estar respondendo a diferentes estímulos.

Trichon *et al.* (1998) demonstraram que riachos podem causar aberturas na copa semelhantes a clareiras naturais. A hipótese de que este fator seria responsável pelos padrões que

descrevemos vai de encontro a dois fatos. Primeiramente, o leito do riacho da Fazenda Barreiro Rico, na maior parte do trecho estudado, é muito estreito para causar tal efeito. Depois, o viés nos resultados das amostras causado pelos riachos é aparentemente oposto ao causado pelo efeito de borda e do desmatamento. Áreas mais abertas se caracterizam principalmente por menores densidades (ou ausência) dos grupos *tripunctata* e *dreyfusi*, e maiores dos grupos *cardini*, *repleta* e *melanogaster* (Sene *et al.*, 1980, Martins, 1987). As espécies conhecidamente capazes de ocupar ecossistemas mais abertos (ver Sene *et al.*, 1980 e Martins, 1987), ou não apresentaram resposta significativa à presença dos cursos d'água (grupo *cardini*, *D. nebulosa*, *D. willistoni*, *D. sturtevanti* e *D. malerkotliana*), ou apresentaram associação positiva com a distância dos mesmos (*D. simulans*).

Resta ainda o possível efeito das diferenças florísticas associadas à presença dos riachos. Florestas ribeirinhas geralmente apresentam maior heterogeneidade espacial e diversidade florística (Bertani, 2000). Mas, segundo Gurnell (1997), os resultados destes trabalhos não podem ser adequadamente estendidos a cursos d'água menores, onde o efeito de inundações periódicas seja menor ou ausente. É razoável esperar que existam diferenças florísticas importantes associadas a presença dos riachos estudados (ver Gurnell, 1997), mas seus possíveis efeitos sobre os padrões aqui observados não podem ser tratados no momento.

Nossa hipótese inicial de que os riachos são indicadores de regiões mais úmidas foi corroborada pelos dados de desidratação das placas de ágar. Durante nossas coletas também pudemos observar este fenômeno quando um dia de coletas se seguiu a uma noite de chuva. Durante o período em que trabalhávamos os pontos mais distantes do riacho secavam visivelmente, enquanto os mais próximos continuavam úmidos.

A desidratação das manchas de recursos utilizados por drosófilas tem sido considerada importante para a ecologia destes organismos, pois pode ocorrer antes que as larvas terminem seu

desenvolvimento (Birch & Battaglia, 1957; Pipkin, 1965; Etges & Heed, 1987; Toda & Kimura 1997). Birch & Battaglia (1957) e Pipkin(1965) apontaram que este fator poderia ser responsável por parte da variação sazonal das espécies. Segundo Pipkin, o grupo *tripunctata* (dentre outros) estaria mais sujeito a este efeito por utilizar frutos menores. Acrescentamos a isto outra característica comum a espécies deste grupo, que são períodos de desenvolvimento relativamente longos (Sevenster, & Alphen, 1993b; e observações pessoais), exigindo maior duração das manchas de recursos. Esta associação entre a duração da fase larvar e a suscetibilidade ao efeito indireto da umidade, através da desidratação das manchas de recursos, tem sido reconhecida na literatura (Etges & Heed, 1987; Toda & Kimura, 1997).

O efeito da desidratação dos recursos sobre *D. tripunctata* (do grupo *tripunctata*) foi verificado experimentalmente por Worthen *et al.* (1994). Neste trabalho a falta de umidade reduziu a viabilidade destes organismos, tanto devido a seu efeito sobre a qualidade das manchas de recursos, quanto pela facilitação da atividade de formigas predadoras. A associação destes fatores pode influenciar a preferência por microhabitats mais úmidos dentro da mata, observada para as espécies deste grupo.

Coincidentemente o grupo *tripunctata*, embora seja o segundo mais rico em espécies dos neotrópicos, não apresenta espécies tidas como sinantrópicas (Sene *et al.*, 1980). Este também é, dentre os grupos bem coletados (*cardini*, *guarani*, *repleta*, *saltans*, *tripunctata* e *willistoni*), o mais restrito a ambientes florestais; e o mais atingido pela perturbação ambiental (Sene *et al.*, 1980, Bizzo & Sene, 1982; Martins, 1987, Tidon-Sklorz & Sene, 1999). *Drosophila simulans* por sua vez, que parece repelir ambientes próximos à água, é originária de ambientes abertos da África e apresenta baixas frequências em áreas florestais bem preservadas (Sene *et al.*, 1980, Martins, 1987, Saavedra *et al.*, 1995); mas não depende de perturbação ambiental para a ocupação de áreas abertas, aparecendo em grande abundância em campos rupestres (Tidon-Sklorz *et al.*, 1994;

Tidon-Sklorz & Sene, 1995), cerrados (Sene *et al.*, 1980), restingas (Bizzo & Sene, 1982) e na caatinga (Sene *et al.*, 1980). A associação destas informações é favorável à hipótese de que a umidade do ar seria importante na ocupação de ecossistemas por estes animais.

O efeito da umidade sobre a duração do período em que os frutos estão disponíveis, também foi tomado como causador do aninhamento (“nestedness”, ver Worthen, 1996) observado entre os conjuntos de espécies que ocupam cada fruto (Worthen *et al.*, 1998). O processo em questão se baseia no pressuposto de que algumas espécies são mais prejudicadas pela desidratação do que outras, sem que nenhuma seja beneficiada. Assim, dos frutos menos atingidos pela desidratação emergiriam adultos de todas as espécies, enquanto nos mais atingidos apenas as espécies mais resistentes teriam sucesso. O que observamos com nossos dados, tanto na distribuição das espécies, quanto na riqueza (Capítulo III), sugere um aninhamento, com a perda de espécies à medida que nos afastamos dos riachos. Caso a umidade realmente determine os padrões aqui apresentados, podemos estar observando o mesmo fenômeno discutido Worthen *et al.*, (1998), em uma escala diferente.

A distribuição agregada em torno de ambientes úmidos também pode contribuir para a melhor compreensão da distribuição temporal das abundâncias das espécies. Segundo Pipkin (1965), as espécies do grupo *tripunctata*, devido ao efeito da desidratação sobre a viabilidade de suas larvas, deveria ser mais abundante em períodos úmidos do ano, o que está de acordo com os padrões encontrados pela autora na Ilha de Barro Colorado (Panamá). No entanto, no Brasil este grupo é tido como mais abundante na estação fria/seca (Dobzhansky & Pavan, 1950; Sene, *et al.*, 1980; Franck & Valente, 1985). Pipkin (1965) levanta a hipótese de que espécies deste grupo poderiam resistir a períodos secos do ano utilizando como sítio de nidificação recursos não sujeitos à desidratação, como flores vivas, que em outras épocas teriam baixo, ou nenhum, valor para a maioria das espécies. É possível que microhabitats que se mantêm úmidos durante todo o

ano, como as margens de riachos sejam mais importantes para estas espécies. A agregação em ambientes mais úmidos certamente não impediria a diminuição populacional na estação fria/seca, mas poderia amenizar este efeito, permitindo que outros fatores (temperatura ou menor abundância de competidores), atuando em sentido oposto, aumentassem as populações neste período. Outra possibilidade que não pode ser descartada por enquanto, é que as populações de fato diminuem na estação fria/seca em algumas localidades (como observado nas coletas do Japi; ver Figura 11 no Capítulo III); mas parte dos trabalhos que abordaram este tema, ao concentrar as amostras em ambientes mais úmidos, não puderam detectar tal diminuição.

Encontramos que parte do gregarismo das populações estudadas resulta da escolha de habitat, e não de fenômenos que causem variações estocásticas nos centros de agregação; e que esta escolha difere entre as espécies. O quanto da variação nas disponibilidades das populações é explicada pelos fenômenos causadores dos padrões que observamos, não podemos estimar no momento, pois não medimos os mesmos, ou sequer temos certeza quanto à sua natureza. Caso tivéssemos concentrado nossa discussão em regressões lineares, os coeficientes de determinação resultantes representariam a proporção das variações das populações explicada pela escolha de microhabitats, multiplicada pela proporção da distribuição dos mesmos explicada pela a distância dos cursos d'água; sendo ambos os efeitos subestimados devido à não linearidade dos fenômenos. Apenas a detecção repetida do fenômeno, apesar de ter sido medido indiretamente, atesta sua importância.

No entanto a escolha de microhabitats tem recebido pouca atenção no tratamento de questões relacionadas com a distribuição espacial destes organismos; como no estudo da coexistência das espécies promovida pela agregação sobre manchas de recursos. Segundo Inouye, (1999) “No mecanismo de agregação o competidor inferior acha seu refúgio do competidor superior por acaso, não por habilidade”. Embora seja reconhecido que parte da agregação

observada pode resultar de escolha de sítios de oviposição pelas fêmeas (ver Sevenster, 1996), geralmente é aceito que fenômenos completamente estocásticos seriam mais importantes (Atkinson & Shorrocks, 1984), a ponto de poderem ser ignoradas as preferências das fêmeas. Com base neste pressuposto têm sido comparados os efeitos da agregação com o da partilha de recursos (que se daria apenas entre diferentes espécies de frutos ou fungos) (Shorrocks & Sevenster 1995; Toda *et al.*, 1999).

As medidas da agregação das populações são aplicadas sem que nenhuma parcela das mesmas seja atribuída às preferências de microhabitats. É possível que a heterogeneidade na distribuição das populações devida a este fator esteja sendo inadequadamente inserida nas medidas de agregação; assim como ocorreu com a variação temporal das populações, e as diferenças no tamanho das manchas de recursos, até seus efeitos inflacionadores sobre as medidas de agregação serem apontados por Sevenster & Alphen (1996) e Sevenster (1996), respectivamente. Ao contrário dos dois últimos efeitos citados, pode não haver uma solução simples para o problema gerado pelo primeiro (preferências de microhabitats). Medidas de associação das espécies tem sido usadas para descartar a importância do efeito em questão. Mas esta abordagem pode falhar caso:

1. A interação das abundâncias das espécies com os microhabitats não seja linear;
2. Mais de uma variável determine estas escolhas;
3. Uma das espécies do par não apresente preferências;
4. Ou um efeito no sentido oposto, causando associação positiva entre as mesmas (como a abundância de alimento), obscureça o efeito das diferenças de preferências por microhabitats.

Apenas o estudo dos fatores que determinam a agregação intra e interespecífica destes organismos, permitirá uma abordagem adequada de algumas das questões de maior interesse relacionadas com estes fenômenos.

Aceitando que a taxocenose estudada apresenta uma resposta não trivial ao gradiente estudado, qual seria a melhor estratégia para trabalhar outras questões de sua ecologia nestes ambientes?

Uma boa opção, que parece dominar as decisões na literatura, é a busca de uma porção mais homogênea do ecossistema; que no nosso caso seriam áreas mais afastadas de cursos d'água. Esta alternativa no entanto é prejudicada se espécies de importância no total de indivíduos apresentam-se agregadas em ambientes adjacentes. O quanto, por exemplo, das variações nas populações de *D. paraguayensis* longe dos riachos resulta da imigração a partir dos agregados fora desta área? O estudo exclusivo das margens dos cursos d'água seria ainda mais problemático pois estaria sendo negligenciada a maior parte da mata.

A alternativa mais desejável para o estudo de questões como a variação temporal nas populações seria a inclusão das maiores variações do ambiente percebidas dentro do desenho amostral. Assim, este aspecto da complexidade do sistema poderia ser controlado, através do estudo das interações entre o objeto de interesse central e as diferenças de habitat.

IV.6. Conclusões

- Vinte das quarenta espécies testadas responderam ao gradiente de distância em relação a riachos.
- O modelo testado, que pressupõe uma associação linear entre o logaritmo do número de machos e o logaritmo da distância dos riachos, parece descrever adequadamente o fenômeno, dentro do intervalo de distância estudado, para a maioria das espécies.
- Predominou a concordância entre os resultados do presente trabalho e os de Pavan (1959).

- As respostas das espécies devem ser direta ou indiretamente causadas pela presença dos riachos, e não resultantes de uma associação casual com uma variável independente da proximidade de corpos d'água.
- A agregação em torno de cursos d'água pode ser tomada como norma para os grupos *tripunctata* e *dreyfusi*, no ambiente estudado.
- A repulsão aos riachos foi observada para algumas espécies, mas os dados neste sentido são menos claros.
- Os dados indicam que a restrição a áreas florestas e a atração por cursos d'água podem sofrer influência relevante do mesmo fator.
- A resposta das populações ao gradiente estudado pode variar significativamente no tempo. As diferenças entre épocas dentro de uma mesma localidade parecem ser maiores do que as diferenças entre as localidades estudadas.
- A associação com os riachos não variou em dias consecutivos, sendo provavelmente necessários períodos de tempo mais longos para a alteração de tais padrões.
- Parte das espécies da taxocenose estudada apresentam diferenças relevantes na ocupação de microhabitats dentro das matas. Estes resultados confirmam a necessidade de inclusão desta variável em estudos que visem a compreensão das interações destes organismos com seu ambiente.

V. Discussão Geral

O novo método de coletas mostrou-se satisfatório, associando resultados comparáveis com os obtidos pelo método tradicional, com a possibilidade de amostrar simultaneamente 30 pontos afastados dentro da mata.

Foram encontrados altos números de espécies nas duas localidades; 89 em Barreiro Rico e 58 no Japi, totalizando 101 espécies. No momento estes valores não podem ser adequadamente comparados com os obtidos para outras localidades devido a diferenças metodológicas.

Atribuímos os altos números de espécies encontrados à identificação de todos os machos pela terminália masculina. Até o momento 64 espécies puderam ser identificadas como espécies já descritas. Destas 9 representam novas ocorrências para o Estado de São Paulo, elevando a atual lista de espécies para 101. Aceitando a transferência de *D. latifasciaeformis* para o gênero *Scaptodrosophila* esta lista seria de 100 espécies.

A diferença entre os números de espécies encontrados nas duas localidades pode ser inteiramente atribuída à diferença de densidade de moscas entre as mesmas. Já os maiores números de espécies obtidos nas amostras de 1 a 20 m de distância dos riachos, em relação às amostras de 40 a 160 m dos mesmos, persistem após a remoção dos efeitos de diferenças nas densidades.

O maior número de espécies detectadas perto dos riachos pode ser atribuído à agregação de parte das espécies nestes ambientes. No entanto, as espécies que foram analisadas quanto à sua distribuição espacial em uma dada coleta, devem ter contribuído pouco para a maior riqueza perto do riacho na mesma, uma vez que só populações com alguma abundância podem ter sua distribuição espacial estudada, enquanto as diferenças na riqueza são em geral devidas às espécies raras.

Para o padrão de riqueza observado provavelmente contribuíram espécies raras que também se apresentem mais abundantes perto da água. *Drosophila brieri* representa uma exceção à regra apresentada acima, pois embora tenha satisfeito o critério de inclusão nas análises de distribuição espacial, foi observada em todas as coletas apenas perto da água.

As espécies analisadas do grupo *tripunctata* apresentam consistente tendência à agregação perto da água. Como este foi o grupo de espécies mais rico neste trabalho, pode ser responsável pela maior riqueza neste ambiente.

A generalidade da maior riqueza observada perto da água neste trabalho carece de confirmação em trabalhos futuros.

Os dois parâmetros de diversidade da taxocenose, riqueza e equitabilidade, diferiram entre as coletas de uma mesma área. O que confirma a necessidade de um acompanhamento mínimo das variações temporais das populações para a caracterização de uma área.

As amostras analisadas, incluem pequena contribuição de espécies exóticas e de áreas abertas, o que indica a ocorrência de pouca influência antrópica nos sítios estudados.

A contribuição que pode ser obtida a partir dos dados apresentados neste trabalho para o estudo das variações temporais das populações é pequeno, devido ao direcionamento do delineamento amostral para outro fim. Para cada localidade foram obtidas apenas 4 coletas, e a proximidade das coletas dentro de uma mesma estação torna-as dependentes entre si. No entanto, este conjunto de dados traz o que mais freqüentemente falta em estudos voltados para variações temporais de populações de drosófilas: o controle a cada coleta de variáveis que, juntamente com os tamanhos populacionais, influenciam os resultados das coletas. Por esta razão é válido verificar neste conjunto de dados a ocorrência de padrões descritos em trabalhos anteriores.

Foi apenas avaliada a concordância dos dados com os padrões de variação sazonal que vêm sendo observados para os grupos *tripunctata* - maior abundância na estação fria/seca - e *willistoni*

- maior abundância na estação quente/úmida (embora dentro deste grupo o complexo *willistoni*, seja responsável pelos padrões mais claros neste sentido). Quanto às frequências relativas os resultados são concordantes com os de trabalhos anteriores, tanto para os citados táxons, como para suas espécies constituintes analisadas separadamente. Quando à densidade absoluta o grupo *tripunctata* apresentou-se menos abundante na estação fria e seca do Japi, resultado oposto ao observado para as frequências relativas.

Vinte das quarenta espécies analisadas, assim como o total do gênero tiveram resposta significativa ao gradiente de distância dos riachos. Espécies aparentadas apresentaram tendência a resultados semelhantes, quanto a este aspecto de sua ecologia. Os grupos *dreyfusi* e *tripunctata* parecem mais sensíveis ao gradiente, tendo as espécies destes grupos, mostrando forte tendência à agregação próximo aos riachos.

Predominou a concordância na comparação dos dados do presente trabalho com os de Pavan (1959). Como estes trabalhos diferiram quanto à natureza dos corpos d'água envolvidos (um lago, um rio e dois riachos de diferentes tamanhos), quanto às distâncias comparadas (de dois locais de amostragem distando aproximadamente dois quilômetros, a um gradiente cuja maior distância em relação ao riacho é de 160 metros), e quanto aos métodos de amostragem (iscas expostas contra armadilhas), a concordância entre os mesmos (incluindo dados de quatro remanescentes florestais do interior do Estado de São Paulo) atribui generalidade aos padrões detectados.

Neste trabalho, ao contrário do anterior, não foi encontrado nenhum exemplo eloquente de repulsão aos corpos d'água. As duas espécies que responderam significativamente neste sentido puderam ser analisadas apenas em uma coleta, o que atribui pouca confiabilidade ao dado. No entanto para uma delas, *D. simulans*, já havia sido observada esta tendência por Pavan (1959), sendo razoável aceitar que esta é de fato menos abundante próximo aos riachos. Aparentemente

D. willistoni, como observado por Pavan (1959) também tende a ser mais abundante longe de cursos d'água, embora em apenas em uma das áreas analisadas neste trabalho tenha sido observada tendência neste sentido. De qualquer forma a atração por cursos d'água parece ser mais comum que o oposto.

A distribuição das espécies varia entre coletas, podendo ser a associação com o gradiente estudado invertida entre duas coletas separadas por apenas um mês. No entanto, não foi observada interação entre os efeitos dos dias e das distâncias dos riachos. Portanto embora exista diferença na proporção da população atraída pela isca em dias consecutivos (como mostrado pelo efeito isolado dos dias), esta proporção não depende da posição no gradiente de distância dos riachos.

Com este trabalho, esperamos estar reunindo evidências convincentes de que a proximidade de corpos d'água está associada a variações ambientais relevantes na determinação das abundâncias de espécies do gênero *Drosophila*, em matas do interior do Estado de São Paulo.

Embora existam exceções, como *D. brieri* (para a qual parece mais adequada uma descrição qualitativa), o modelo testado (uma regressão linear entre o logaritmo do número de machos e o logaritmo da distância dos riachos) parece descrever adequadamente o fenômeno para a maioria das espécies, dentro do intervalo de distância estudado.

VI. Referências Bibliográficas

- Atkinson, W. D. & Shorrocks, B. 1981. Competition on a divided and ephemeral resource: a simulation model. *Journal of Animal Ecology* 50: 461-471.
- Atkinson, W. D. & Shorrocks, B. 1984. Aggregation of larval Diptera over discrete and ephemeral breeding sites: the implication for coexistence. *American Naturalist* 123: 336-351.
- Begon, M. 1982. Yeasts and *Drosophila*. In H. L. Ashburner, H. L. Carson e J. N. Jr. Thompson (Eds.), *The genetics and Biology of Drosophila*, Vol. 3b. Academic Press, New York.
- Belo, M & Oliveira Filho, J. J. 1978. Espécies domésticas de *Drosophila*. V. Influências de fatores ambientais no número de indivíduos capturados. *Revista Brasileira de Biologia* 36: 903-909.
- Bertani, D. F. 2000. Análise da estrutura e dinâmica de uma comunidade de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ribeirinha, Ipeúna, S.P. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba. SP. Brasil.
- Birch, L. C. & Battaglia, B. 1957. The abundance of *Drosophila willistoni* in relation to food in natural populations. *Ecology* 38: 165-166.
- Bizzo, N. M. V. & Sene, F. M. 1982. Studies on the natural populations of *Drosophila* from Peruíbe (SP), Brazil (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Biologia* 42: 539-544.
- Bodenstein, D. 1950. The Postembryonic Development of *Drosophila*. In M. Demerec (Ed.), *Biology of Drosophila*. Chapman & Hall, London.
- Bonorino, C. B. C. & Valente, V. L. S. 1989. Studies on wild and urban populations and breeding sites of *Drosophila nebulosa*. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 771-776.
- 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* 3: 300-314.
- Burla, H., da Cunha, A. B., Cavalcanti, A. G. L., Pavan, C. & Dobzhansky, T. 1950. Population density and dispersal rates in brazilian *Drosophila willistoni*. *Ecology* 31: 393-404.
- Breuer, M. E. & Pavan, C. 1950. Genitália masculina de "*Drosophila*" (Diptera): Grupo "*annulimana*". *Revista Brasileira de Biologia* 10(4): 469-488.
- Breuer, M. E. & Pavan, C. 1954. Genitália masculina de "*Drosophila*" do grupo "*dreyfusi*". *Revista Brasileira de Biologia* 14(4): 465-475.
- Breuer, M. E. & Rocha, R. F. 1971. Genitália masculina de algumas espécies de *Drosophila* dos Grupos "*repleta*" e "*tripunctata*" (Diptera, Drosophilidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 25 (15): 121-137.
- Bronic, D. & Valente, V. L. S. 1978. Dinâmica de comunidades de *Drosophila* que se estabelecem em frutos silvestres no Rio Grande do Sul. *Ciência e Cultura* 30: 1104-1111.
- Carson, H. L. 1971. The ecology of *Drosophila* breeding sites. Pp. 1-27. In "Harold L. Lyon Arboretum Lecture", Vol. 2. University of Hawaii, Honolulu.
- Cezar, O. & Leitão Filho, H. F. 1990a. Estudo florístico quantitativo de mata mesófila semidecídua na Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 133-147.
- Cezar, O. & Leitão Filho, H. F. 1990b. Estudo fitossociológico de mata mesófila semidecídua na Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 443-452.
- Charnov, E. L & Berrigan, D. 1990. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. B 345: 101-108.
- Chazdon, R. L., Cowell, R. K. Denslow, J. S. & Guariguata, M. R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of NE Costa Rica. Pp. 285-309. In F. Dallmeier & J. A. Comiskey (Eds.), *Forest biodiversity*

- research, monitoring and modelling: Conceptual background and Old World case studies. Parthenon Publishing, Paris.
- Courtney, S. P., Kibota, T. T. & Singleton, T. A. 1990. Ecology of mushroom-feeding Drosophilidae. *Advances in Ecological Research* 20: 255-274.
- Cowell, R. K. & Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B* 345: 101-108.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. <http://viceroy.eed.uconn.edu/estimates>.
- DeSalle, R. & Grimaldi, D. A. 1991. Morphological and molecular systematics of the Drosophilidae. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 447-475.
- Da Cunha, A. B. L. E., Dobzhansky, T. & Sokoloff, A. 1951. On food preferences of sympatric species of *Drosophila*. *Evolution* 5 (2): 97-101.
- Da Cunha, A. B., Shehata, A. M. El-Tabey & Oliveira, W. 1957. A study of the diets and nutritional preferences of tropical species of *Drosophila*. *Ecology* 38(1):98-106.
- Da Cunha, A. B. & Magalhães, L. E. 1965. A ecologia e a genética de populações de *Drosophila* no Brasil. *Ciência e Cultura*. 17(4): 525-527.
- Dobzhansky, T. & Epling, C. 1944. Contributions to the genetics, taxonomy, and ecology of *Drosophila pseudoobscura* and its relatives. Carnegie Inst. Wash. Pub.
- Dobzhansky, T. & Pavan, C. 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. *Journal of Animal Ecology* 19: 1-14.
- Dobzhansky, T. & Da Cunha, A. B. 1955. Differentiation of nutrition preferences in brazilian species of *Drosophila*. *Ecology* 36 (1): 34-39.
- Etegs, W. J. & Heed, W. B. 1987. Sensitivity to larval density in populations of *Drosophila monjavensis*: influences of host plant variation on components of fitness. *Oecologia* 71: 375-381.
- 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 Entomological Society of America* 83(3): 44-452.
- Fowler, J. & Cohen, L. 1990. Practical statistics for field biology. Open University Press. Philadelphia.
- Franck, G & Valente, V. L. S. 1985. Study on the fluctuation in *Drosophila* populations of Bento Gonçalves, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 45: 133-141.
- Freire-Maia, N & Pavan, C. 1949. Introdução ao estudo da drosófila. *Cultus* 1(5): 1-71.
- Frota-Pessoa, O. 1954. Revision of the *tripunctata* group of *Drosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). *Arquivos do Museu Paranaense* 10: 253-326.
- Giaretta, A. A., Sawaya, R. J., Machado, G., Araújo, M. S., Facure, K. G., Medeiros, H. F. & Nunes, R. 1997. Diversity and abundance of litter frogs at altitudinal sites at Serra do Japi, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (2): 431-346.
- Gotelli, N. J. & Graves, G. R. 1996. Null models in ecology. Smithsonian Institution Press, Washinton and London.
- Grimaldi, D. A. 1990. A phylogenetic revised classification of the genera in the Drosophilidae (Diptera). *Bulletin of American Museum of Natural History* 197: 1-139.
- Gurnell, A. 1997. The hydrological and geomorphological significance of forest floodplains. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 219-229.
- Heed, W. B. 1957. Ecological and Distributional Notes on the Drosophilidae (Diptera) of El Salvador. *University of Texas Publications* 5721: 62-78.

- Heard, S. B. 1998. Resource patch density and larval aggregation in mushroom-breeding flies. *Oikos* 81: 187-195.
- Hoffmann, A. A. & Parsons, P. A. 1989. An integrated approach to environmental stress tolerance and life history variation: desiccation tolerance in *Drosophila*. *Biological Journal Linnean Society of London* 37:117-136.
- Inouye, B. D. 1999. Integrating nested spacial scales: implication for the coexistence of competitors on a patchy resource. *Journal of Animal Ecology* 68: 150-162.
- Jaenike, J. & James, A. C. 1991. Aggregation and the coexistence of mycophagous *Drosophila*. *Journal of Animal Ecology* 60: 913-928.
- Kimura, M. T. 1992. Tethered-flight activity of Drosophilids (Diptera: Drosophilidae) in relation to habitat and resource distribution. *Journal of Insect Behavior* 5: 395-401.
- Kimura, M. T. e Beppu, K. 1993. Climatic adaptations in the *Drosophila immigrans* species group: seasonal migration and thermal tolerance. *Ecological Entomology* 18: 141-149.
- Kimura, M. T., Ohtsu, T., Yoshida, T., Awasaki, T. & Lin, F. -J. 1994. Climatic adaptations and distribution in the *Drosophila takahashii* species subgroup (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Natural History* 28: 401-409.
- Klaczko, L. B., Powell, J. R. & Taylor, C. E. 1983. *Drosophila* baits and yeasts: species attracted. *Oecologia* 59: 411-413.
- Kratz, F. L., Pinto, L. G., Brandão, D. & Faria, L. G. 1982. Altura de vôo e o padrão de distribuição espacial em *Drosophila*. *Ciência e Cultura* 34(2): 203-209.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2(2): 203-217.
- Leitão-Filho, H. F. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. In L. P. C. Morellato (Ed.), *Historia natural da Serra do Japi: Ecologia e conservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp / FAPESP. Campinas, SP.
- Lincoln, R. J., Boxshall, G. A. and Clark, P. F. 1982. *A Dictionary of ecology, evolution and systematics*. Cambridge University Press.
- Magalhães, L. E. & Björnberg, A. J. S., 1957. Estudo da genitália masculina de "*Drosophila*" do grupo "*saltans*" (Diptera). *Revista Brasileira de Biologia* 17(4): 435-450.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton.
- Malogolowkin, C. 1952. Sôbre a genitália dos "Drosophilidae" (Diptera). III. Grupo *willistoni* do gênero "*Drosophila*". *Revista Brasileira de Biologia* 13: 245-264.
- Malogolowkin, C. 1953. Sôbre a genitália dos Drosophilídeos. IV. A genitália masculina do subgênero "*Drosophila*". *Revista Brasileira de Biologia* 13 (3): 245-264.
- Martins, M. 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 Paranaense Emílio Goeldi, Zoologia* 3(2): 195-218.
- Martins, M. 1989. Invasão de fragmentos florestal por espécies oportunistas de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Acta Amazonica* 19: 265-271.
- Martins, M. 1995. *Drosófilas e outros insetos associados a frutos de Parahancornia amapa dispersos sobre o solo da floresta*. Tese de doutorado. UNICAMP. Campinas. SP. Brasil.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 1995. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data version 2.06. MJM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- McInnis, D. O. 1981. Estimation of the attractive radius for a *Drosophila* collection trap. *Drosophila Information Service* 56: 179-178.

- Medeiros, H. F. & Klaczko, L. B. 1999. A weakly biased *Drosophila* trap. *Drosophila Information Service* 82: 100-102.
- Morais, P. B., Rosa, C. A., Abranches, J., Mendonça-Hagler, L. C. & Hagler, A. N. 1996. Yeasts vectored by *Drosophila quadrum* (*calloptera* group) in tropical rain forests. *Revista de Microbiologia* 27: 87-91.
- Morellato, L. P. C. 1992. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. I Litterfall and litter standing crop. *Journal of Tropical Ecology* 8: 205-215.
- Morellato, L. P. C. & Leitão-Filho, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In L. P. C. Morellato (Ed.), *Historia natural da Serra do Japi: Ecologia e conservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp / FAPESP. Campinas, SP.
- 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* 20(11): 117-122.
- Neff, N. A. & Marcus, L. F. 1980. A survey of multivariate methods for systematics. New York: Privately published.
- Noor, M. A. 1995. Long-term changes in obscure group *Drosophila* species composition at Mather, California. *Pan-Pacific Entomologist* 71(1): 71-74.
- Parsons, P. A. 1975. The effect of temperature and humidity on the distribution patterns of *Drosophila inornata* in Victoria, Australia. *Environmental Entomology* 4(6): 961-964.
- Parsons, P. A. 1978. Boundary conditions for *Drosophila* resource utilization in temperate region, especially at low temperatures. *The American Naturalist* 112(998): 1063-1074.
- Parsons, P. A. 1979. Resistance of the sibling species *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans* to high temperatures in relation to humidity: evolutionary implications. *Evolution* 33(1): 131-136.
- Pavan, C., Dobzhansky, T. & Burla, H. 1950. Diurnal behavior of some neotropical species of *Drosophila*. *Ecology* 31: 36-43.
- 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* (86), *Biologia Geral* 11: 7-81.
- Pinto, H. S. 1992. Clima da Serra do Japi. In L. P. C. Morellato (Ed.), *Historia natural da Serra do Japi: Ecologia e conservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp / FAPESP. Campinas, SP.
- Pipkin, S. B. & Heed, W. B. 1964. Nine new members of the *Drosophila tripunctata* species group. (Diptera: Drosophilidae). *Pacific Insects* 6(2): 256-273.
- Pipkin, S. B. 1965. The influence of adult and larval food habits on population size of Neotropical ground-feeding *Drosophila*. *American Naturalist* 74: 1-27.
- Powell, J. R. 1997. *Progress and prospects in evolutionary ecology: The Drosophila model*. Oxford University Press. New York.
- Prince, G. J. & Parsons, P. A. 1977. Adaptive behaviour of *Drosophila* adults in relation to temperature and humidity. *Australian Journal of Zoology* 25: 285-290.
- Rodrigues, R. R. & Shepherd, G. J. 1992. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. In L. P. C. Morellato (Ed.), *Historia natural da Serra do Japi: Ecologia e conservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp / FAPESP. Campinas, SP.
- Rohde, C. & Valente, V. L. S. 1996. Ecological characteristics of urban populations of *Drosophila polymorpha* Dobzhansky & Pavan and *Drosophila cardinoides* Dobzhansky & Pavan (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Biologia* 40(1): 75-79.

- Rosewell, J., Shorrocks, B. & Edwards, K. 1990. Competition on a divided and ephemeral resource: testing the assumptions. I. Aggregation. *Journal of Animal Ecology* 59: 977-1001.
- Saavedra, C. C. R., Callegari-Jacques, S. M., Napp, M & Valente, V. L. S. 1995. A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. *Journal of Zoological Systematic and Evolutionary Research* 33: 62-74.
- Salis, S. M., Shepherd, G. J. & Joly, C. A. 1995. Floristic comparison of mesophytic semideciduous forests of the interior of São Paulo, Southeast Brazil. *Vegetatio* 119: 155-164.
- Salles, H. 1948. Sobre a genitália dos drosofilídeos (Diptera): I. *Drosophila melanogaster* e *D. simulans*. *Suma Brasileira de Biologia* 1 (15): 311-383.
- Secretaria da Cultura do Estado de São Paulo 1983. Ato de Tombamento das serras do Japi, Guaxinduva e Janguacoara. In *Diário Oficial do Estado de São Paulo* de 12 de março de 1983. Imesp, São Paulo, Pp. 59.
- Secretaria de Economia e Planejamento, 1978. Plano cartográfico do Estado de São Paulo. Folha: SF-22-Z-B-VI-2-SE-C (Tanque).
- Secretaria de Economia e Planejamento, 1979. Plano cartográfico do Estado de São Paulo. Folha: SF-23-Y-C-III-1-SO-E (Bairro Hermida).
- Secretaria de Estado e Negócios do Interior, 1981. Plano cartográfico do Estado de São Paulo – Carta de Utilização da Terra do Estado de São Paulo. Folha: SF-22-Z-B (Bauru).
- Seiger, M. B. & Woodruff, D. L. 1987. The effect of relative humidity on photoreponse in sympatric species of *Drosophila*: Long term exposure to desiccating environments. *Journal of Insect Physiology* 33: 529-532.
- Sene, F. M., Val, F. C., Vilela, C. R. & Pereira, M. A. Q. R. 1980. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 33 (22): 315-326.
- Sene, F. M., Pereira, M. A. Q. R., Vilela C. R. e Bizzo, N. M. V. 1981. Influence of different ways to set baits for collection of *Drosophila* flies in three natural environments. *Drosophila Information Service* 56: 118-121..
- Sevenster, J. G. & Alphen, J. J. M. van 1993a. Coexistence in stochastic environments through a life history trade off in *Drosophila*. *Lecture Notes in Biomathematics* 98: 155-172.
- Sevenster, J. G. & Alphen, J. J. M. van 1993b. A life history trade-off in *Drosophila* species and community structure in variable environments. *Journal of Animal Ecology* 62: 720-736.
- Sevenster, J. G. 1996. Aggregation and coexistence. I. Theory and analysis. *Journal of Animal Ecology* 65: 297-307.
- Sevenster, J. G. & Van Alphen, J. J. M. 1996. Aggregation and coexistence. II. A neotropical *Drosophila* community. *Journal of Animal Ecology* 65: 308-324.
- Shmida & Wilson, 1985. Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography* 12: 1-20.
- Shorrocks, B. e Rosewell, J. 1986. Guild size in Drosophilids: a simulation model. *Journal of Animal Ecology* 55: 527-541.
- Shorrocks, B., Rosewell, J. & Edwards, K. 1990. Competition on a divided and ephemeral resource: testing the assumptions. II. Association. *Journal of Animal Ecology* 59: 1003-1017.
- Shorrocks, B. & Sevenster, J. G. 1995. Explaining local species diversity. *Proceedings of Royal Society of London. Série B: Biological Sciences* 260: 305-309.
- Sonneenblick, B. P. 1950. The early embryology of *Drosophila melanogaster*. In M. Demerec (Ed.), *Biology of Drosophila*. Chapman & Hall, London.

- Southwood, T. R. E. 1978. Ecological Methods Whith Particular Reference to the Study of Insect Populations. Chapman and Hall.
- Spassky, B. 1957. Morphological differences between sibling species of *Drosophila*. University of Texas Publications 5721: 49-61.
- Spencer, W. P. 1950. Collection and laboratory culture. In M. Demerec (Ed.), Biology of *Drosophila*. Chapman & Hall, London.
- Tidon-Sklorz, R. & Sene, F. M. 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 52: 311-317.
- Tidon, R. & Sene, F. M. 1988. A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. *Drosophila* Information Service 67: 90.
- Tidon-Sklorz, R., Vilela, C. R., Sene, F. M. & Pereira, M. A. Q. R. 1994. The genus *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) in the Serra do Cipó, state of Minas Gerais, Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 38: 627-637.
- Tidon-Sklorz, R. & Sene, F. M. 1995. Fauna of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the northern area of the "Cadeia do Espinhaço", states of Minas Gerais and Bahia, Brazil: biogeographical and ecological aspects. Iheringia, Série Zoológica 78: 85-94.
- Tidon-Sklorz, R. & Sene, F.M.. 1999. *Drosophila*. Pp. 246-261. In C.R.F. Brandão & E.M. Cancellato (Eds.), Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Vol. 5. Invertebrados terrestres. Capítulo 23
- Trichon, V., Walter, J. -M. N. & Laumonier, Y. 1998. Identifying spatial patterns in the tropical rain forest structure using hemispherical photographs. Plant Ecology 137: 227-244.
- Toda, M. J. & Kimura, M. T. 1997. Life-history traits related to host selection in micophagous drosophilids. Journal of Animal Ecology 66: 154-166.
- Toda, M. J., Kimura, M. T. & Tuno, N. 1999. Coexistence mechanisms os mycophagous drosophilids on multispecies fungal hosts: aggregation and resource partitioning. Journal of Animal Ecology 68: 794-803.
- Toni, D. C. e Hofmann, P. R. P. 1995. Preliminary taxonomic survey of the genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) at Morro da Lagoa da Conceição; Santa Catarina Island; Brazil. Resvista Brasileira de Biologia 55(3): 327-350.
- Torres, F. R. 2000. Estudo da diversidade, abundância e variação temporal de espécies de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) em duas matas da região noroeste do estado de São Paulo. Tese de Mestrado. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. UNESP. São José do Rio Preto. SP. Brasil.
- Underwood, A. J. 1986. What is a community? In D. M. Raup and D. Jablonski (Ed.), Patterns and processes in the history of life :report of the Dahlem Workshop on Patterns and Processes in the History of Life, Berlin; New York: Springer-Verlag.
- Val, F. C. & Sene, F. M. 1980. A newly introduced *Drosophila* species in Brazil (Diptera, Drosophilidae). Papéis Avulsos de Zoologia 33 (19): 293-298.
- Val, F. C. 1982. The male genitália of some neotropical *Drosophila*: Notes and illustrations. Papéis Avulsos de Zoologia. 34(27): 309-347.
- Val, F. C. & Kaneshiro, K. Y. 1988. Pp. 189-203. In P. E. Vanzolini, & W. R. Heyer (Eds.), Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica da Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution. Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.

- Valiati, V. H. & Valente, V. L. S. 1996. Observations on ecological parameters of urban populations of *Drosophila paulistorum* Dobzhansky & Pavan (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 40(2): 225-231.
- Valente, V. L. S. & Araújo, A. M. 1986. Chromosomal polymorphism, climatic factors, and variation in population size of *Drosophila willistoni* in Southern Brazil. *Heredity* 57: 149-159.
- Valente, V. L. & Araújo, A. M. 1991. Ecological aspects of *Drosophila* in two contrasting environments in southern Brazil (Diptera: Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 35: 237-253.
- Vilela, C. R. 1984. Notes on the type-series of *Drosophila coffeata* Williston, with description of a new neotropical species of the subgenus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 28(1): 59-64.
- Vilela, C. R. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 36(1): 197-221.
- 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* 26(3/4): 237-240.
- Vilela, C. R. & Val, F. C. 1983. Redescription of *Drosophila tarsata* Schimer, 1968 and description of a new species, both in the *annulimana* group (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Biologia* 43(4): 373-380.
- Vilela, C. R. & Val, F. C. 1985. The male genitalia of types of six members of the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 29(3/4): 503-513.
- 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* 29(3/4): 435-461.
- Vilela, C. R. & Bächli, G. 1990. Taxonomic studies on neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). *Bulletin de la Société Entomologique Suisse*. 63(supplement), 332 pp.
- Vilela, C.R. & Rodrigues-Pereira, M.A.Q. 1992. Breeding sites of neotropical Drosophilidae (Diptera). *Revista Brasileira de Entomologia* 36(2): 475-482
- Wallace, B. 1974. Studies on inter-specific competition in *Drosophila*. *Ecology* 55: 227-224.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: Why? *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 1-18.
- Worthen, W. B. 1994. Community composition and nested-subset analyses: basic descriptors for community ecology. *OIKOS* 76: 417-426.
- Worthen, W. B., Mayrose, S. & Wilson, R. G. 1994. Complex interactions between biotic and abiotic factors: effects on mycophagous fly communities. *OIKOS* 69: 277-286
- Worthen, W. B. 1996. Community composition and nested-subset analyses: basic descriptors for community ecology. *OIKOS* 76: 417-426.
- Worthen, W. B., Jones, M. T. & Jetton, R. M. 1998. Community structure and environmental stress: desiccation promotes nestedness in mycophagous fly communities. *OIKOS* 81: 45-54.
- Wheeler, M. R. & Magalhães, L. E. 1962. The *alagitans-bocainensis* complex of the *willistoni* group of *Drosophila*. *University of Texas Publications* 6205: 155-171.
- Wheeler, M. R. & Kambyssellis, M. P. 1966. Notes on the Drosophilidae (Diptera) of Samoa. *University of Texas Publications* 66615: 533-565.

ANEXO

Manuscrito da descrição da armadilha publicada como nota técnica no volume 82 no periódico “Drosophila Information Service”. Neste é descrita a armadilha desenvolvida como parte deste trabalho, e utilizada nas coletas.

Medeiros, H. F. and Klaczko, L. B. Universidade Estadual de Campinas, SP, Brazil. E-mail: lbk@unicamp.br. A weakly biased *Drosophila* trap.

Traps always present some bias. However, we noticed that most traps used in Brazil to collect *Drosophila* are strongly biased against flies of the *tripunctata* species group (one of the two most abundant in South American Forests). To try to minimise this problem, we tested 32 different models of traps obtained by successive changes of 7 basic types, starting out with the trap described by Tidon & Sene (1988). Twenty eight experiments - in the laboratory and in the field were carried out. We chose the trap that performed best on the following criteria: total number of flies caught for the same volume of bait; smallest bias in relation to the species frequency in the environment (known in laboratory experiments); retention of collected animals; protection of flies from dying by gaseous accumulation or by sticking to the bait; and being less cumbersome.

In the last experiment, we compared, in the field, the trap against the traditional method of collecting *Drosophila* - collection over banana baits. Nine pairs of trap and bait were set up at least 20 meters from each other. In each set the distance between the bait and the trap was about 4 to 8 meters. No significant differences were detected for the sex ratio per class (fig. 1a). For the species composition, we found similar results for the two methods (fig. 1b) although, there were still differences in the class frequencies. Yet, the similarity is better than we expected, and differences are almost negligible when compared to the differences among pairs (not shown).

The trap is made with three transparent 2 litres soft-drink bottles and a piece of panty hose (fig. 2c). In part 3, four windows measuring 0,5 cm x 2 cm are opened. Parts 1, 2 and 3 are assembled and fixed. Two pieces of soft paper (fig. 2b) are introduced with a wire to fill the spaces where the flies could die (fig. 2f). Dark parts of the figures are painted with black ink. The cap can receive a piece of filter paper to remove humidity (fig. 2a). To set up the trap in the field, bait is put inside part 4 (directly or inside a vial as showed in figure 2d). The piece of panty hose is set up and pressed in such a way that it gets attached to the bait (this contact is very important for the efficiency of the trap) (fig. 2e). Then part 4 is adjusted to part 3 and both are attached. The trap can then be hanged on the vegetation (fig. 2f). To collect the trapped flies, the panty hose is pulled up closing the entrances (fig. 2g). Part 4 is separated and the bait removed. To transfer the flies, the cap is removed, and the trap, turned upside down, is knocked vigorously in a vial (fig. 2h).

Closing the entrances with the panty hose can be useful allowing the transport of the trap in the field preventing flies from outside the study area to get into the trap. By now, we have collected more than a thousand samples with this model of trap. It has proven to be resistant to rain and practical to use in the field.

Figure 1. (a). Relative frequency of females per class for nine sets with trap and bait; (b). Total number of flies by class. *willistoni* = *willistoni* group - *D. nebulosa*; Trip 1 = *tripunctata* group; Trip 2 = *tripunctata* group - *D. bandeirantorum*; *melanogaster*, *guarani* and *repleta* are species group.

Figure 2. Making and using the trap. Explanations in the text.

References: Tidon, R. & F.M. Sene 1988, **DIS** 67: 90.

Acknowledgement: It is a pleasure to thank Wilma N. de Souza, Horacio Montenegro and Sônia C. S. Andrade for technical assistance. Research supported by CNPQ, FAPESP and CAPES.

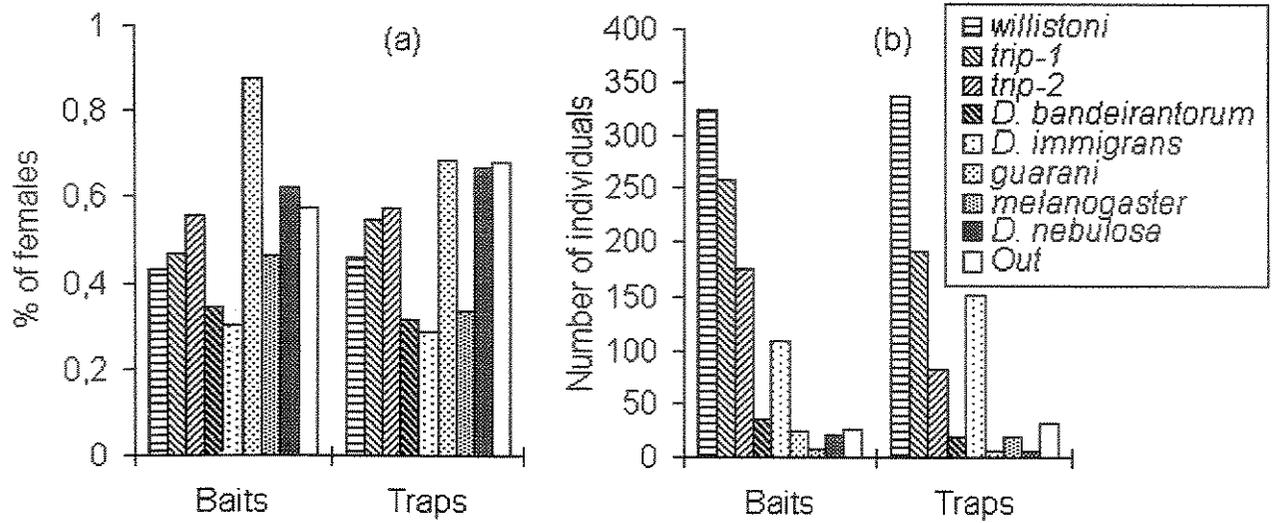


Figure 1

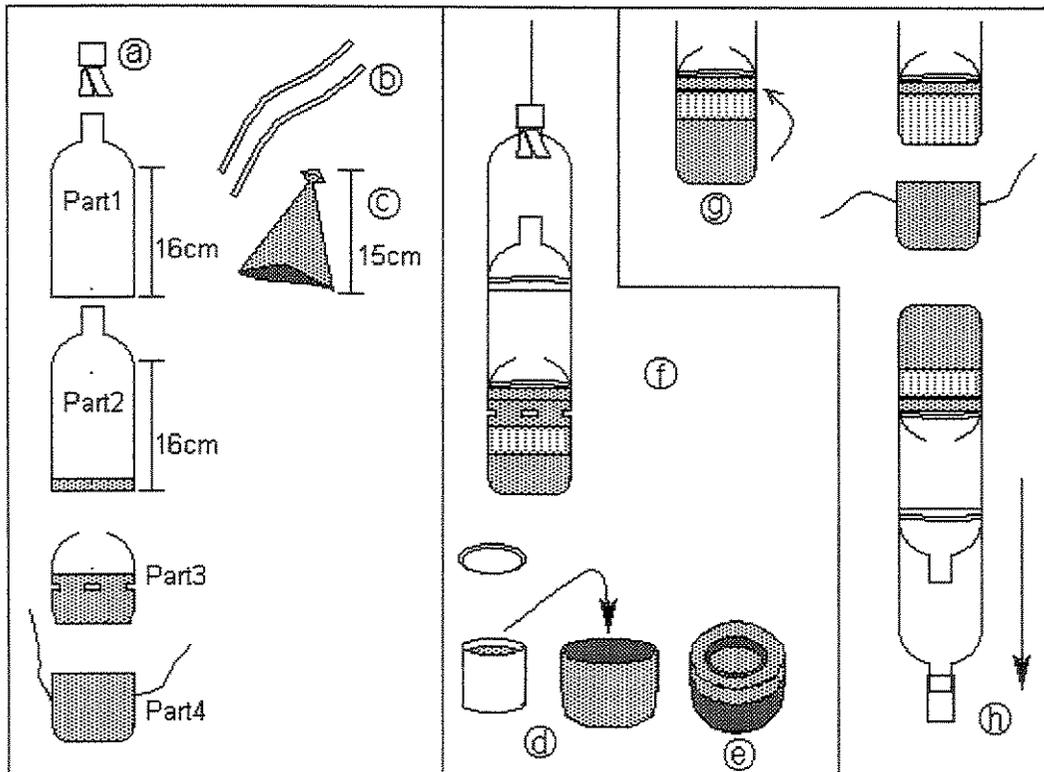


Figure 2