

JANA MAGALY TESSEROLLI DE SOUZA

**DIVERSIDADES INVENTARIAL E DIFERENCIAL DE SYRPHIDAE
(DIPTERA) NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA,
PONTA GROSSA, PARANÁ, BRASIL.**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Renato Contin Marinoni
Co-orientadora: Prof.^a Dra. Luciane Marinoni

CURITIBA
2008

*A Deus e
aos meus pais
Murilo e Myrza*

*“E aqui estamos nós,
abrindo portas com as perguntas
que geraram as nossas chaves.”*

(Rubem Alves, em Filosofia da Ciência, 1981)

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Renato Contin Marinoni, por toda a sua atenção, pelas intervenções nos momentos pertinentes, pela enorme paciência e pelo vasto conhecimento que não poupou em transmitir.

À Professora Luciane Marinoni, por ter compreendido meu jeito “espaçoso” de ser, pelos seus conselhos amigos, sua animação, seus ensinamentos, e por todo o apoio de sempre.

À Professora Maria Christina de Almeida, pela nossa boa convivência na Prática de Docência, pela sua atenção e por todas as dicas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade. E aos professores do curso, que, com seus ensinamentos, questionamentos e “bate-papos”, contribuíram ao meu crescimento pessoal e profissional.

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

Ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e ao Instituto Tecnológico SIMEPAR, pela concessão dos dados meteorológicos. Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), pela licença de coleta. E a Josemar Marins Silva, por toda a sua disposição e auxílio em campo.

Aos estagiários que passaram pelo laboratório durante este período e que colaboraram com o trabalho: Rudá Emanuel Egídio Pereira, Guilherme Augustto Costa Damasio, Daniel Negoseki Robalo Costa, Alberto Henrique Carvalho e Helen Keller. À Céuli Mariano Jorge e a Diogo Kawakami de Rezende, que organizaram o material referente aos dois primeiros anos de coleta.

Aos queridos amigos do Laboratório de estudos em Syrphidae e Sciomyzidae Neotropicais: Amanda Ciprandi Pires, Mirian Nunes Morales e Alberto Henrique Carvalho, pelo ambiente de trabalho agradável que criamos e por termos sido muito mais do que “colegas”. À Mirian, por ser tão prestativa, atenciosa e amiga, e por todo o conhecimento compartilhado. Ao Alberto, pela troca de experiências em assuntos diversos e pela amizade construída. À Amanda, uma amiga essencial neste período... Obrigada pelo seu companheirismo, por se preocupar comigo, se interessar pelas minhas histórias longas e partilhar sua vida também, pelas suas palavras de consolo e motivação, pelos seus conselhos, enfim, pelo apoio em todos os momentos.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação: Geovan Henrique Corrêa, Camila Borges da Cruz Martins, Mariane Aparecida Nিকেle, Marcel Gustavo Hermes, Adelita Maria

Linzmeier, Crisleide Maria Lazzarotto e Jaime Ivan Rodríguez Fernández, pelos momentos de alegria, descontração e cumplicidade com os quatro primeiros, pelas conversas científicas e aleatórias com os três últimos, e pelo companheirismo de todos.

Às irmãs do Pensionato Sagrada Família. (Nem citarei nomes porque são muitas!) Muito obrigada pelo apoio, pela convivência super agradável, pelas palavras amigas e por arrumarem um cantinho pra mim até mesmo nas “férias”.

Às queridas amigas que conviveram comigo no pensionato, especialmente Jacqueline Lunardelli Bittencourt, Dayane Alcântara Parente Farias, Lilian Yuriko Hirae, Suzana Robes Teixeira e Bruna Batistone Bertachi, por não deixarem sentir-me só, pelas conversas no refeitório, pelas visitinhas ao meu quarto nos momentos mais oportunos, por partilharmos nossas vidas umas com as outras e termos criado laços de amizade.

“Eu sei que o tempo vai passar... as pessoas vão e vem... Mas sei que algumas vão ficar, pelo mal ou pelo BEM!” E quem é especial, permanece para sempre no coração, deixando suas marcas, seus ensinamentos, seu exemplo de vida, como rastros de luz que não se apagam...

Às minhas duas ex- (mas sempre) orientadoras, Maria Albertina de Miranda Soares e Julianne Milléo, pelas suas orientações científicas, seus conselhos, suas palavras amigas, seu incentivo... À professora Julianne, por ter despertado em mim o “gosto pelos insetos”. À professora Tina, por ter me auxiliado a dar os primeiros passos na vida de pesquisa.

Aos meus queridos amigos-estrela, amizades que nasceram e/ou se fortaleceram pela fé. Por termos partilhado sonhos, dificuldades, tristezas, alegrias e conquistas; por termos rezado juntos e torcido uns pelos outros; pela convivência que contribuiu ao meu crescimento pessoal, enfim, por serem presença de Deus na minha vida.

À minha família, principalmente à minha mãe Myrza Magaly Tesserolli de Souza e ao meu pai Murilo Cezar Almeida de Souza. Nenhuma palavra será suficiente para agradecer tudo o que fizeram e fazem por mim. Agradeço pela educação que me ofertaram, por todo o incentivo, pela imensa preocupação com minha felicidade, por sofrerem e se alegrarem junto comigo, pelo enorme amor que sentem por mim.

A Jesus Cristo, o Maior Mestre de todos os mestres . “Não prometo dar-lhe um jardim de flores, mas prometo a força para poder plantá-lo.” E eu sei que “tudo posso Naquele que me fortalece”. Foi Deus que me deu o dom da vida, guiou meus passos, permitiu que eu chegasse até aqui. Agradeço muito por cada lágrima enxugada, pelas dificuldades superadas e pelo aprendizado que estas me proporcionaram, por ter me ajudado a sentir entusiasmo, coragem e esperança, pelos inúmeros momentos felizes concedidos...

Sumário

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XIII
RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1. Caracterização do bioma	10
2.2. Área de estudo e locais de amostragem	11
2.3. Coleta	14
2.4. Preparação do material	15
2.5. Identificação e registro de dados	16
2.6. Análise dos dados	17
2.6.1. Diversidade inventarial	17
2.6.2. Diversidade diferencial	19
2.6.3. Sazonalidade	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1. Diversidade inventarial	23
3.1.1. Abundância	23
3.1.2. Riqueza de espécies	29
3.1.3. Curva de acumulação de espécies	31
3.1.4. Estimadores de riqueza de espécies	33
3.1.5. Riqueza de Espécies x Abundância	35
3.1.6. Riqueza de Gêneros x Abundância	38
3.1.7. Índices de Diversidade	39
3.2. Diversidade diferencial	41
3.2.1. Faunística	41
3.2.2. Estrutura da Comunidade	46

3.3. Sazonalidade	50
3.3.1. Espécies abundantes	50
3.3.2. Grupos tróficos	56
3.3.3. Syrphidae	59
4. CONCLUSÕES	
4.1. Diversidade inventarial	61
4.2. Diversidade diferencial	62
4.3. Sazonalidade	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

Lista de figuras

- Figura 1 - Mapa de localização dos Campos Gerais e do Parque Estadual de Vila Velha no Estado do Paraná (modificado de ROCHA 2006) 10
- Figura 2 – Parque Estadual de Vila Velha (Ponta Grossa, Paraná), com a localização dos cinco pontos de coleta. À esquerda: mapa mostrando toda a extensão do parque. À direita: foto aérea de novembro/1995 enfocando a região em que o levantamento foi realizado 11
- Figura 3 – Fotos dos locais de coleta, durante o levantamento realizado com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná (PROVIVE), no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. A: área de Borda; B: área de Araucária; C: área Fase 1; D: área Fase 2; E: área Fase 3 14
- Figura 4 – Etapas do processo de preparação do material: hidratação (A) e vaporização em acetato de etila (B) 16
- Figura 5 – Número acumulado de espécies de Syrphidae, capturadas com armadilha malaise, no total das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002 32
- Figura 6 – Número acumulado de espécies de Syrphidae, capturadas com armadilha Malaise, em cada uma das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002 32
- Figura 7 – Número estimado de espécies de Syrphidae, pelos métodos Chao 1, Chao 2, Jack-knife 1, Jack-knife 2, Bootstrap e Michaelis-Menten, e número observado de espécies de Syrphidae, para o conjunto das áreas, gerados a partir de dados semanais resultantes de coleta com armadilha Malaise, no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002 34

Figura 8 – Número de espécies em classes de abundância, coletadas com armadilhas Malaise, no total das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002 36

Figura 9 – Árvores de conexão mínima construídas com os resultados do coeficiente de Jaccard. Dados de presença-ausência de todas as espécies de Syrphidae (A) e apenas das espécies com número igual ou superior a dez indivíduos (B), coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (Bo: Borda; Ar: Araucária; F1: Fase 1; F2: Fase 2; F3: Fase 3) 43

Figura 10 – Árvores de conexão mínima construídas com os resultados do coeficiente de Jaccard. Dados de presença-ausência de todas as espécies de Syrphidae (A) e apenas das espécies com número igual ou superior a dez indivíduos (B), nos ciclos anuais separadamente e em cada uma das cinco áreas inventariadas, resultantes de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (Bo: Borda; Ar: Araucária; F1: Fase 1; F2: Fase 2; F3: Fase 3. As letras A, B e C ao lado do nome das áreas indicam 1º, 2º e 3º anos, respectivamente.) ... 44

Figura 11 – Árvore de conexão mínima construída com os resultados do coeficiente de Morisita-Horn. Dados de abundância das espécies de Syrphidae coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (Bo: Borda; Ar: Araucária; F1: Fase 1; F2: Fase 2; F3: Fase 3) 46

Figura 12 – Análise Fatorial de Correspondência realizada com os dados de abundância das espécies de Syrphidae coletadas em cada um dos ciclos anuais separadamente e em cada uma das cinco áreas inventariadas com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (As letras A, B e C ao lado do nome das áreas indicam 1º, 2º e 3º anos, respectivamente. Percentual da variação explicado pelos eixos: 1º = 27,9; 2º = 14,8) 47

Figura 13 – Análise Fatorial de Correspondência realizada com os dados de abundância das espécies de Syrphidae coletadas nos ciclos anuais separadamente e em cada uma das cinco

áreas inventariadas com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (As espécies estão representadas pelas três primeiras letras do nome genérico mais três letras do epíteto específico. Percentual da variação explicado pelos eixos: 1º = 37,7; 2º = 19,0) 48

Figura 14 – Percentuais de abundância, em cada uma das áreas inventariadas, das espécies utilizadas no estudo de sazonalidade, capturadas com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002 50

Figura 15 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Toxomerus polygraphicus*, coletados com armadilha Malaise nas áreas de Borda e Fase 2 do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002 51

Figura 16 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Syrphus phaeostigma*, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002 52

Figura 17 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Syrphus phaeostigma*, coletados com armadilha Malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. A: flutuação populacional na Borda; B: flutuação populacional no conjunto das áreas florestadas (Araucária, Fase 1, Fase 2 e Fase 3) 53

Figura 18 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Toxomerus croesus*, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002 54

Figura 19 – Sazonalidade dos indivíduos afidófagos, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. Para a confecção deste gráfico foram retiradas as espécies dominantes *Toxomerus polygraphicus* e *Syrphus phaeostigma* 57

Figura 20 – Sazonalidade dos indivíduos pertencentes à subfamília Microdontinae, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002 58

Figura 21 – Sazonalidade dos indivíduos saprófagos pertencentes à subfamília Eristalinae, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002 58

Figura 22 – Sazonalidade de todos os indivíduos da família Syrphidae, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002 59

Lista de tabelas

Tabela 1 - Dias e áreas em que houve perda do material na armadilha malaise correspondente	15
Tabela II – Abundância total de Syrphidae e de suas subfamílias, resultante de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, nos três anos separadamente e durante todo o período de levantamento (setembro/1999 a agosto/2002)	24
Tabela III – Frequência relativa (%) das subfamílias de Syrphidae coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002	25
Tabela IV – Espécies de Eristalinae (Syrphidae) coletadas com armadilha malaise nas cinco áreas inventariadas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002	26
Tabela V – Espécies de Microdontinae (Syrphidae) coletadas com armadilha malaise nas cinco áreas inventariadas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002	27
Tabela VI – Espécies de Syrphinae (Syrphidae) coletadas com armadilha malaise nas cinco áreas inventariadas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002	27
Tabela VII – Riqueza de espécies de Syrphidae e de suas subfamílias, resultante de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, nos três anos separadamente e durante todo o período de levantamento (setembro/1999 a agosto/2002). Os valores entre parênteses correspondem aos novos registros de espécies em cada área e período	31

Tabela VIII – Valores observados e estimados da riqueza de espécies de Syrphidae, gerados por meio dos estimadores Chao 1, Chao 2, Jack-knife 1, Jack-knife 2, Bootstrap e Michaelis-Menten, para cada uma das áreas e para o total de Vila Velha (PEVV), a partir de dados semanais, obtidos de coleta com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002	33
Tabela IX – Número total (absoluto e percentual) de espécies <i>singleton</i> e <i>doubleton</i> de Syrphidae, capturadas com armadilha Malaise, em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002	37
Tabela X – Número de espécies (S), abundância de indivíduos (N), índices de diversidade de Shannon (H') e de Brillouin (HB), índices de dominância de Berger & Parker (BP) e de uniformidade de Berger & Parker (UBP) de Syrphidae, coletados com armadilhas Malaise, em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002	40
Tabela XI – Abundância de indivíduos, riqueza total de espécies e número de espécies exclusivas de Syrphidae em cada uma das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, resultantes de coleta com armadilha malaise durante o período de setembro/1999 a agosto/2002	41
Tabela XII – Número de espécies de Syrphidae compartilhadas entre pares de áreas e sua porcentagem, resultantes de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002	42
Tabela XIII – Grupos de espécies de Syrphidae formados a partir da Análise Fatorial de Correspondência realizada com as espécies mais abundantes (com número de indivíduos superior a dez), coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. (As letras entre parênteses representam a subfamília à qual cada espécie pertence. E = Eristalinae; M = Microdontinae; S = Syrphinae.)	49

Resumo

A fauna de Syrphidae estudada é proveniente de um projeto de inventariamento da entomofauna no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná (PROVIVE), desenvolvido durante três anos (setembro de 1999 a agosto de 2002). As coletas foram realizadas com armadilhas malaise, nas seguintes áreas: Borda (situada entre vegetação arbórea e região de campo), Araucária (povoamento florestal de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze), Fase 1 (floresta natural em estágio inicial a intermediário de sucessão vegetal), Fase 2 (floresta natural em estágio intermediário a avançado de sucessão vegetal) e Fase 3 (área mais bem conservada dentre todas). Nas cinco áreas inventariadas foram coletados 2826 sirfídeos, pertencentes a 152 espécies. A Borda apresentou a maior riqueza de espécies (99) e o maior número de indivíduos (1686). Em ordem decrescente de riqueza de espécies, seguiram-se as áreas: Fase 1 (63 espécies - 373 indivíduos), Araucária (50 - 315), Fase 2 (40 - 216) e Fase 3 (40 - 236). A curva de acumulação de novas ocorrências de espécies se aproxima da assíntota somente a partir do terceiro mês do terceiro ano. Os cálculos de estimativa de riqueza de espécies das cinco áreas em conjunto, por diferentes métodos, indicam que ainda podem estar presentes entre 4 e 136 espécies. O índice de Michaelis-Menten mostrou-se o mais ajustado, sendo que suas estimativas foram se aproximando da riqueza real com o aumento do número de coletas. Foram constatados valores crescentes de uniformidade à medida que os estágios de sucessão vegetal avançam. A maior abundância e riqueza de Syrphinae ocorreu nas áreas de Borda e Fase 1, onde predominam plantas herbáceas, as quais servem de alimento para afídeos, presas dos imaturos desta subfamília. As freqüências relativas de Eristalinae e Microdontinae foram maiores na área Fase 2, onde o ambiente é menos iluminado, mais úmido e rico em matéria orgânica em decomposição. Do total de espécies capturadas, 19 foram comuns a todas as áreas inventariadas, enquanto 94 foram exclusivas, sendo coletadas em apenas uma das cinco áreas. A fauna e a estrutura da comunidade de Syrphidae das áreas florestadas foram mais assemelhadas entre si, diferindo da Borda. Esta área, apesar da grande diferença faunística e estrutural com todas as demais, foi mais semelhante à Fase 1 e à Araucária, provavelmente por serem ambientes mais abertos. As áreas mais conservadas (Fase 2 e Fase 3) apresentaram os maiores valores de similaridade entre si. As espécies dominantes de Syrphidae foram arroladas em três categorias em função de sua associação com o habitat: espécies

primariamente florestais, espécies primariamente de áreas abertas e espécies sem preferência entre estes dois tipos de habitat. As espécies *Toxomerus polygraphicus* (Hull, 1940), *Syrphus phaeostigma* Wiedemann, 1830, *T. procrastinatus* Metz, 2001 e *T. croesus* (Hull, 1940) apresentaram distribuições sazonais bem marcadas ao longo do ano, sendo ativas em períodos curtos de tempo, possivelmente de acordo com a disponibilidade trófica. Os sirfídeos afidófagos foram mais abundantes na primavera e no outono, relacionando-se às estações em que, segundo a literatura, há uma maior concentração de afídeos. Os mirmecófagos tiveram atividade de vôo restrita às estações de primavera e verão, enquanto os saprófagos não apresentaram padrão sazonal definido. Há adultos ativos de Syrphidae durante o ano todo, mas suas populações têm oscilações temporais acentuadas.

Abstract

The Syrphidae fauna studied herein comes from an entomological survey which took place in the State Park of Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná (PROVIVE), developed during three years (from September 1999 to August 2002). The collecting was carried out with Malaise traps, in the following areas: Edge (located between arboreal vegetation and field area), *Araucaria* (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze forest settlement), Phase 1 (natural forest between initial to intermediate stage of vegetable succession), Phase 2 (natural forest between intermediate to advanced stage of vegetable succession) and Phase 3 (the best conserved area among all). A total of 2826 specimens of Syrphidae were collected in the five sampled areas. They belonged to 152 species. The Edge presented the largest species richness (99) and the largest number of individuals (1686). The following areas came next according to the species richness: Phase 1 (63 species - 373 individuals), Araucaria (50 - 315), Phase 2 (40 - 216) and Phase 3 (40 - 236). The species accumulation curve approaches the asymptote only starting from the third month of the third year. The calculations of the species richness estimate of the five areas together, done using different methods, indicate that between 4 and 136 species may still be presented. The Michaelis-Menten index was the most suitable one because its estimates best approached the real richness with the increase in the number of samples. Growing values of equitability were verified as the vegetable succession stages move forward. The largest abundance and the largest richness of the subfamily Syrphinae occurred in the Edge and Phase 1, where herbaceous plants prevail, which serve as food for aphids. The relative frequencies of Eristalinae and Microdontinae were larger in the Phase 2 area, where the environment is less illuminated, more humid and rich in decaying organic material. From the total of captured species, 19 were common to all sampled areas, while 94 were exclusive, being collected in just one of the five areas. The Syrphidae fauna and community structure of the forest areas were more similar among themselves, differing from the Edge. In spite of the great faunistic and structural difference from all the others, the Edge area was more similar to the Phase 1 and Araucaria areas than to the others, probably because these environments are more open. The most conserved areas (Phase 2 and Phase 3) presented the largest similarity values among themselves. The dominant Syrphidae species were quoted into three categories due to their association with the habitat: species primarily from forests, species primarily from open areas and species without preference concerning these two habitat types. *Toxomerus polygraphicus* (Hull, 1940), *Syrphus phaeostigma* Wiedemann, 1830, *T. procrastinatus* Metz,

2001 and *T. croesus* (Hull, 1940) presented well marked seasonal distributions along the year, being active in short periods of time, possibly in agreement with the trophic availability. The aphidophagous hoverflies were more abundant in the spring and in the autumn, exactly in the seasons when there is a larger concentration of aphids, according to the literature. The myrmecophagous had restricted flight activity to the spring and summer, while the saprophagous did not present defined seasonal pattern. There are active Syrphidae adults along the whole year, but their populations have accentuated annual fluctuations.

1. Introdução

Nos últimos anos tem-se falado muito em biodiversidade. Este tema não atenta apenas aos ecólogos e ambientalistas, mas se tornou matéria de preocupação pública e debate político (MAGURRAN 2004). Apesar do crescente aumento do interesse pelo conhecimento da biota mundial, uma enorme parcela da mesma permanece ainda desconhecida. Estimativas de vários especialistas indicam que no planeta existem em torno de 10 milhões de espécies, e apenas 10% delas já foram descritas (WILSON 2000). Esse desconhecimento é um entrave ao crescimento e amadurecimento de ciências como a ecologia e a biologia da conservação.

Avaliações confiáveis da biodiversidade são limitadas a grupos relativamente bem conhecidos, incluindo plantas vasculares, vertebrados e um pequeno número de invertebrados tais como corais e borboletas (WILSON 2000). No entanto, os artrópodes terrestres deveriam despertar maior atenção pois têm um papel vital nos processos fundamentais do ecossistema, possuem uma enorme diversidade funcional e são freqüentemente sensíveis a mudanças ambientais (ROHR *et al.* 2007).

Um agravante para esta situação é a alteração, fragmentação e destruição de habitats, o que pode levar à dizimação da fauna. Insetos, se destacando como os organismos vivos mais diversos e mais abundantes, são também os menos conhecidos e estudados, e os que estão em maior perigo de se tornarem rapidamente extintos (KIM 1993). Isto significa que espécies podem ser perdidas antes que sejam descritas e que as prioridades de conservação estão restritas ao que se conhece de uma pequena amostra da biodiversidade total (SCOTLAND *et al.* 2003). Todos estes problemas acabam sendo maximizados em países megadiversos como o Brasil.

Nesse contexto, percebe-se a necessidade imediata de maiores investimentos em levantamentos de fauna e flora, atrelados à pesquisa taxonômica qualificada (LEWINSOHN *et al.* 2005). Inventários estruturados de biodiversidade, além de essenciais para a ampliação do conhecimento biológico, são um dos passos fundamentais para o desenvolvimento de programas de monitoramento ambiental e consistem numa tarefa urgente para a conservação (KIM 1993; ROHR *et al.* 2007).

Trabalhos sobre diversidade biológica subsidiam uma enorme gama de estudos. Levantamentos sistematizados fornecem dados robustos e confiáveis a pesquisas na área de biogeografia e conservação, além de embasar estudos de controle biológico, bioprospecção e impacto ambiental. É pelo conhecimento da presença e abundância dos organismos que

compõem o ambiente, que se pode descobrir espécies raras ou ameaçadas e traçar planos para sua proteção; que se pode definir padrões de distribuição e áreas de endemismo, imprescindíveis à criação de unidades de conservação (STRAUBE 2004); que se pode entender a estruturação dos ecossistemas para, mais tarde, estudar separadamente os organismos e as interações existentes entre eles.

A FAMÍLIA SYRPHIDAE

A família Syrphidae evidencia-se por ser uma das mais diversas dentro da ordem Diptera. Foram descritas cerca de 1600 espécies em 60 gêneros para a Região Neotropical, as quais correspondem à provavelmente metade do número real existente (THOMPSON 1999). Estima-se que, para todo o Brasil, hajam 2300 espécies de sirfídeos, das quais 1500 provavelmente ocorram na Região Sul (MARINONI & THOMPSON 2004).

Esta família encontra-se dividida em três subfamílias: Eristalinae, Microdontinae e Syrphinae. Embora Syrphidae apresente uma ampla variedade de padrões morfológicos relativos a tamanho, forma e coloração, os adultos são facilmente reconhecidos pela venação alar característica: apresentam uma veia longitudinal denominada *espúria*, situada entre a terceira veia radial (R3) e a primeira veia medial (M1). Além disso, outra particularidade importante do grupo é o hábito de pairar em vôo, o que auxilia no seu reconhecimento em campo. Por isso, são chamados comumente na literatura inglesa de *hoverflies* (OWEN 1991).

Os sirfídeos vivem na maior parte dos ecossistemas terrestres, incluindo zonas litorâneas, montanhas, desertos, áreas urbanas e ambientes agrícolas (ROJO *et al.* 2003). Dentro desta vasta gama de habitats, são encontrados principalmente em regiões de campos abertos, normalmente em flores. A maioria das espécies é diurna e muito ativa (VOCKEROTH & THOMPSON 1987). Fatores abióticos, tais como intensidade de luz, temperatura, umidade do ar, pluviosidade e velocidade do vento podem influenciar as atividades de vôo dos referidos insetos.

Os adultos caracterizam-se por utilizar pólen e néctar como recursos alimentares, podendo, conseqüentemente, atuar como importantes polinizadores de muitas plantas (VOCKEROTH & THOMPSON 1987). Ocupam um lugar de destaque entre os visitantes florais, sendo considerados os dípteros antófilos mais significativos, o que os torna conhecidos também como *flowerflies* ou moscas das flores. São comuns em plantas primariamente anemófilas, as quais correspondem justamente à vegetação predominante em regiões

campestres. Porém, a efetividade destes dípteros como polinizadores tem sido pouco estudada (LARSON *et al.* 2001).

Em contraste, as larvas demonstram uma notável diversidade trófica. Podem ser principalmente saprófagas (ca. 44%), predadoras (ca. 40%) e fitófagas (ca. 16%), existindo ainda algumas micófagas, coprófagas e ectoparasitas (GILBERT *et al.* 1994). As larvas de Syrphinae, de modo geral, se alimentam de hemípteros (principalmente afídeos), mas podem também preda estágios imaturos de Thysanoptera, Coleoptera ou Lepidoptera (VOCKEROTH & THOMPSON 1987). Visto que as presas dominantes são pulgões, o potencial de espécies desta subfamília como agentes de controle biológico de pragas de plantas cultivadas vem sendo explorado em diversos trabalhos científicos. É sabido que um grupo de espécies de Microdontinae apresenta larvas predadoras de imaturos de Hymenoptera. Contudo, o hábito trófico dos demais membros desta subfamília permanece ainda desconhecido (ROJO *et al.* 2003). Por fim, os imaturos da subfamília Eristalinae apresentam hábitos alimentares particularmente variados, podendo se nutrir de fungos, plantas vasculares, material em decomposição e água com alto teor orgânico (VOCKEROTH & THOMPSON 1987). Apenas pouquíssimas espécies podem ocasionar danos econômicos por causarem miíase intestinal em humanos ou por serem saprófagas em bulbos de plantas cultivadas (KNUTSON *et al.* 1975).

Levando-se em conta que os insetos fornecem meios fáceis, sensitivos e de baixo custo para medir os efeitos do estresse antropogênico na biodiversidade e no ambiente (KIM 1993), a família Syrphidae, de modo geral, apresenta grande potencial como indicadora da qualidade ambiental de florestas (THOMPSON 1999). Apesar de serem hábeis a recolonizar rapidamente habitats estressados – um ponto negativo à sua utilização –, os sirfídeos possuem duas características importantes que os tornam bons bioindicadores: são encontrados facilmente em quase todos os ecossistemas terrestres e suas larvas apresentam hábitos alimentares altamente diferenciados (SOMMAGGIO 1999).

LEVANTAMENTOS REALIZADOS NO ESTADO DO PARANÁ

Objetivando avaliar o potencial entomofaunístico do Paraná e comparar áreas em situações de preservação desiguais, o PROFAUPAR (Projeto “Levantamento da Fauna Entomológica no Estado do Paraná”) deu início a um processo de inventariamento metodizado dos insetos no Estado, sendo realizadas coletas em oito pontos, com diferenças geomorfológicas, florísticas e climáticas. As localidades escolhidas foram Antonina, São José dos Pinhais, Colombo, Ponta Grossa, Telêmaco Borba, Jundiá do Sul, Guarapuava e Fênix.

As coletas realizaram-se no período de agosto de 1986 a setembro de 1988, por meio de dois tipos de armadilha: luminosa e Malaise (MARINONI & DUTRA 1993).

A fim de ampliar o conhecimento sobre a fauna de Syrphidae na Região Neotropical, estudos referentes a estes dípteros começaram a ser desenvolvidos no Estado do Paraná, por ocasião do PROFAUPAR. MARINONI & BONATTO (2002) realizaram estudos quanto à sazonalidade das três espécies de Syrphidae que apresentaram maior número de exemplares capturados com armadilha malaise no primeiro ano de coletas. Analisaram a influência de variáveis climáticas, tais como umidade relativa do ar, pluviosidade e temperaturas máxima e mínima, sobre a distribuição de *Toxomerus tibicen* (Wiedemann, 1830), *Microdon mitis* Curran, 1940 e *Leucopodella gracilis* (Williston, 1891). Outro estudo referente ao mesmo projeto abordou as cinco espécies mais abundantes de Syrphidae coletadas nos dois anos de coletas (*Toxomerus procrastinatus* Metz, 2001, *T. tibicen*, *L. gracilis*, *M. mitis* e *Paramicrodon flukei* (Curran, 1936)), também evidenciando as flutuações sazonais destas espécies (MARINONI *et al.* 2006)

No período de 1999 a 2002, dando continuidade ao PROFAUPAR, foi realizado o PROVIVE no Parque Estadual de Vila Velha (Ponta Grossa - PR), a fim de caracterizar a diversidade de Insecta em cinco áreas com condições distintas de preservação e alteração antrópica. Com a fauna de Syrphidae, foram realizados dois trabalhos até o momento. Em MARINONI *et al.* (2004), estudou-se a abundância e a riqueza de espécies de Syrphidae em dois dos locais amostrados durante o primeiro ano de coletas – área de Borda e interior da floresta –, comparando este último ponto com a coleta feita no PROFAUPAR no mesmo local (17 anos antes). JORGE (2005) analisou a diversidade de Syrphidae, a abundância de Diptera, a sazonalidade destes dois táxons e a distribuição ao longo do ano das três espécies de Syrphidae mais coletadas, nas cinco áreas inventariadas do Parque Estadual de Vila Velha, no período de setembro de 1999 a agosto de 2000 – correspondente ao primeiro ano de coletas.

Considerando-se a necessidade de dar continuidade aos estudos que contribuem para o conhecimento de Syrphidae na Região Neotropical, que ainda se encontra incipiente, e também a alta relevância de levantamentos entomofaunísticos para a compreensão do funcionamento das comunidades e ecossistemas, o presente trabalho visou analisar a diversidade de Syrphidae, bem como sua variação sazonal, nas cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná (PROVIVE), durante o período total de duração do levantamento, que compreendeu três anos (setembro de 1999 a agosto de 2002).

A partir deste estudo, buscou-se:

- Conhecer a composição da comunidade de Syrphidae de cada uma das cinco áreas inventariadas (diversidade inventarial ou alfa);
- Relacionar a composição de espécies às condições de conservação das áreas;
- Comparar espacial e temporalmente a fauna bem como a estrutura da comunidade de Syrphidae em função das diferentes áreas inventariadas (diversidade diferencial ou beta);
- Estudar a sazonalidade de espécies mais abundantemente coletadas e dos grupos tróficos de Syrphidae, buscando relacionar os padrões obtidos com fatores bióticos e abióticos.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização do bioma

Os Campos Gerais do Paraná localizam-se na porção leste do Segundo Planalto Paranaense, imediatamente após a Escarpa Devoniana, compreendendo uma longa faixa norte-sul de formações campestres naturais (MAACK 1948 *apud* MORO 2001) (Figura 1). Caracterizam-se como uma zona fitogeográfica natural de campos limpos associados à Floresta Ombrófila Mista, a qual ocupa posições distintas na paisagem, geralmente em matas de galeria e capões isolados, onde é marcante a presença de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (pinheiro-do-paraná) (MORO 2001; ROCHA 2006).

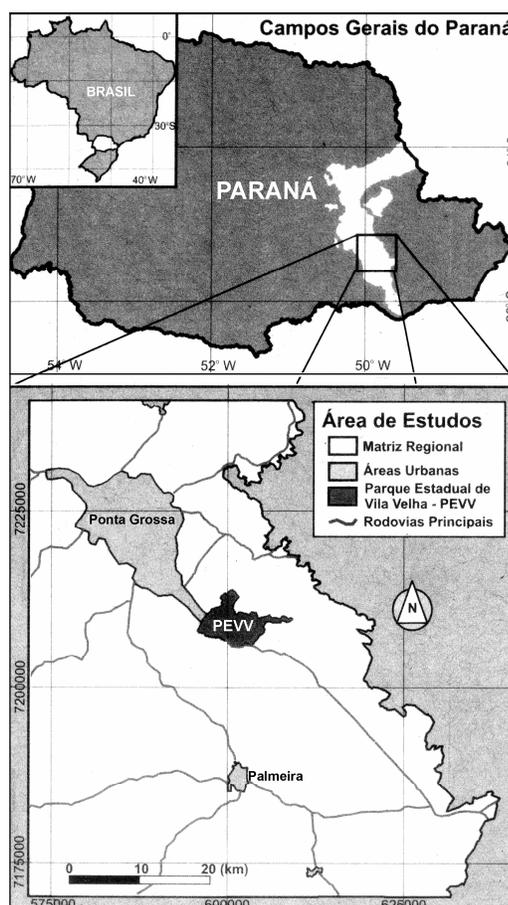


Figura 1 - Mapa de localização dos Campos Gerais e do Parque Estadual de Vila Velha no Estado do Paraná (modificado de ROCHA 2006).

A cobertura é predominantemente herbácea, com elementos arbustivos lenhosos. Diferentes levantamentos florísticos e fitossociológicos destacam o predomínio das famílias

Poaceae, Asteraceae e Fabaceae nos campos sul-brasileiros em termos gerais (BOLDRINI *et al.* 1998, GIRARDI-DIERO *et al.* 1992 *apud* LONGHI-WAGNER 2003).

Os campos constituem as formas de vegetação mais antigas do Estado, tratando-se de uma região com grande diversidade de espécies e localizada na zona de contato entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado e suas áreas de tensão ecológica (IBGE 2004 *apud* ROCHA 2006). São considerados ecossistemas vulneráveis, devido à forte pressão econômica que têm sofrido (MORO 2001).

2.2. Área de estudo e locais de amostragem

O Parque Estadual de Vila Velha, com uma área de 5.032.384 m², localiza-se no município de Ponta Grossa (Paraná), a 880 metros de altitude, junto à Rodovia BR-376 (Figura 1). Como unidade de conservação, foi criado em 1953 e tombado pelo Patrimônio Histórico e Artístico Estadual em 1966. Apresenta vegetação de campos limpos com capões de mata de araucária e matas ciliares ao longo dos rios e arroios (MAACK 1981), que é considerada como Floresta Ombrófila Mista Montana por VELOSO & GÓES-FILHO (1982) e como Floresta Úmida Temperada pela classificação de Holdridge (MILANO *et al.* 1987). O clima da região, conforme a classificação de Koeppen, é definido como temperado sempre úmido, com estações bem definidas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

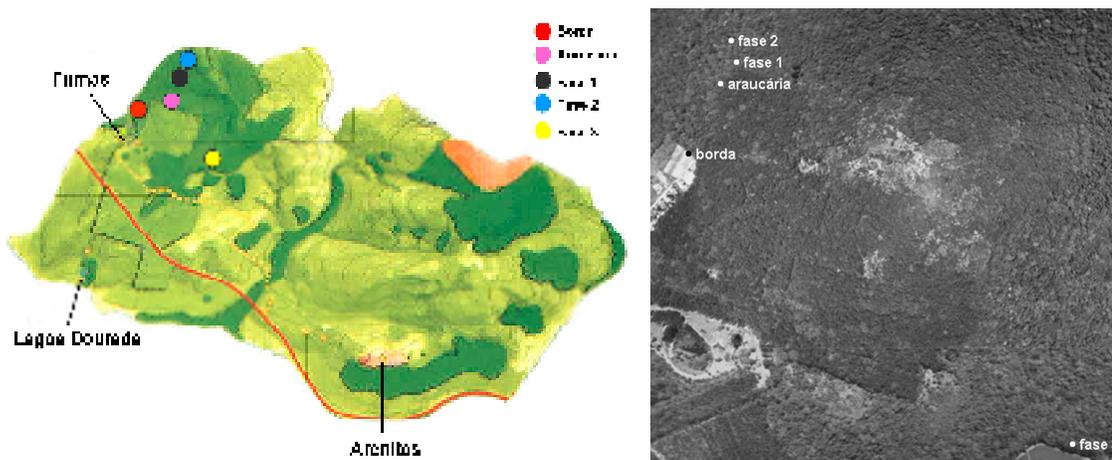


Figura 2 – Parque Estadual de Vila Velha (Ponta Grossa, Paraná), com a localização dos cinco pontos de coleta. À esquerda: mapa mostrando toda a extensão do parque. À direita: foto aérea de novembro/1995 enfocando a região em que o levantamento foi realizado.

Foram selecionadas, em um capão dentro do parque, cinco áreas com diferentes estágios de sucessão vegetal ou em distintas condições ambientais devido ao manejo (Figura 2). A caracterização das áreas foi realizada pela Dra. Yoshiko Saito Kuniyoshi e pelo Dr.

Franklin Galvão, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná. As descrições das principais características vegetais, correspondentes à época em que o levantamento foi desenvolvido, se encontram a seguir.

Área de Borda (25°13'5,0"S, 50°2'26,9"W) (Figura 3A) – Localizada entre a vegetação arbórea em estágio intermediário de sucessão e a área de campo. Esta última foi mantida por desbaste contínuo (ao menos semestral), exceto em uma faixa de 10 metros de raio em torno da armadilha, a qual permaneceu intocada durante o período de levantamento. Algumas espécies arbóreas encontram-se presentes, tais como: *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (pinheiro-do-paraná) e *Ocotea puberula* Ness (guaicá, canela-sebo), ambas no estrato superior; *Schinus* sp. (aroeira), *Jacaranda* sp. (caroba), *Piptocarpha angustifolia* Dusen ex Malme (vassourão-branco), *Solanum* sp. (joá-de-árvore), *Prunus* sp. (pessegueiro-do-mato), nos estratos inferiores. Na parte de campo, se sobressaem gramíneas (Poaceae) como: *Sporobolus* sp., *Setaria* cf. *poiretiana* (Schult.) Kunth e *Paspalum* sp.; e arbustivas como: *Senecio* sp. (maria-mole), *Eupatorium* spp., *Sonchus* sp. (serralha), *Eryngium* sp. (caraguatá), *Vernonia* sp., *Bidens pilosa* Linnaeus (picão-preto), *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron, *Cyperus meyenianus* Kunth e *Mikania micrantha* (L.) Kunth. O solo abaixo delas apresenta-se coberto com folhiço, grimpas e algumas gramíneas como *Pseudechnolaena polystachya* (Humb., Bonpl. & Kunth) Staph. e *Panicum* sp., além de exemplares esparsos de *Serjania* sp. e *Leandra xanthocoma* (Naudin) Cogn.

Área de Araucária (25°13'5,9"S, 50°2'31,2"W) (Figura 3B) – Situada a aproximadamente 240 m da área de Borda, consiste em um povoamento florestal de *A. angustifolia* cujo manejo de limpeza deixou de ser feito há mais de 20 anos (por volta de 1981). Os pinheiros alcançam em torno de 25 m de altura. O estrato médio atinge de 10 a 15 m de altura e é composto principalmente pelas seguintes arbóreas: *Cuponia vernalis* Cambess (miguel-pintado), *Ocotea puberula*, *O. porosa* (Ness) Barroso (imbuia), *Piptocarpha angustifolia*, *Casearia sylvestris* Sw. (guaçatunga), *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (juvevê), *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), *Allophylus edulis* (St. Hill) Radik. (vacum) e *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (guabirova). No sub-bosque, se destacam *Psychotria* sp. e *Piper gaudichaudianum* Kunth (jaborandi). Esta última é dominante na área, tendo a maioria dos exemplares 1 metro de altura, mas alguns atingindo 4 metros. O solo apresenta vegetação rasteira, composta por muitas poáceas, como *Pharus glaber* (Humb., Bonpl. & Kunth), *Panicum* sp. e *Pseudechnolaena polystachya*; poucas pteridáceas, como *Adiantum raddianum* Presl, e poucas telipteridáceas, como *Thelypteris* sp., além de numerosos exemplares pequeninos de *Leandra xanthocoma*.

Área Fase 1 (25°13'13,3"S, 50°2'14,1"W) (Figura 3C) – Situada a cerca de 335 m da Borda. Com aproximadamente 15 hectares, era anteriormente utilizada para culturas agrícolas sazonais, como milho e feijão, e atualmente encontra-se em fase inicial a intermediária de sucessão vegetal, estando em processo de regeneração natural desde 1984. Apresenta um dossel bastante aberto, permitindo uma passagem intensa de luz. Árvores de grande porte, compatíveis com o estágio seral, são visualizadas no estrato superior, cujas copas atingem de 20 a 25 m de altura. As espécies mais comuns são: *Piptocarpha angustifolia*, *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez (capororoca), *Zanthoxylum rhoifolium*, *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (cambará) e *Ilex paraguariensis* St. Hill (erva-mate). *Psychotria carthaginensis* Jacq. domina no estrato inferior, onde também ocorrem cambuis (Myrtaceae) de pequeno porte. Grande quantidade de poáceas forra o substrato presente no solo, predominando *Panicum* sp. Não ocorrem aí pteridáceas e há poucos indivíduos de *Leandra xanthocoma*.

Área Fase 2 (25°13'2,9"S, 50°2'14,1"W) (Figura 3D) – Situada a aproximadamente 400 m da área de Borda, trata-se de uma floresta primária alterada pela retirada de várias essências vegetais, como pinheiro-do-paraná, imbuia, canelas diversas e algumas mirtáceas. A sucessão vegetal varia de intermediária a avançada, dependendo do local observado. Pobre em epífitas, possui o dossel fechado, com copas atingindo entre 20 e 25 m de altura. Algumas das essências florestais presentes são: *A. angustifolia* (em pequeno número), *Nectandra grandiflora* Ness (canela-amarela) e *Ocotea puberula*, no estrato superior; *O. porosa* (de pequeno porte), *Myrcia breviramis* (Berg.) Legr. (guamirim) e *Ilex dumosa* Reiss. (congonha), no estrato médio. *Lithraea brasiliensis* March. predomina no sub-bosque. O solo acumula uma grande quantidade de folhiço, sendo rara a vegetação rasteira. Esta área coincide com um dos pontos de coleta do PROFAUPAR (Projeto de Levantamento da Fauna Entomológica do Estado do Paraná), realizado entre 1986 e 1988.

Área Fase 3 (25°13'27,6"S, 50°1,52,7"W) (Figura 3E) – Situada a cerca de 1200 m da área de Borda. Caracteriza-se como uma floresta primária alterada por cortes seletivos e consiste na área mais bem preservada dentre todas, com estrutura homogênea. A flora possui características muito semelhantes às da Fase 2, porém com uma maior densidade de araucárias, epífitas e lianas. As imbuias apresentam-se maiores (altura e massa), bem como as demais lauráceas (canelas), alcançando em torno de 30 m de altura. As principais arbustivas visualizadas no sub-bosque são: *Eugenia uniflora* Linnaeus (pitangueira), *Psychotria carthaginensis* e *P. suturella* Muell. Arg. O solo acumula uma grande quantidade de folhiço e poucas poáceas, entretanto ocorrem mais herbáceas do que na Fase 2.



Figura 3 – Fotos dos locais de coleta, durante o levantamento realizado com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná (PROVIVE), no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. A: área de Borda; B: área de Araucária; C: área Fase 1; D: área Fase 2; E: área Fase 3.

Maiores detalhamentos a respeito do local e áreas de coleta estão contidos em GANHO & MARINONI (2003).

2.3. Coleta

Os insetos foram coletados por meio de armadilha malaise (TOWNES 1972; YAMAMOTO 1984). Devido à forma e coloração desta armadilha, os insetos que têm seu vôo interceptado pela mesma tendem a subir, sendo conduzidos ao recipiente coletor que contém

álcool 70% como conservante. Este método de coleta é contínuo, uma vez que a armadilha permanece no campo durante todo o período de amostragem, e bastante eficiente na captura de insetos voadores, com destaque para a ordem Diptera (MATHEWS & MATHEWS 1983). Atua durante dia e noite (EVANS & OWEN 1965) e não apresenta implicações sazonais, funcionando satisfatoriamente tanto em períodos ensolarados quanto em chuvosos (GRESSITT & GRESSITT 1962). SOMMAGGIO (1999) coloca este tipo de armadilha como particularmente útil para estudos quantitativos de Syrphidae, sendo, provavelmente, a melhor opção para amostrar um número limitado de habitats. As armadilhas utilizadas no presente trabalho não possuíam atrativos e limitavam-se à coleta de insetos voando no sub-bosque.

Em cada área foi colocada uma armadilha, de modo que o frasco coletor ficasse voltado para o norte – ponto, na Região Sul do Brasil, que permanece a maior parte do tempo ensolarado. O material foi retirado semanalmente (às segundas-feiras), transferido para recipientes devidamente etiquetados, e armazenado no Laboratório de Estudos em Syrphidae e Sciomyzidae Neotropicais do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

O levantamento foi desenvolvido no período de 06/09/1999 a 05/08/2002. Totalizaram-se 153 amostras por ponto de coleta (260 referentes ao primeiro ano, 260 ao segundo e 245 ao terceiro); porém, nos dias e áreas apresentados na Tabela 1 não houve coleta, devido a danos nas armadilhas ocasionados por animais ou à queda do pote coletor.

Tabela 1 - Dias e áreas em que houve perda do material na armadilha Malaise correspondente.

Área de Borda	18/10/1999, 06/03/2000, 11/09/2000 e 25/09/2000
Área de Araucária	04/09/2000, 11/09/2000 e 02/01/2001
Área Fase 1	11/09/2000, 19/02/2001 e 07/05/2001
Área Fase 2	11/09/2000 e 23/04/2001
Área Fase 3	03/04/2000, 10/04/2000, 11/09/2000, 20/11/2000, 25/12/2000, 14/05/2001, 17/09/2001, 04/02/2002, 18/02/2002, 01/04/2002, 08/04/2002 e 22/04/2002

2.4. Preparação do material

Alguns exemplares, devido ao longo período de estocagem em álcool 70%, após entrarem em contato com o ar seco para montagem em alfinete, apresentavam algumas regiões do corpo murchas, como os olhos, e até colabadas, como o abdome. Para minimizar este inconveniente e facilitar a visualização dos caracteres necessários à identificação, estes exemplares foram submetidos a um tratamento que envolveu a rehidratação e aplicação de acetato de etila. Os sirfídeos, retirados do álcool hidratado a 70%, foram colocados em tubos

com álcool/água nas seguintes concentrações: 50/50%, 30/70% e 10/90% (respectivamente), e depois em água pura, permanecendo de 14 a 72 horas em cada um destes tratamentos (Figura 4A). Logo após serem removidos da água, foram arrumados em placas-de-Petri de modo que suas asas ficassem esticadas, e aí permaneceram em vapor de acetato de etila (Figura 4B), a fim de minimizar o enrijecimento das articulações até o momento da montagem.

Os sirfídeos foram montados em alfinetes entomológicos, juntamente com a etiqueta de procedência e o número de registro do espécime.

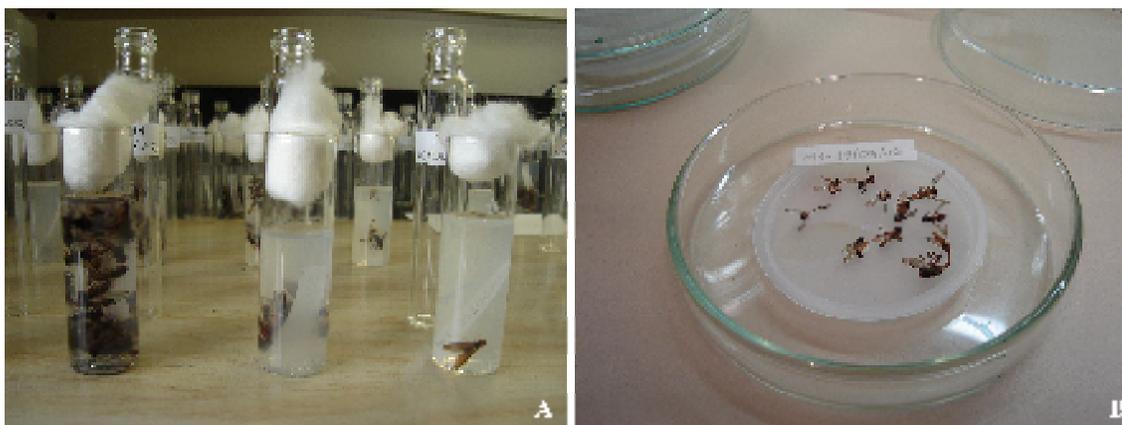


Figura 4 – Etapas do processo de preparação do material: hidratação (A) e vaporização em acetato de etila (B).

2.5. Identificação e registro de dados:

A identificação dos sirfídeos foi feita utilizando-se chaves disponíveis na literatura (THOMPSON 1999; MARINONI & MORALES em preparação; BORGES & PAMPLONA 2003; BORGES 2006), e ainda, descrições e desenhos de determinadas espécies (CARRERA, LOPES & LANE 1947; CURRAN 1926, 1930, 1936, 1939, 1940, 1941; FLUKE 1942, 1945; HULL 1937, 1943, 1947, 1949A, 1949B, 1954; MARINONI & THOMPSON 2004; MIRANDA 2005; THOMPSON 1981; VOCKEROTH 1969; WILLISTON 1888). Também se realizou comparação com o material já identificado na Coleção de Entomologia Pe. Jesus Santiago Moure (DZUP-UFPR) e obteve-se auxílio do Dr. Christian F. Thompson do “*National Museum of Natural History*”, *Smithsonian Institution*, especialista em Syrphidae.

O material encontra-se depositado na coleção de Entomologia Pe. Jesus Santiago Moure, do Departamento de Zoologia da UFPR.

Todos os dados foram registrados em um programa gerenciador de biodiversidade sob a plataforma MS Access e estão acessíveis pelo Projeto Taxon line – Rede Paranaense de Coleções Biológicas (www.taxonline.ufpr.br).

Os dados meteorológicos foram disponibilizados pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e Instituto Tecnológico SIMEPAR.

2.6. Análise dos dados

A diversidade biológica é formada por dois componentes: riqueza de espécies e abundância relativa. As medidas de diversidade são indicadoras do funcionamento do ecossistema, consistindo em ferramentas essenciais para a compreensão de como as comunidades estão estruturadas (MAGURRAN 2004).

Para fins de padronização, alguns termos foram criados determinando os tipos de diversidade existentes no espaço. A diversidade inventarial, ou seja, a diversidade de unidades espaciais definidas, pode ser medida nos seguintes níveis de resolução: em uma simples amostra – *diversidade pontual*; em um grupo de amostras, isto é, dentro de um habitat – *diversidade alfa*; em uma paisagem – *diversidade gama*; e ainda em uma província biogeográfica – *diversidade epsilon*. Estes níveis apresentam categorias correspondentes de diversidade diferencial: *diversidade beta* (entre habitats) e *diversidade delta* (entre paisagens). As duas últimas categorias refletem a troca biótica, ou seja, avaliam a mudança na composição (e abundância) de espécies entre unidades espaciais, registrando o grau de diferenciação entre elas.

São muitas as medidas de diversidade inventarial existentes e sua eficácia em retratar a diversidade real vem sendo testada em vários trabalhos empíricos (MAGURRAN 2004). Há uma preferência por índices simples e informativos àqueles difíceis de interpretar (MAGURRAN 1988). Também um vasto número de métodos, que ponderam de maneiras distintas as semelhanças e diferenças entre a fauna dos ambientes, são aplicados na investigação da variação espacial e temporal (diversidade diferencial). Estes métodos foram avaliados por alguns autores, que fazem recomendações quanto à sua aplicação (KOLEFF *et al.* 2003, MARINONI & GANHO 2006).

2.6.1. DIVERSIDADE INVENTARIAL

A fauna de Syrphidae foi descrita quanto à sua riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos), relativas ao período de três ciclos anuais (1999/2000; 2000/2001; 2001/2002), em cada uma das cinco áreas inventariadas. Foram realizadas as análises que se encontram explicadas a seguir.

Índices de Diversidade

Dentre os índices que apresentam informações sobre riqueza de espécies e abundância relativa estão o de Brillouin (HB) e o de Shannon (H'). Estes índices, que dão peso maior à riqueza de espécies, são mais úteis para detectar diferenças entre locais do que os índices que enfatizam o componente dominância/uniformidade da diversidade (MAGURRAN, 1988).

A fórmula apresentada pelo índice de Brillouin é considerada a mais adequada para indicar a diversidade quando se obtém uma coleção de insetos através da captura por armadilhas. A diversidade, assim definida, é um valor de população, não uma estimativa de uma amostra sujeita à variação amostral. O produto da captura deve ser considerado como a própria população, uma comunidade totalmente recenseada, e não uma amostra de algo maior (PIELOU 1966; 1975). Para o cálculo do índice de Brillouin, os valores de n fatorial foram obtidos por meio do método proposto por OLIVEIRA *et al.* (1998).

O índice de Shannon é o mais comum e freqüentemente usado (MAGURRAN 1988). Um dos motivos de sua popularidade é a relativa facilidade de cálculo. Pressupõe que os dados são resultantes de uma amostra de indivíduos obtida aleatoriamente de uma população “indefinidamente grande” (PIELOU 1975). A principal limitação deste índice é de que ele assume que todas as espécies estão representadas na amostra. Porém, constitui-se num método útil para comparação de diversidade entre diferentes habitats (MAGURRAN, 1988).

Índice de Dominância e Uniformidade

O índice de Berger & Parker (=BP) está entre os índices apresentados como sendo medidores de dominância. É definido pela razão do número de indivíduos da espécie com maior número de exemplares capturados pelo número total de exemplares. Dessa forma, é independente do número de espécies, mas dependente da espécie com maior número de exemplares e do tamanho da coleção (amostra). Uma medida recíproca do índice de BP é dada pela expressão: $1/BP$. Se em BP, quanto maior for o valor, maior é a dominância, tem-se que em $1/BP$ (índice de uniformidade de Berger & Parker = UBP), quanto maior o valor, maior é a uniformidade. O índice de Berger & Parker, além de ser simples e informativo, é colocado como uma das medidas de diversidade mais satisfatórias (MAY 1975 *apud* MAGURRAN 1988).

Com exceção de Brillouin, os demais índices ecológicos foram calculados pelo programa Bio Diversity Professional Beta (MCALEECE 1998).

Em muitos casos é mais econômico e informativo restringir a análise a poucas medidas freqüentemente adotadas. Por razões de padronização, seria mais prudente que

ecólogos se concentrassem em poucos índices, pois assim grupos de dados diferentes podem se tornar ao menos comparáveis. É melhor confinar atenção a um pequeno número de índices cujas propriedades sejam bem conhecidas e que possam ser facilmente interpretados (MAGURRAN, 1988).

Raridade

Há certa dificuldade em definir quais espécies são raras numa amostragem. O conceito de raridade é um tanto quanto relativo, pois depende da escala de investigação e da intensidade amostral, além de estar atrelado a três características: distribuição geográfica, especificidade de habitat e tamanho da população local (RABINOWITZ 1981; RABINOWITZ *et al.* 1986 *apud* MAGURRAN 2004). Uma alternativa usual é identificar as espécies com as mais baixas abundâncias e incidências como raras (MAGURRAN 2004).

Conforme COLWELL (2004), foram utilizados os termos *singleton* para as espécies que possuíram um único exemplar e *doubleton* para as que apresentaram apenas dois exemplares, no conjunto das coletas realizadas.

Estimativa de Riqueza de Espécies

A fim de avaliar o potencial das áreas para abrigar espécies de Syrphidae, foram feitas estimativas de riqueza de espécies, aplicando os seguintes métodos: Bootstrap, Chao 1, Chao 2, Jack-knife de 1ª ordem, Jack-knife de 2ª ordem e Michaelis-Menten. De acordo com PALMER (1990), estimadores do tipo não-paramétrico obtêm resultados melhores do que os de outra categoria. Estes cálculos foram efetuados pelo programa EstimateS Richness Estimator Versão 8.0 (COLWELL 2004), utilizando 50 casualizações com abundância de classes igual a 10.

As estimativas foram realizadas primeiramente com os dados referentes ao primeiro ciclo anual (aproximadamente 52 semanas), para as áreas separadamente e para Vila Velha como um todo. Da mesma forma foi feito com os dados de dois anos em conjunto e, por fim, com os dados do levantamento completo (três ciclos anuais, perfazendo um total de 153 semanas).

2.6.2. DIVERSIDADE DIFERENCIAL

Para a avaliação do quanto a fauna de Syrphidae difere em função das áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, foram utilizados dados de presença-ausência de espécies (análise qualitativa ou faunística) bem como dados de abundância de indivíduos das espécies coletadas (análise quantitativa ou da estrutura da comunidade). Além das análises

multivariadas espaciais, foram realizadas também análises espaço-temporais, a fim de se conhecer as mudanças espaciais (entre as áreas inventariadas) e temporais (entre os anos de coleta) da fauna de Syrphidae no Parque Estadual de Vila Velha.

As análises espaciais se basearam nos dados de coleta somando-se o período todo, que compreendeu três anos (setembro/1999 a agosto/2002). Nelas, a matriz gerada possuiu cinco vetores que representam as cinco áreas estudadas. Nas análises espaço-temporais, utilizou-se os dados de coleta de cada um dos anos separadamente, organizados em uma matriz com 15 vetores, constituídos dos dados de cada uma das cinco áreas no primeiro ano (setembro/1999 a agosto/2000), no segundo ano (setembro/2000 a agosto/2001) e no terceiro ano (setembro/2001 a agosto/2002).

Faunística

A fim de analisar a semelhança na composição de espécies, tanto entre áreas como entre anos, empregou-se o coeficiente de Jaccard. A partir da matriz de semelhança gerada, foram confeccionadas Árvores de Conexão Mínima, as quais consistem no método de agrupamento não-hierárquico que produz as relações mais fiéis aos valores da matriz de semelhança.

Estrutura da Comunidade

Com os dados de abundância de indivíduos das espécies coletadas, calculou-se o coeficiente de Morisita-Horn, apenas na análise espacial. Apesar de sua fórmula ser relativamente complexa, ele é considerado um dos melhores índices para estudos ecológicos (VALENTIN 2000). Este coeficiente usualmente considera a proporcionalidade dos indivíduos das diferentes espécies, não sendo tendenciado pelos totais de abundância. Por isso, acredita-se que ele produza resultados mais adequados à proposta do trabalho do que outros índices. Foi construída uma Árvore de Conexão Mínima com os valores obtidos na matriz de semelhança.

Na análise espaço-temporal, empregou-se o método de Análise Fatorial de Correspondência, que posiciona amostras ao longo de eixos ortogonais, os quais seqüencialmente explicam a maior quantidade de variação entre amostras. Nesta análise, as ordenações das espécies e das áreas são obtidas simultaneamente, permitindo examinar não somente as relações entre as áreas, mas também entre as espécies. Sendo assim, além da análise espaço-temporal realizada com o total das espécies, a fim de se verificar o distanciamento entre áreas e anos no plano, outra análise de correspondência, apenas com as

42 espécies mais abundantes, foi feita para a visualização das possíveis relações entre as espécies.

Influência das Espécies Raras

Muitos autores em ecologia preferem retirar as espécies raras de suas análises a fim de minimizar a influência dos possíveis visitantes acidentais ou impedir que os resultados sejam tendenciados por espécies que eles acreditam exercer um papel pequeno na comunidade, entre outras justificativas. No entanto, como citado na metodologia da diversidade inventarial, a raridade é um conceito relativo. Decidir onde se situam os limites que definem o que são espécies comuns e espécies raras é um desafio difícil. Diferentes definições absolutas vêm sendo aplicadas, como, por exemplo, considerar como raras aquelas espécies *singletons* e *doubletons* (CODDINGTON *et al.* 1996; NOVOTNY & BASSET 2000; GERING *et al.* 2003), ou aquelas que são representadas por menos de dez exemplares em um inventariamento (MAGURRAN 2005; CHAZDON *et al.* 1998; COLWELL 2004).

As espécies raras consistem em um componente bastante importante do ecossistema (GASTON, 1994), correspondendo a mais da metade da riqueza encontrada na maioria dos levantamentos entomofaunísticos. Como há diferentes formas de estabelecer onde se dará o corte, acima do qual se concentrariam as espécies consideradas como sendo de abundância intermediária e alta, a retirada das espécies raras torna os estudos menos comparáveis, além de descartar o efeito das mesmas nos padrões de diversidade antes de se conhecer sua verdadeira contribuição.

Com o objetivo de avaliar a influência das espécies raras nos relacionamentos de semelhança produzidos através dos coeficientes de Jaccard e de Morisita-Horn, foram empregadas duas matrizes: uma utilizando todas as espécies de Syrphidae coletadas nas cinco áreas e outra retirando as espécies com número de indivíduos inferior a dez.

Todas as análises numéricas citadas foram executadas pelo programa NTSYS-pc (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) (ROHLF 1998).

2.6.3. SAZONALIDADE

O clima da área de estudo é definido como temperado sempre úmido (conforme citado anteriormente). Porém, ela está localizada numa região considerada subtropical, onde não há temperaturas gélidas. A ausência da estação extremamente fria permite que uma espécie de inseto esteja presente como adulto ativo durante um período de tempo muito mais longo, em comparação ao verificado nas regiões temperadas (WOLDA & FLOWERS 1985).

O início e a duração do período de atividade de um inseto dependem das características de sua história de vida; mas também são mediados pelo fotoperíodo, temperatura e umidade do local (WOLDA 1988). Alguns grupos têm sua sazonalidade finamente controlada pela disponibilidade de alimento (WOLDA 1978).

A variação sazonal na abundância refere-se a um padrão de flutuação que, de modo geral, se repete ano após ano. No entanto, pode ser prematuro tirar conclusões a partir de dados provenientes de um único ano de pesquisa (WOLDA & FLOWERS 1985).

As análises de sazonalidade realizadas no presente trabalho foram baseadas nos dados de coleta referentes aos três anos de levantamento (setembro/1999 a agosto/2002).

Com os dados de quatro espécies mais abundantes foram realizadas análises de variância (ANOVA) de um fator. Estas análises foram conduzidas utilizando-se o número semanal de indivíduos de cada uma das espécies como variável dependente e as estações do ano como variável preditora. Pelo teste de Levene, verificou-se que, embora os dados tenham sido transformados para raiz quadrada e para logaritmo na base 10, em nenhuma das transformações a premissa de homogeneidade das variâncias foi atendida. Porém, como a ANOVA consiste numa ferramenta bastante robusta para a detecção de diferenças entre amostras, prosseguiu-se a análise (com os dados transformados em \log_{10}) passando a considerar um alfa menor, a fim de aumentar o grau de segurança dos resultados (J. A. G. CHARTON, comunicação pessoal).

Análises de Correlação Linear Produto Momento de Pearson foram conduzidas com as variáveis meteorológicas (umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica total e média, temperaturas máxima, média e mínima) e com os valores de captura média mensal (razão entre os exemplares capturados por mês e o número de coletas no mesmo mês). Estes cálculos foram feitos pelo programa Statistica 6.0 StatSoft, Inc. (2001). Também foram construídos gráficos das flutuações populacionais, no programa Excel, com os valores de captura média mensal multiplicados por quatro, se aproximando do número de exemplares efetivamente coletados no levantamento.

Gráficos de sazonalidade também foram confeccionados com os dados de abundância mensal dos grupos tróficos de Syrphidae, seguindo a mesma metodologia citada acima.

3. Resultados e Discussão

3.1. DIVERSIDADE INVENTARIAL

3.1.1. ABUNDÂNCIA (Tabelas II e III)

No período de três anos (setembro de 1999 a agosto de 2002), foram coletados 2826 sirfídeos nas cinco áreas inventariadas, sendo 1330 referentes ao primeiro ano, 698 ao segundo e 798 ao terceiro. Houve uma queda acentuada no número de indivíduos de Syrphidae do primeiro para o segundo ano de coleta, o que representa uma redução de 52%. O trabalho de LINZMEIER *et al.* (2006), com dados de Alticini resultantes do mesmo levantamento, também evidenciou uma diminuição na abundância de Coleoptera, Chrysomelidae e Galerucinae entre os referidos anos. No terceiro ano, o número de sirfídeos voltou a aumentar, devido a um incremento na abundância da subfamília Syrphinae, pois as demais subfamílias, contrariamente, sofreram um decréscimo no número de indivíduos. Flutuações anuais foram constatadas por OWEN & OWEN (1990), durante 18 anos de inventariamento, em Leicester (Inglaterra). O número de indivíduos nos dois anos de maior abundância (somados) foi cinco vezes maior que nos dois anos de menor abundância. Tanto neste estudo quanto no de LINZMEIER *et al.* (*op. cit.*), as causas não foram identificadas.

Nas áreas. Considerando-se os três anos em conjunto, a Borda apresentou o maior número de sirfídeos, seguida pelas áreas Fase 1, Araucária, Fase 3 e Fase 2. A maior captura na Borda e na Fase 1, que são as áreas com maior insolação, pode estar associada à maior disponibilidade de flores, que é o alimento preferencial dos adultos. Cerca de 60% (1686/2826) de todos os sirfídeos capturados ocorreram na Borda, sendo a abundância nesta área 3 a 15 vezes maior que nas demais. Isso já era esperado, pois, segundo a literatura, regiões abertas e iluminadas se constituem em habitats apropriados para sirfídeos (OWEN 1991; GITTINGS *et al.* 2006). Apesar da ausência de estudos, é presumível que nas áreas florestadas os sirfídeos sejam mais abundantes no dossel, onde se concentram as flores, voando acima do limite de captura da armadilha malaise, ou seja, acima do estrato que vai do solo até 1,5 m de altura.

As áreas em maior estado de conservação apresentaram menor abundância de Syrphidae, provavelmente por possuírem floração menos abundante.

Tabela II – Abundância total de Syrphidae e de suas subfamílias, resultante de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, nos três anos separadamente e durante todo o período de levantamento (setembro/1999 a agosto/2002).

		Eristalinae	Microdontinae	Syrphinae	Syrphidae
1999 - 2000	Borda	15	4	652	671
	Araucária	11	41	109	161
	Fase 1	26	33	190	249
	Fase 2	26	26	51	103
	Fase 3	12	44	90	146
	Total	90	148	1092	1330
2000 - 2001	Borda	4	10	459	473
	Araucária	8	25	39	72
	Fase 1	6	14	48	68
	Fase 2	5	26	22	53
	Fase 3	4	13	15	32
	Total	27	88	583	698
2001 - 2002	Borda	4	4	534	542
	Araucária	5	28	49	82
	Fase 1	6	5	45	56
	Fase 2	7	20	33	60
	Fase 3	4	14	40	58
	Total	26	71	701	798
1999 - 2002	Borda	23	18	1645	1686
	Araucária	24	94	197	315
	Fase 1	38	52	283	373
	Fase 2	38	72	106	216
	Fase 3	20	71	145	236
	Total	143	307	2376	2826

Nas subfamílias. Houve diferenças marcantes de abundância entre as subfamílias, notadamente entre Syrphinae e as outras duas (Eristalinae e Microdontinae) em todas as áreas inventariadas. Syrphinae destacou-se na Borda, a qual abrigou 69% (1645/2376) do total de exemplares desta subfamília. Depois, com menor importância, aparece a Fase 1, sendo responsável por 12% (283/2376) dos Syrphinae. Eristalinae foi mais abundante nas áreas Fase 1 e Fase 2, as quais se encontram, respectivamente, em estágios inicial/intermediário e intermediário/avançado de sucessão vegetal. As maiores abundâncias de Microdontinae ocorreram nas áreas florestadas Araucária, Fase 2 e Fase 3.

Analisando-se a proporção de cada subfamília em relação à Syrphidae, percebe-se que Syrphinae foi a subfamília com maior número de representantes coletados, correspondendo a 84% de todos os sirfídeos capturados. Outros trabalhos utilizando armadilha malaise também encontraram um predomínio dessa subfamília nos inventários (OWEN 1991; SANCHIS 2005; FRITZLER *et al.* 2006; BURGIO & SOMMAGGIO 2007a). A maior abundância de Syrphinae na

Borda pode ser consequência de um predomínio de plantas herbáceas, arbustivas e gramíneas nesta área. As folhas mais tenras, presentes neste tipo de vegetação, estão incluídas na dieta de afídeos, principal recurso trófico de larvas de Syrphinae (ROJO *et al.* 2003). Da mesma forma, a Fase 1, em estágio inicial/intermediário de sucessão vegetal, recebe maior insolação que as demais áreas florestadas, o que possibilita o desenvolvimento de plantas herbáceas que podem estar sustentando uma elevada abundância de Syrphinae, embora mais baixa que na Borda. A menor frequência relativa de Syrphinae foi registrada na Fase 2, onde a incidência de luz no interior da floresta é menor, o solo é mais úmido e rico em folhiço e há pouquíssimas plantas herbáceas. Em contrapartida, as outras duas subfamílias, Eristalinae e Microdontinae, tiveram maior frequência relativa nesta mesma área. A Fase 2 parece oferecer um micro-ambiente propício para as larvas destas duas subfamílias, com hábitos alimentares saprófagos e mirmecófagos em sua maioria. Nesta área é constatada a maior diferença na proporção sexual de Eristalinae (Tabela IV), sendo o número de fêmeas bastante superior, provavelmente por aí se encontrar maior quantidade de locais adequados para oviposição e posterior desenvolvimento dos imaturos. Pouco se conhece sobre a biologia de Microdontinae, mas estudos de algumas espécies indicam que as larvas vivem associadas a formigas (DUFFIELD 1981; ELMES *et al.* 1999; HIRONAGA & MARUYAMA 2004).

Tabela III – Frequência relativa (%) das subfamílias de Syrphidae coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

	Eristalinae	Microdontinae	Syrphinae
Borda	1,36	1,07	97,57
Araucária	7,62	29,84	62,54
Fase 1	10,19	13,94	75,87
Fase 2	17,59	33,33	49,07
Fase 3	8,47	30,08	61,44
Total	5,06	10,86	84,08

O padrão obtido para Syrphidae corrobora os trabalhos de MORRIS (1980), HUTCHESON (1990), MARINONI & DUTRA (1997) e GANHO & MARINONI (2005), todos associando a fauna de Coleoptera com diferentes fases de sucessão vegetal. Nestes trabalhos, verificou-se que os coleópteros detritívoros e fungívoros predominam nos estágios mais avançados de sucessão vegetal, onde as plantas atingem maior porte, propiciando um ambiente úmido, menos iluminado e com solo rico em materiais em decomposição.

Uma das causas da menor proporção de Eristalinae em relação às demais subfamílias pode ter sido o método de captura empregado. Embora a armadilha malaise seja considerada

um excelente meio de monitorar a diversidade de sirfídeos (OWEN & OWEN 1990), ela parece falhar na coleta de alguns gêneros de Eristalinae (BURGIO & SOMMAGGIO 2007b), devido a diferenças no comportamento de voo (OWEN 1991).

Tabela IV – Espécies de Eristalinae (Syrphidae) coletadas com armadilha malaise nas cinco áreas inventariadas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

Subfamília Eristalinae	Borda		Araucária		Fase 1		Fase 2		Fase 3		Total		
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M+F
<i>Ceriana (Polybiomyia) sp.1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ceriana (Sphiximorpha) barbipes</i> (Loew, 1853)	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	5	5
<i>Ceriana (Sphiximorpha) sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2
<i>Cerogaster sp.1</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Chalcosyrphus armatipes</i> (Curran, 1941)	0	0	1	4	5	4	0	6	2	3	8	17	25
<i>Chalcosyrphus sp.1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Copestylum albifrons</i> (Curran, 1939)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Copestylum circe</i> (Curran, 1939)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3
<i>Copestylum circumdatum</i> (Walker, 1857)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Copestylum flukei</i> (Curran, 1936)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
<i>Copestylum lanei</i> (Curran, 1936)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Copestylum liriopae</i> (Hull, 1949)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Copestylum macquarti</i> (Curran, 1926)	0	0	0	4	0	8	0	15	0	2	0	29	29
<i>Copestylum pictum</i> (Wiedemann, 1830)	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	4	4
<i>Copestylum profauper</i> Marinoni, 2004	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Copestylum selectum</i> (Curran, 1939)	0	1	0	3	1	5	1	9	0	2	2	20	22
<i>Copestylum sp.1</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
<i>Copestylum sp.2</i>	0	1	0	6	0	0	0	0	0	1	0	8	8
<i>Copestylum sp.3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Copestylum sp.4</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Copestylum sp.5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Eumerus obliquus</i> (Fabricius, 1805)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Lepidomyia vulturella</i> (Hull, 1946)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Meromacrus nectarinoides</i> Lynch-Arribáza, 1892	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Myolepta scintillans</i> (Hull, 1946)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
<i>Myolepta sp.1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Nausigaster tuberculata</i> Carrera, Lopes & Lane, 1947	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ornidia major</i> Curran, 1930	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	4	2	0	0	3	2	0	0	0	0	7	4	11
<i>Palpada sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Quichuana bezzii</i> Ceres, 1934	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Quichuana sp.1</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Spilomyia gratiosa</i> Wulp, 1888	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Sterphus sp.1</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Trichopsomyia sp.1</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
TOTAL DE EXEMPLARES	7	16	1	23	11	27	1	37	2	18	22	121	143
	23		24		38		38		20		143		
TOTAL DE ESPÉCIES	12		9		14		8		11		35		
TOTAL DE GÊNEROS	7		4		8		4		4		15		

<i>Argentinomyia fastigatus</i> (Fluke, 1945)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Argentinomyia longicornis</i> (Walker, 1836)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Argentinomyia</i> sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Argentinomyia</i> sp.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Argentinomyia</i> sp.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Argentinomyia</i> sp.4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	4	4
<i>Argentinomyia</i> sp.5	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	5	5
<i>Argentinomyia</i> sp.6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	2
<i>Leucopodella balboa</i> (Hull, 1947)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Leucopodella gracilis</i> (Williston, 1891)	3	15	1	12	0	6	0	2	0	12	4	47	51
<i>Ocyptamus alicia</i> (Curran, 1941)	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
<i>Ocyptamus antiphates</i> (Walker, 1849)	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	17
<i>Ocyptamus aster</i> (Curran, 1941)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ocyptamus bonariensis</i> (Brethes, 1905)	1	3	0	1	0	1	0	0	1	1	2	6	8
<i>Ocyptamus clarapex</i> (Wiedemann, 1830)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
<i>Ocyptamus dimidiatus</i> (Fabricius, 1781)	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Ocyptamus erebus</i> (Hull, 1943)	1	7	0	3	0	7	0	0	0	0	1	17	18
<i>Ocyptamus funebris</i> Macquart, 1834	8	66	0	12	0	12	0	1	0	10	8	101	109
<i>Ocyptamus gastrostactus</i> (Wiedemann, 1830)	12	36	0	0	0	2	0	0	0	0	12	38	50
<i>Ocyptamus hyalipennis</i> (Curran, 1930)	1	7	0	4	0	3	0	1	0	2	1	17	18
<i>Ocyptamus lividus</i> (Schiner, 1868)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Ocyptamus phaeopterus</i> (Schiner, 1868)	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3
<i>Ocyptamus sativus</i> (Curran, 1941)	1	4	0	1	0	10	0	5	0	22	1	42	43
<i>Ocyptamus tiarella</i> (Hull, 1944)	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	1	4	5
<i>Ocyptamus</i> sp.1	1	3	2	15	3	23	4	24	0	14	10	79	89
<i>Ocyptamus</i> sp.2	0	1	0	6	0	5	0	2	0	2	0	16	16
<i>Ocyptamus</i> sp.3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	3
<i>Ocyptamus</i> sp.4	1	0	0	1	0	9	0	7	0	2	1	19	20
<i>Ocyptamus</i> sp.5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Ocyptamus</i> sp.6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2
<i>Ocyptamus</i> sp.7	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	9
<i>Ocyptamus</i> sp.8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ocyptamus</i> sp.11	1	2	1	2	3	4	1	1	0	2	6	11	17
<i>Ocyptamus</i> sp.12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Ocyptamus</i> sp.13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Ocyptamus</i> sp.18	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
<i>Ocyptamus</i> sp.19	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
<i>Ocyptamus</i> sp.20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Ocyptamus</i> sp.21	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	20
<i>Ocyptamus</i> sp.22	2	26	0	1	0	1	0	1	0	0	2	29	31
<i>Ocyptamus</i> sp.23	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Ocyptamus</i> sp.25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ocyptamus</i> sp.26	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2
<i>Ocyptamus</i> sp.27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ocyptamus</i> sp.28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1

<i>Ocyptamus</i> sp.29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocyptamus</i> sp.30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pseudodoros clavatus</i> (Fabricius, 1794)	11	19	0	0	0	1	0	0	0	0	11	20	31
<i>Syrphus phaeostigma</i> Wiedemann, 1830	137	114	22	47	24	41	0	2	2	8	185	212	397
<i>Toxomerus basalis</i> (Walker, 1836)	7	4	0	0	3	2	0	0	0	0	10	6	16
<i>Toxomerus croesus</i> (Hull, 1940)	1	1	12	11	14	8	19	16	22	10	68	46	114
<i>Toxomerus dispar</i> (Fabricius, 1794)	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Toxomerus lacrymosus</i> (Bigot, 1884)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Toxomerus laenas</i> (Walker, 1852)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
<i>Toxomerus musicus</i> (Fabricius, 1805)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Toxomerus pictus</i> (Macquart, 1842)	34	13	0	0	0	0	0	0	0	0	34	13	47
<i>Toxomerus politus</i> (Say, 1823)	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	5	5
<i>Toxomerus polygraphicus</i> (Hull, 1940)	438	54	0	0	0	0	3	0	0	0	441	54	495
<i>Toxomerus procrastinatus</i> Metz, 2001	37	37	7	1	26	11	2	0	23	1	95	50	145
<i>Toxomerus tibicen</i> (Wiedemann, 1830)	38	18	5	1	8	2	0	1	3	2	54	24	78
<i>Toxomerus virgulatus</i> (Macquart, 1850)	22	28	4	12	10	10	0	0	0	0	36	50	86
<i>Toxomerus watsoni</i> (Curran, 1930)	41	42	0	0	0	0	0	1	0	0	41	43	84
<i>Toxomerus</i> sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Toxomerus</i> sp.2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Toxomerus</i> sp.3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Toxomerus</i> sp.4	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	8
<i>Toxomerus</i> sp.5	1	7	0	0	0	2	0	0	0	0	1	9	10
<i>Toxomerus</i> sp.6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Toxomerus</i> sp.7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Toxomerus</i> sp.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Toxomerus</i> sp.9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Toxomerus</i> sp.10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Toxomerus</i> sp.11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Xanthandrus bucephalus</i> (Wiedemann, 1830)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Xanthandrus plaumanni</i> Fluke, 1937	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL DE EXEMPLARES	922	723	57	140	102	181	35	71	53	92	1169	1207	2376
	1645	197	283	106	145	2376							
TOTAL DE ESPÉCIES	72	25	35	24	17	89							
TOTAL DE GÊNEROS	8	6	7	6	5	8							

3.1.2. RIQUEZA DE ESPÉCIES (Tabelas IV, V, VI e VII)

Durante o inventariamento, foram encontradas 152 espécies de Syrphidae, pertencentes a 27 gêneros. A ordem de riqueza de espécies nas áreas acompanhou, de modo geral, a de abundância. No transcorrer dos três anos houve um decréscimo no número de espécies, com exceção do observado para a subfamília Syrphinae. OWEN & OWEN (1990) também observaram um decréscimo de riqueza em até três anos consecutivos, nos 18 anos de seu estudo.

Nas áreas. A Borda apresentou o maior número de espécies de Syrphidae. Dentre as áreas florestadas, a maior riqueza foi observada na Fase 1. Provavelmente haja maior disponibilidade de nichos, tanto para adultos quanto para imaturos de Syrphidae, em bordas

de mata e florestas em estágios iniciais de sucessão vegetal, permitindo que mais espécies diferentes possam coexistir nestes ambientes. DIDHAM *et al.* (1998) já haviam comentado que a alta riqueza de espécies evidenciada nas áreas de borda é resultante do aumento da produtividade e do influxo de espécies das áreas vizinhas. Desta forma, a Borda inventariada deve apresentar tanto espécies de campo como de floresta, além de espécies características do próprio ecótono. No presente trabalho foi obtido um padrão de riqueza distinto do encontrado por GANHO & MARINONI (2005), no qual a Borda foi a mais pobre em espécies de Coleoptera. Porém, foi similar ao padrão evidenciado por LINZMEIER *et al.* (2006), para espécies de Alticini. No entanto, nesse trabalho, a Araucária foi a mais pobre, ao contrário do constatado em Syrphidae. A Araucária sustentou um número razoável de espécies, possivelmente porque, quando uma nova floresta é plantada, cria-se uma estrutura de vegetação florestal com diferentes estratos mais rapidamente do que se criaria durante um processo natural (DEKONINCK *et al.* 2005). Além disso, apesar de seu dossel alto, o interior da floresta na Araucária é mais iluminado do que o das áreas mais conservadas Fase 2 e Fase 3. Estas apresentaram menor riqueza de espécies de Syrphidae. Apesar da complexidade da estrutura vertical aumentar com a idade sucessional e fornecer teoricamente habitat físico adicional para espécies tais como os sirfídeos predadores, a maior cobertura herbácea de locais abertos fornece maiores fontes de alimento para adultos e locais adequados de reprodução (HUMPHREY *et al.* 1999).

Nas subfamílias. Além de mais numerosa, a subfamília Syrphinae apresentou a maior riqueza de espécies, atingindo 59% (99/152) do total de espécies. A riqueza foi praticamente uniforme entre os diferentes anos de coleta. A Borda marcadamente apresentou o maior número de espécies de Syrphinae, seguida pela Fase 1. A riqueza de Syrphinae diminuiu com o aumento do nível sucessional, pois espécies herbívoras, tais como afídeos, predominam em estágios iniciais de sucessão vegetal, servindo de alimento às larvas desta subfamília.

Eristalinae teve uma riqueza de 35 espécies no conjunto das áreas, correspondendo a apenas 23% do total de espécies. Contrariamente, no trabalho de FRITZLER *et al.* (2006), em que foi amostrada, durante sete anos, a fauna de Syrphidae de duas florestas no Apalache Central (leste dos Estados Unidos) utilizando-se armadilha malaise, a subfamília Eristalinae foi a mais rica em espécies, apresentando 61% da riqueza total. No presente trabalho, a maior riqueza foi evidenciada na Fase 1. A Fase 2, que havia apresentado a mesma abundância que a Fase 1 (Tabela II), teve quase a metade das espécies. O primeiro ano teve uma representatividade muito maior de espécies de Eristalinae.

Tabela VII – Riqueza de espécies de Syrphidae e de suas subfamílias, resultante de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, nos três anos separadamente e durante todo o período de levantamento (setembro/1999 a agosto/2002). Os valores entre parênteses correspondem aos novos registros de espécies em cada área e período.

		Eristalinae	Microdontinae	Syrphinae	Syrphidae
1999 - 2000	Borda	8	4	44	56
	Araucária	5	13	18	36
	Fase 1	14	12	24	50
	Fase 2	7	7	16	30
	Fase 3	8	11	12	31
	Total	26	18	58	102
2000 - 2001	Borda	4	8	43	55 (25)
	Araucária	6	9	14	29 (11)
	Fase 1	3	7	20	30 (9)
	Fase 2	2	8	7	17 (4)
	Fase 3	4	6	7	17 (5)
	Total	13	18	49	80 (25)
2001 - 2002	Borda	3	4	44	51 (18)
	Araucária	4	12	14	30 (3)
	Fase 1	3	5	20	28 (5)
	Fase 2	4	6	9	19 (6)
	Fase 3	3	5	13	21 (4)
	Total	9	16	53	78 (25)
1999 - 2002	Borda	12	15	72	99
	Araucária	9	16	25	50
	Fase 1	14	14	35	63
	Fase 2	8	8	24	40
	Fase 3	11	12	17	40
	Total	35	28	89	152

O número de espécies de Microdontinae foi quase igual nos diferentes anos de levantamento, embora as espécies presentes não tenham sido exatamente as mesmas. No total, foram coletadas 28 espécies. Houve maior riqueza na Araucária, justamente onde a abundância foi maior (Tabela II). A segunda maior riqueza ocorreu na Borda, onde houve a menor abundância.

3.1.3. CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES (Figuras 5 e 6)

Os valores acumulados de espécies capturadas mensalmente no decorrer do período total de levantamento, no conjunto das cinco áreas, indicam que, nos cinco primeiros meses, já havia sido coletado mais da metade do total de espécies (52%) e, ao final do primeiro ano, 67%. No segundo e terceiro anos, houve um acréscimo de cerca de 16% (em cada). Não se observa aproximação da assíntota antes do terceiro ano de coleta, ou seja, em praticamente todos os meses referentes aos dois primeiros anos de coleta houve novos registros de espécies.

No terceiro ano, o incremento de novos registros foi de setembro a novembro, e após este mês a curva tendeu à estabilidade. Sendo assim, a duração de três anos de coleta foi fundamental para se ter maior robustez no inventariamento da fauna de Syrphidae em Vila Velha. Ressalta-se, deste modo, a importância de levantamentos realizados em períodos que abranjam vários ciclos anuais, para a captação de uma parcela mais ampla e mais confiável da diversidade existente numa área.

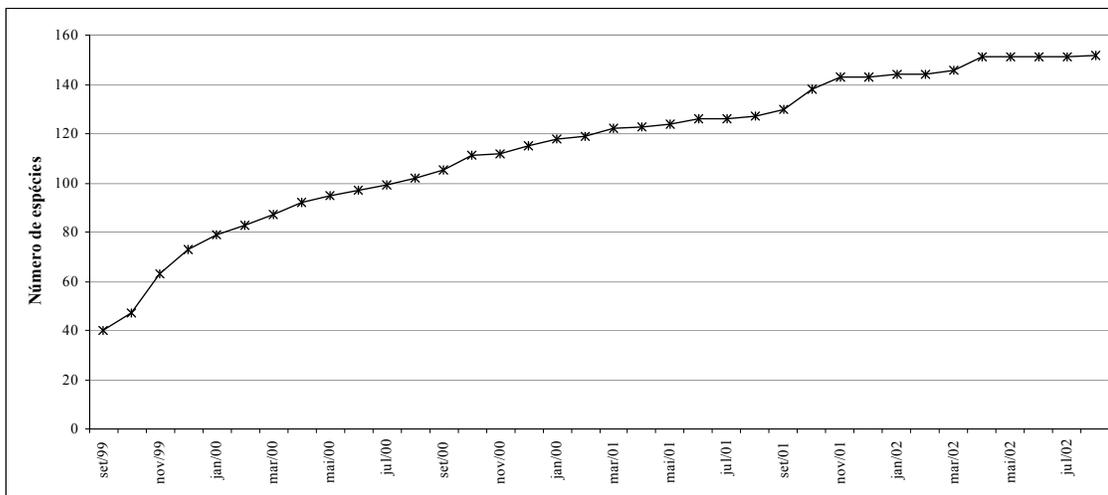


Figura 5 – Número acumulado de espécies de Syrphidae, capturadas com armadilha malaise, no total das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

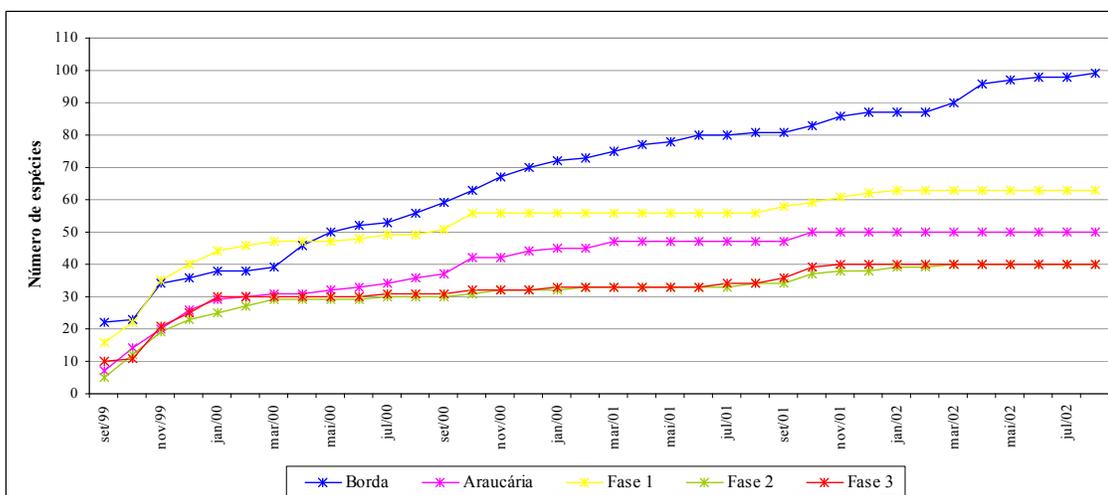


Figura 6 – Número acumulado de espécies de Syrphidae, capturadas com armadilha Malaise, em cada uma das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

OWEN & OWEN (1990), analisando dados de abundância e riqueza de Syrphidae referentes a 18 anos de monitoramento em um jardim de Leicester (Inglaterra), indicam que, para se obter uma boa estimativa de quão rica é a fauna de sirfídeos de um local, não mais que três ou quatro anos de coleta são necessários para conhecer aproximadamente três-quartos das espécies provavelmente presentes na área.

As curvas de acumulação das áreas florestadas indicam uma captura de mais de 55% das espécies já nos primeiros cinco meses, com as áreas mais conservadas (Fase 2 e Fase 3) apresentando uma conformação muito semelhante entre si, ao longo dos três anos. Enquanto estas áreas tinham mais de 70% de suas espécies coletadas no primeiro ano de levantamento, a Borda teve apenas 57%, com um incremento contínuo ao longo dos três anos e leve estabilidade nos últimos cinco meses.

3.1.4. ESTIMADORES DE RIQUEZA DE ESPÉCIES (Tabela VIII e Figura 7)

Para a estimativa de riqueza de espécies de Syrphidae no Parque Estadual de Vila Velha, foram empregados vários índices. A aplicação destes sobre dados empíricos possibilita avaliar aquele que melhor expressa a riqueza de espécies de um dado ambiente.

Tabela VIII – Valores observados e estimados da riqueza de espécies de Syrphidae, gerados por meio dos estimadores Chao 1, Chao 2, Jack-knife 1, Jack-knife 2, Bootstrap e Michaelis-Menten, para cada uma das áreas e para o total de Vila Velha (PEVV), a partir de dados semanais, obtidos de coleta com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

		Sobs.	Chao 1	Chao 2	Jack-knife 1	Jack-knife 2	Bootstrap	Michaelis-Menten
1999 - 2000	Borda	56	120 ± 36	117 ± 33	85 ± 6	106 ± 13	69 ± 6	72
	Araucária	36	53 ± 14	53 ± 14	48 ± 4	56 ± 9	40 ± 4	54
	Fase 1	49	64 ± 17	67 ± 19	57 ± 5	69 ± 9	47 ± 4	65
	Fase 2	30	43 ± 15	47 ± 19	37 ± 4	44 ± 9	30 ± 4	40
	Fase 3	31	59 ± 30	56 ± 26	37 ± 4	44 ± 9	30 ± 4	43
	PEVV	102	187 ± 43	185 ± 41	135 ± 7	162 ± 15	112 ± 7	115
1999 - 2001	Borda	81	162 ± 38	160 ± 37	120 ± 7	148 ± 12	97 ± 5	91
	Araucária	47	68 ± 17	66 ± 15	59 ± 4	67 ± 8	50 ± 3	58
	Fase 1	58	105 ± 33	101 ± 29	77 ± 5	95 ± 9	63 ± 4	72
	Fase 2	34	55 ± 19	61 ± 22	48 ± 4	57 ± 7	40 ± 3	45
	Fase 3	36	53 ± 13	51 ± 12	49 ± 4	56 ± 7	41 ± 3	47
	PEVV	127	239 ± 43	240 ± 43	184 ± 8	223 ± 15	152 ± 6	138
1999 - 2002	Borda	99	203 ± 50	203 ± 45	146 ± 7	182 ± 2	118 ± 1	105
	Araucária	50	90 ± 29	90 ± 29	68 ± 4	82 ± 1	58 ± 1	61
	Fase 1	63	119 ± 31	102 ± 20	91 ± 6	109 ± 2	75 ± 1	78
	Fase 2	40	56 ± 11	64 ± 16	57 ± 4	68 ± 1	47 ± 0	49
	Fase 3	40	48 ± 6	48 ± 6	53 ± 4	55 ± 1	46 ± 0	50
	PEVV	152	276 ± 45	288 ± 49	218 ± 9	267 ± 2	179 ± 1	156

Todos os índices resultaram em número de espécies superior àquele efetivamente observado, tanto em cada uma das áreas inventariadas e no conjunto delas, quanto em cada ano e no total dos mesmos. A exceção, baseada no valor médio, é o Bootstrap, com uma estimativa inferior para as áreas Fase 1 e Fase 3, no primeiro ano de coleta. Segundo PALMER (1990), o estimador que resulta em um número de espécies inferior àquele realmente coletado deve ser considerado um mau estimador, como foi o caso do Bootstrap. As estimativas dos índices Chao 1, Chao 2, Jack-knife 1 e Jack-knife 2 foram altas, de aproximadamente 32 a 89% superiores ao número de espécies coletadas no total das áreas. O outro índice, Michaelis-Menten, apresentou estimativa de riqueza de espécies mais próxima do número efetivamente coletado, apenas 3 a 13% superior ao total de espécies capturadas. O mesmo ocorreu para a fauna de Altícini (LINZMEIER *et al.* 2006).

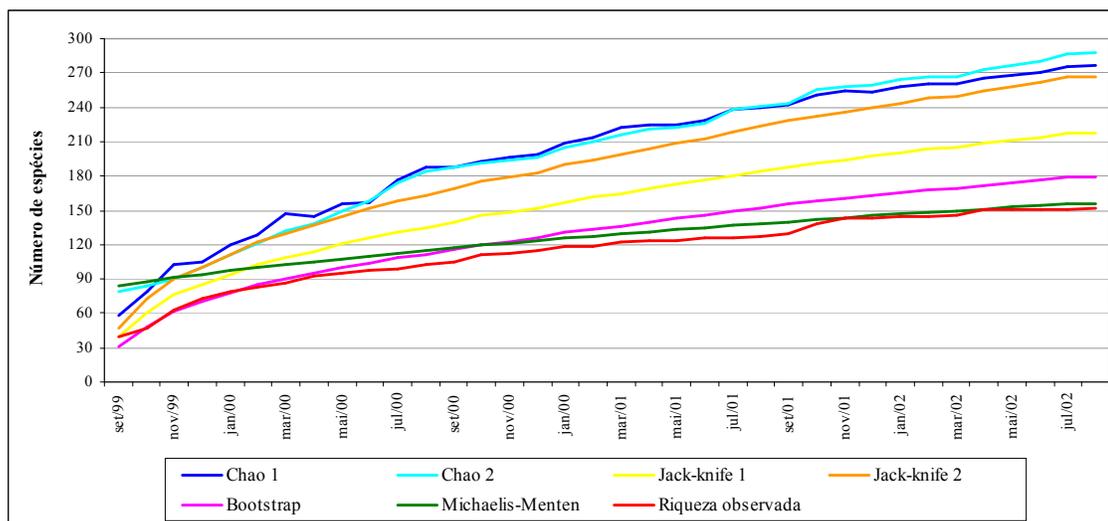


Figura 7 – Número estimado de espécies de Syrphidae, pelos métodos Chao 1, Chao 2, Jack-knife 1, Jack-knife 2, Bootstrap e Michaelis-Menten, e número observado de espécies de Syrphidae, para o conjunto das áreas, gerados a partir de dados semanais resultantes de coleta com armadilha Malaise, no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

No índice de Michaelis-Menten, além de a estimativa ser muito próxima à riqueza encontrada, os percentuais de diferença entre o estimado e o real diminuíram com o aumento do esforço de coleta (13% no primeiro ano, 9% no segundo e 3% no terceiro, para o total de espécies de Vila Velha), fato este que pode ser visualizado também na forma estável de sua curva. Por outro lado, os índices de Chao 1, Chao 2, Jack-knife 1 e Jack-knife 2 mantiveram os mesmos percentuais de aumento, embora o registro real de novas ocorrências de espécies tenha diminuído percentualmente a cada ano de coleta. A estimativa pelo Chao 1 no total das áreas, por exemplo, foi 83% superior no primeiro ano, 88% no segundo e 82% no terceiro. Ou

seja, o aumento do esforço de coleta não leva à diminuição da estimativa, o que pode ser observado no caráter ascendente de suas curvas. Admitindo-se que o número de novas ocorrências de espécies diminua com o aumento do esforço de coleta, é de se supor que, pelos dados de Syrphidae em Vila Velha, o índice de Michaelis-Menten seja o estimador mais adequado, como é revelado pela diminuição da diferença percentual a cada ano inventariado. Por este índice, o total de espécies no conjunto das áreas seria igual a 156.

3.1.5. RIQUEZA DE ESPÉCIES X ABUNDÂNCIA

Espécies abundantes. Durante os três anos de coleta, as seis espécies mais abundantes corresponderam a 49% (1394/2826) do total de sirfídeos coletados, sendo elas: *Toxomerus polygraphicus*, com 495 exemplares; *Syrphus phaeostigma*, com 397 exemplares; *T. procrastinatus*, com 145 exemplares, *Allograpta neotropica*, com 134 exemplares; *T. croesus*, com 114 exemplares; *Ocyrtamus funebris*, com 109 exemplares (Tabela VI). Todas pertencem à subfamília Syrphinae.

Toxomerus procrastinatus também mereceu destaque na fauna de Syrphidae oriunda do PROFAUPAR, sendo a espécie mais abundante nesse levantamento (MARINONI *et al.* 2006). A abundância referente às cinco espécies dominantes do PROFAUPAR correspondeu a 47% do total, porcentagem semelhante à obtida no presente trabalho.

Dos 495 exemplares de *T. polygraphicus*, 492 foram encontrados na Borda e somente três na Fase 2. A espécie não apareceu nas coletas das demais áreas florestadas. As outras espécies abundantes ocorreram em todas as áreas amostradas, exceto *A. neotropica*, que não apareceu na Fase 3 (Tabela VI). *T. polygraphicus*, *S. phaeostigma* e *A. neotropica* foram dominantes na Borda. *S. phaeostigma* foi também dominante nas áreas de Araucária e Fase 1. Já *T. croesus* foi dominante nas áreas Fase 2 e Fase 3, as mais conservadas (Tabela VI).

Dentre os Syrphinae, as três espécies mais abundantes (já citadas anteriormente) corresponderam a 44% (1037/2376) da subfamília.

Em Microdontinae, merecem destaque as espécies: *Mixogaster polistes* (47 indivíduos), *Microdon aureopilis* (40) e *Microdon aurifex* (30) (Tabela V). As três ocorreram em todas as áreas inventariadas. A primeira e a segunda espécies foram mais abundantes na Araucária e a terceira, na Fase 2. Juntas, as três representaram 38% (117/307) de todos os Microdontinae coletados.

Quanto à Eristalinae, destacam-se as espécies: *Copestylum macquarti* (29 indivíduos), *Chalcosyrphus armatipes* (25) e *Copestylum selectum* (22) (Tabela IV). As duas primeiras espécies tiveram mais indivíduos na Fase 2 e não ocorreram na Borda. A terceira apareceu em

todas as áreas amostradas e foi mais abundante na Fase 1. As três, juntas, corresponderam a 53% (76/143) dos Eristalinae capturados.

Nenhuma das espécies mais abundantes de Microdontinae e Eristalinae apareceram com destaque na Borda.

Na Borda, as três espécies dominantes – *T. polygraphicus* (492 exemplares), *S. phaeostigma* (251) e *A. neotropica* (116) – representaram 51% (859/1686) de todos os sirfídeos capturados na área. Na Araucária, *S. phaeostigma* (69), *M. aureopilis* (23) e *T. croesus* (23) foram as espécies mais abundantes e corresponderam a 37% (115/315) dos sirfídeos coletados neste local. Na Fase 1, as espécies mais abundantes foram *S. phaeostigma* (65), *T. procrastinatus* (37) e *Ocyptamus sp.1* (26), representando 34% (128/373) do total coletado na área. Na Fase 2, *T. croesus* (35), *Ocyptamus sp.1* (28) e *M. aurifex* (17) atingiram os maiores valores de abundância, correspondendo a 37% (80/216) dos sirfídeos coletados no local. E na Fase 3, as três espécies mais abundantes foram *T. croesus* (32), *T. procrastinatus* (24) e *Ocyptamus sativus* (22) e representaram 33% (78/236) do que foi capturado nesta área. Pode-se notar que a Borda – mais impactada – foi a área que apresentou maior percentual de espécies dominantes, e a Fase 3 – mais conservada – foi a que teve uma porcentagem menor de espécies dominantes.

Espécies raras. O inventariamento mostrou um altíssimo número de espécies com poucos indivíduos e um pequeno número de espécies com muitos indivíduos (Figura 8). O mesmo padrão é comumente encontrado numa série de trabalhos citados por MAGURRAN (1988).

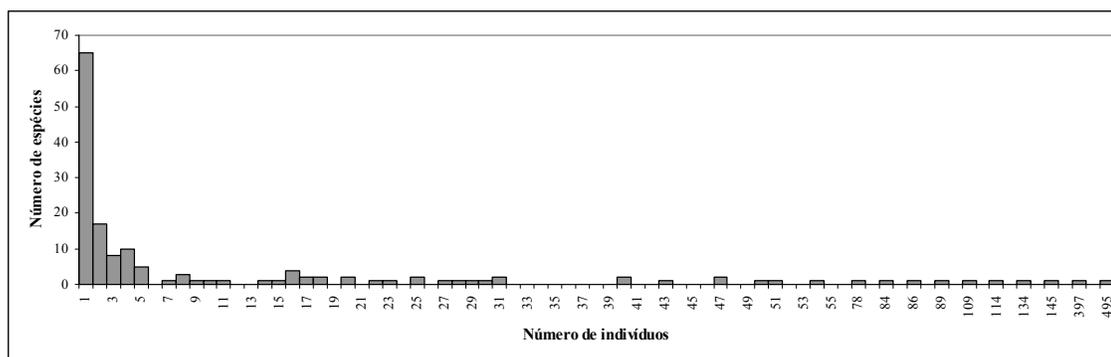


Figura 8 – Número de espécies em classes de abundância, coletadas com armadilhas Malaise, no total das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

Das 152 espécies coletadas, 110 apresentaram menos de dez exemplares. Esse valor representa 72% do total de espécies e praticamente coincide com o percentual encontrado para

a fauna de Alticini (73%) capturada no mesmo levantamento (LINZMEIER *et al.* 2006). Quando as espécies raras são conceituadas como *singletons* e *doubletons*, a porcentagem diminui para 54%, com 43% para as primeiras e 11% para as últimas (Tabela IX). OWEN (1991), comparando os resultados de seu estudo com os obtidos por outros autores, sugere que muitos sirfídeos são genuinamente raros. Porém, em seu levantamento, ela encontrou uma porcentagem bem menor de *singletons* nos 15 anos de coleta. Este percentual variou de 15 a 30% em cada um dos anos, e no total do período amostral correspondeu a 12%. Talvez esta divergência esteja relacionada ao período de levantamento, já que nos mais curtos há uma tendência para o registro de um número maior de espécies consideradas raras (NOVOTNÝ & BASSET, 2000). Mas a causa principal pode ser o predomínio de espécies raras nos trópicos (e subtropicais) em comparação às zonas temperadas e frias. Apesar da dificuldade em se realizar comparações diretas da riqueza de espécies e abundância entre regiões tropicais e regiões temperadas, devido à falta de conformidade nas metodologias amostrais e no esforço de coleta, comparações superficiais indicam a existência de diferenças acentuadas, especialmente na abundância por espécie (PRICE *et al.* 1995).

Tabela IX – Número total (absoluto e percentual) de espécies *singleton* e *doubleton* de Syrphidae, capturadas com armadilha Malaise, em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

	<i>Singleton</i>	<i>Doubleton</i>	<i>Sing. + Doub.</i>
Borda	48 (48%)	12 (12%)	60 (61%)
Araucária	18 (36%)	4 (8%)	22 (44%)
Fase 1	28 (44%)	6 (10%)	34 (54%)
Fase 2	15 (37%)	7 (17%)	22 (54%)
Fase 3	13 (31%)	11 (26%)	24 (57%)
Total	65 (43%)	17 (11%)	82 (54%)

Em relação à distribuição de *singletons* e *doubletons* entre as áreas, não se observa o mesmo padrão descrito por LINZMEIER *et al.* (2006). Neste estudo, verifica-se que as duas áreas com maior grau de antropização – Borda e Araucária – tiveram os maiores números de espécies raras (ou seja, a soma de *singletons* e *doubletons*). No presente trabalho, a Borda apresentou o maior valor percentual de espécies raras (61%), no entanto, a Araucária, o menor (44%) (Tabela IX). Diferentemente do observado por GANHO & MARINONI (2005), a Fase 3 – área mais conservada dentre todas – apresentou um alto valor percentual (57%) de espécies raras.

3.1.6. RIQUEZA DE GÊNEROS X ABUNDÂNCIA

No período total de levantamento, foram coletados 27 gêneros de Syrphidae, sendo que 26 já haviam sido capturados no primeiro ano.

A subfamília Eristalinae, com a menor abundância de indivíduos e a segunda maior riqueza de espécies, se destacou como a mais rica em gêneros de Syrphidae. Foram encontrados 15 gêneros, sendo *Copestylum* o mais abundante e ainda o mais rico em espécies dentre os Eristalinae (Tabela IV). Este é o maior gênero americano de Syrphidae (THOMPSON 1981). É endêmico do Novo Mundo, sendo que a maioria das espécies ocorre na Região Neotropical. Aproximadamente 400 espécies já foram descritas, sendo sua biologia pobremente conhecida. As larvas das quais se conhece a biologia são saprófagas e se desenvolvem em material vegetal em decomposição. Espécies de *Copestylum* associadas à fitotelmata de Bromeliaceae vêm sendo descritas (ROTHERAY *et al.* 2007). Porém, estas plantas não são registradas nas áreas inventariadas do Parque Estadual de Vila Velha. Tendo-se em vista o hábito alimentar, seria esperado que este gênero fosse mais abundantemente coletado na Fase 2, que apresenta maior sombreamento e umidade. Nesta área realmente ocorreu a maior abundância, entretanto foi onde se registrou o menor número de espécies.

Microdontinae, com a menor riqueza de espécies e a segunda maior abundância, foi a subfamília com o menor número de gêneros (4). Dentro desta subfamília, *Microdon* foi o gênero mais rico em espécies e também o mais abundante (Tabela V). São conhecidas mais de 350 espécies de *Microdon* distribuídas por todas as regiões zoogeográficas. Sua diversidade é maior nos trópicos, onde foram descritas mais de 170 espécies (DUFFIELD 1981). Todas as espécies de *Microdon* são consideradas mirmecófilas, os estágios imaturos vivendo em ninhos de formiga (HIRONAGA & MARUYAMA 2004). Os adultos parecem não apresentar o comportamento de visitação floral típico dos sirfídeos, vivendo dentro de colônias de formigas (DUFFIELD 1981) e voando poucos metros de seu hospedeiro original (ELMES *et al.* 1999). A espécie *M. tigrinus*, coletada no presente trabalho, foi registrada como sendo parasita social específico da formiga cortadeira *Acromyrmex coronatus* (FORTI *et al.* 2007). Algumas espécies do gênero são polivoltinas, enquanto outras são univoltinas, podendo o ciclo de vida durar dois anos (DUFFIELD 1981; ELMES *et al.* 1999). A subfamília Microdontinae foi muito mais abundante em cada uma das quatro áreas florestadas do que na Borda. Esta área, no entanto, foi a segunda mais rica, com 15 espécies, mas com 12 *singletons* e 3 *doubletons*. Similarmente, o gênero *Microdon* apresentou maior abundância na área mais conservada (Fase 3) e maior riqueza de espécies na área mais impactada (Borda).

Syrphinae, a subfamília com maior abundância de indivíduos e maior riqueza de espécies, apresentou oito gêneros. Em ordem decrescente de abundância, destacam-se os gêneros *Toxomerus* (1110 indivíduos e 24 espécies), *Ocyptamus* (523 e 44) e *Syrphus* (397 e 1) (Tabela VI). Vale enfatizar que, dentro da família Syrphidae, *Ocyptamus* foi o gênero mais rico em espécies e *Toxomerus* foi o gênero com maior abundância.

O gênero *Toxomerus* é nativo do Novo Mundo. Suas espécies estão entre as mais abundantes em sua área de distribuição. Foram descritas mais de 150 espécies, sendo 145 neotropicais (THOMPSON 1981). No Brasil, ocorrem 36 (BORGES 2005). Existem espécies polivoltinas. Pelo que se sabe até o momento, os imaturos são geralmente predadores de afídeos ou se alimentam de pólen (METZ & THOMPSON 2001).

Ocyptamus é um gênero endêmico do Novo Mundo e apresenta maior diversidade na Região Neotropical (297 espécies segundo MARINONI *et al.* 2007), sendo que sua taxonomia não se encontra bem estabelecida. As larvas são todas predadoras, principalmente de insetos com comportamento gregário, tais como afídeos. No entanto, algumas são predadoras aquáticas em fitotelmata (ROTHERAY *et al.* 2000).

Todos os exemplares de *Syrphus*, capturados no período total de levantamento, pertenciam a *S. phaeostigma*, única espécie de ocorrência no Brasil. É um gênero distribuído principalmente nas regiões temperadas do norte, com uma área limitada na América do Sul. A fauna Neotropical se distribui a partir das elevadas altitudes no México e Antilhas, até a Patagônia e sul do Brasil (THOMPSON 1981). Uma das espécies mais estudadas deste gênero – *Syrphus ribesii* – apresenta duas a três gerações por ano (HART & BALE 1997), sendo suas larvas generalistas quanto aos afídeos predados (SADEGHI & GILBERT 2000).

Os três gêneros de Syrphinae citados apresentam, segundo a literatura, larvas predadoras de afídeos. Conforme o esperado, todos tiveram maior abundância na Borda, os dois primeiros (*Toxomerus* e *Ocyptamus*) também maior riqueza de espécies e ainda 34 espécies exclusivas da mesma área, na qual há maior disponibilidade trófica para imaturos e adultos.

3.1.7. ÍNDICES DE DIVERSIDADE (Tabela X)

Por meio do cálculo dos índices de diversidade de Shannon (H') e de Brillouin (HB), evidencia-se a Borda como a área menos diversa, coincidindo com o encontrado por GANHO & MARINONI (2005). Porém, comparando-se com os resultados obtidos pelos outros índices e com a própria riqueza de espécies em cada área, ambos os índices mostram-se inadequados na medida que atribuem o menor valor de diversidade à área com o número mais elevado de

espécies e de indivíduos – a Borda. O valor foi inferior inclusive ao das áreas florestadas Fase 2 e Fase 3. Resultados contraditórios para Shannon foram evidenciados também no trabalho de DEKONINCK *et al.* (2005).

Com relação ao índice de uniformidade de Berger & Parker (UBP), a Borda foi a área menos uniforme, principalmente devido à presença de espécies dominantes como *Toxomerus polygraphicus* (com 495 indivíduos) e *Syrphus phaeostigma* (com 397 indivíduos). A uniformidade aumentou à medida que avançou a sucessão vegetal.

Tabela X – Número de espécies (S), abundância de indivíduos (N), índices de diversidade de Shannon (H') e de Brillouin (HB), índices de dominância de Berger & Parker (BP) e de uniformidade de Berger & Parker (UBP) de Syrphidae, coletados com armadilhas Malaise, em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

	S	N	H'	HB	BP	UBP
Borda	99	1686	1,241	2,770	0,292	3,427
Araucária	50	315	1,382	2,950	0,219	4,565
Fase 1	63	373	1,458	3,117	0,174	5,738
Fase 2	40	216	1,332	2,807	0,162	6,171
Fase 3	40	236	1,342	2,848	0,136	7,375

DEKONINCK *et al.* (2005), investigando o efeito de florestas plantadas sobre comunidades de Syrphidae coletadas com malaise e dois outros tipos de armadilha, durante seis meses, na região de Voeren (Bélgica), constataram um decréscimo da diversidade total com o aumento do estágio de desenvolvimento da floresta.

A diversidade de espécies freqüentemente é uma medida que indica o valor natural de um determinado local. No entanto, em alguns casos, a alta diversidade de uma área é resultado da grande quantidade de espécies temporárias que passam por ela. O caráter aberto da vegetação de alguns locais pode oportunizar que espécies migrantes, pioneiras e euritópicas estabeleçam populações temporárias. Para driblar possíveis conclusões tendenciosas, DEKONINCK *et al.* (2005) optaram por avaliar a preferência de habitat de espécies de Syrphidae e verificaram que, na medida em que o processo de sucessão vegetal avançava, o número de espécies euritópicas decrescia e a contribuição das espécies de floresta aumentava. Há possibilidade de que o mesmo tenha acontecido na Borda e Fase 1, embora estas áreas apresentem características de flora e luminosidade aparentemente favoráveis para, por si só, sustentar uma riqueza maior de Syrphidae.

3.2. DIVERSIDADE DIFERENCIAL

Durante o período de setembro/1999 a agosto/2002, correspondente a três ciclos anuais, nas cinco áreas inventariadas do Parque Estadual de Vila Velha, foram coletados 2826 sirfídeos, pertencentes a 152 espécies, conforme comentado anteriormente. A Borda apresentou a maior riqueza de espécies e a maior abundância de indivíduos, e as áreas Fase 2 e Fase 3, os menores números de espécies e de indivíduos (Tabela XI).

Tabela XI – Abundância de indivíduos, riqueza total de espécies e número de espécies exclusivas de Syrphidae em cada uma das cinco áreas inventariadas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, resultantes de coleta com armadilha malaise durante o período de setembro/1999 a agosto/2002.

	Borda	Araucária	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Abundância de indivíduos	1686	315	373	216	236	2826
Riqueza total de espécies	99	50	63	40	40	152
Número de espécies exclusivas	55	9	17	6	7	94

3.2.1. FAUNÍSTICA

Do total de espécies capturadas, 19 (12%) foram comuns a todas as áreas inventariadas, enquanto 94 (62%) foram exclusivas, sendo coletadas em apenas uma das cinco áreas (Tabela XI). O percentual de espécies comuns foi superior ao encontrado para Altícini (7%) e Coleoptera (4%) no mesmo levantamento, mas a porcentagem de espécies exclusivas foi intermediária às encontradas na fauna de Altícini (65%) e na de Coleoptera (59%) (LINZMEIER 2005; MARINONI & GANHO 2006). A maior proporção de espécies comuns de Syrphidae provavelmente se deve ao fato de serem dípteros com notável habilidade de vôo (GILBERT 1983) e, conseqüentemente, apresentarem maior mobilidade entre as áreas inventariadas.

A Borda apresentou o maior número de espécies exclusivas, o qual representou mais da metade (56%) da riqueza encontrada no local, enquanto a Fase 2 teve o menor número, correspondendo a 15% das espécies coletadas na área. Para os Altícini e os Coleoptera coletados no mesmo levantamento, a Borda também apresentou o maior número de espécies exclusivas, mas foi a Araucária aquela que teve o menor (LINZMEIER 2005; MARINONI & GANHO 2006). Dentre as espécies exclusivas, apenas seis apresentaram mais de dez exemplares, sendo que cinco delas ocorreram na Borda e uma na Fase 3. A tendência de grande parte das espécies de Diptera coletadas em um único local do inventariamento serem representadas por um número reduzido de espécimes foi constatada também por BEAULIEU & WHEELER (2005).

O número de espécies compartilhadas entre pares de áreas variou entre 23 e 37, mas não ultrapassou a metade das espécies encontradas em cada uma das áreas (Tabela XII). O maior percentual de compartilhamento de espécies ocorreu entre as áreas Fase 2 e Fase 3 (48%) – as mais conservadas e distantes geograficamente entre si –, e o menor foi entre as áreas de Borda e Fase 2 / Fase 3 (20%). Este mesmo padrão foi observado por LINZMEIER (2005). Para Coleoptera, a Fase 2 e a Fase 3 foram as únicas áreas que tiveram mais de 50% de suas espécies compartilhadas (MARINONI & GANHO 2006).

Tabela XII – Número de espécies de Syrphidae compartilhadas entre pares de áreas e sua porcentagem, resultantes de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

	Borda	Araucária	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Borda	99	---	---	---	---
Araucária	33 (28%)	50	---	---	---
Fase 1	37 (30%)	34 (43%)	63	---	---
Fase 2	23 (20%)	27 (43%)	30 (41%)	40	---
Fase 3	23 (20%)	26 (41%)	28 (37%)	26 (48%)	40

Os resultados do coeficiente de Jaccard, calculados com os dados de todas as espécies de Syrphidae e com os dados apenas das espécies com número de indivíduos igual ou superior a dez, não produziram relacionamentos muito distintos. As árvores de conexão mínima (Figura 9) mostram que a Araucária foi a área que mais oscilou com a retirada das espécies raras, afastando ou aproximando as demais áreas entre si. Na análise com todas as espécies (Figura 9A), a Araucária separa a Borda da Fase 1, e na análise somente com as espécies abundantes (Figura 9B), ela aparece entre a Fase 2 e a Fase 3 (as quais seriam mais semelhantes entre si desconsiderando a Araucária). Além disso, com a retirada das espécies raras, sua semelhança com as outras áreas aumentou muito, possivelmente devido a esta área apresentar poucas espécies exclusivas (Tabela XI), as quais foram todas extraídas da segunda análise, juntamente com aquelas espécies que aproximavam as áreas conservadas entre si.

Baseando as discussões na análise que envolve todas as espécies (Figura 9A), a Araucária foi faunisticamente mais semelhante à Fase 1 (0,4304), mas também muito próxima da Fase 2 (0,4286). Tal relacionamento pode indicar que a Araucária esteja em um nível sucessional intermediário às áreas Fase 1 e Fase 2, o que já havia sido evidenciado por LINZMEIER (2005). A Borda apresentou a fauna de Syrphidae mais diferenciada de todas as áreas inventariadas. As áreas mais conservadas – Fase 2 e Fase 3 – foram muito similares entre si e bastante distintas da Borda (0,2069), corroborando a grande diferença florística existente entre elas. Nas análises faunísticas com Coleoptera, de forma semelhante ao obtido

para Syrphidae, a Borda foi a área que apresentou as maiores taxas de mudança em relação às demais, e as áreas Fase 2 e Fase 3 foram as mais relacionadas em função da composição de espécies (MARINONI & GANHO 2006). Comparando-se os valores do coeficiente de Jaccard do presente trabalho com os obtidos para Altícini, percebe-se que a semelhança faunística entre os pares de áreas foi sempre maior em se tratando da fauna de Syrphidae. LAWTON *et al.* (1998) já havia comentado que alguns táxons apresentam diferentes valores de diversidade diferencial ainda que os ambientes comparados sejam os mesmos. Os fatores que podem estar exercendo influência nesta distinção é a maior capacidade de vôo evidenciada nos sirfídeos bem como sua necessidade de busca de recurso em função da existência de hábitos alimentares diferentes durante seu ciclo de vida.

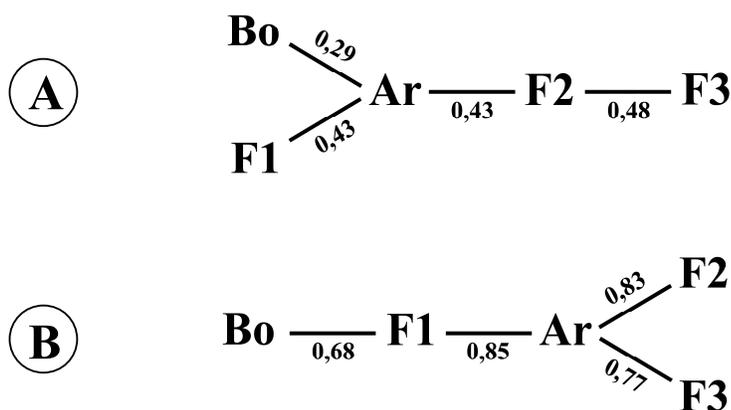


Figura 9 – Árvores de conexão mínima construídas com os resultados do coeficiente de Jaccard. Dados de presença-ausência de todas as espécies de Syrphidae (A) e apenas das espécies com número igual ou superior a dez indivíduos (B), coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (Bo: Borda; Ar: Araucária; F1: Fase 1; F2: Fase 2; F3: Fase 3).

Além das características florísticas próprias de cada área inventariada e dos níveis de conservação diferenciados em que se encontram, outro fator que pode influenciar a semelhança na composição faunística é a relação espacial entre as áreas. Seria esperada uma mudança biótica maior entre áreas mais distantes e menor quando a distância entre elas fosse pequena (CODY 1986). Este fato é acentuado pelo método de coleta empregado – a malaise –, que, sendo uma armadilha interceptadora de insetos em vôo, captura espécies com maior capacidade de deslocamento, incluindo aquelas que transitam entre as áreas inventariadas (MARINONI & GANHO 2006). Sendo assim, a composição similar de espécies de Syrphidae entre as áreas de Araucária e Fase 1, e Araucária e Fase 2 provavelmente seja maximizada pela proximidade espacial entre as mesmas, que distam cerca de 95 m e 175 m,

respectivamente. No entanto, a grande semelhança faunística entre Fase 2 e Fase 3 não deve estar relacionada à proximidade espacial. Estas áreas são as mais distantes entre si (aproximadamente 1200 m), mas também as que apresentaram composição mais similar de espécies de Syrphidae, fruto apenas das características ambientais congruentes. As mesmas tendências foram evidenciadas por LINZMEIER (2005) e MARINONI & GANHO (2006).

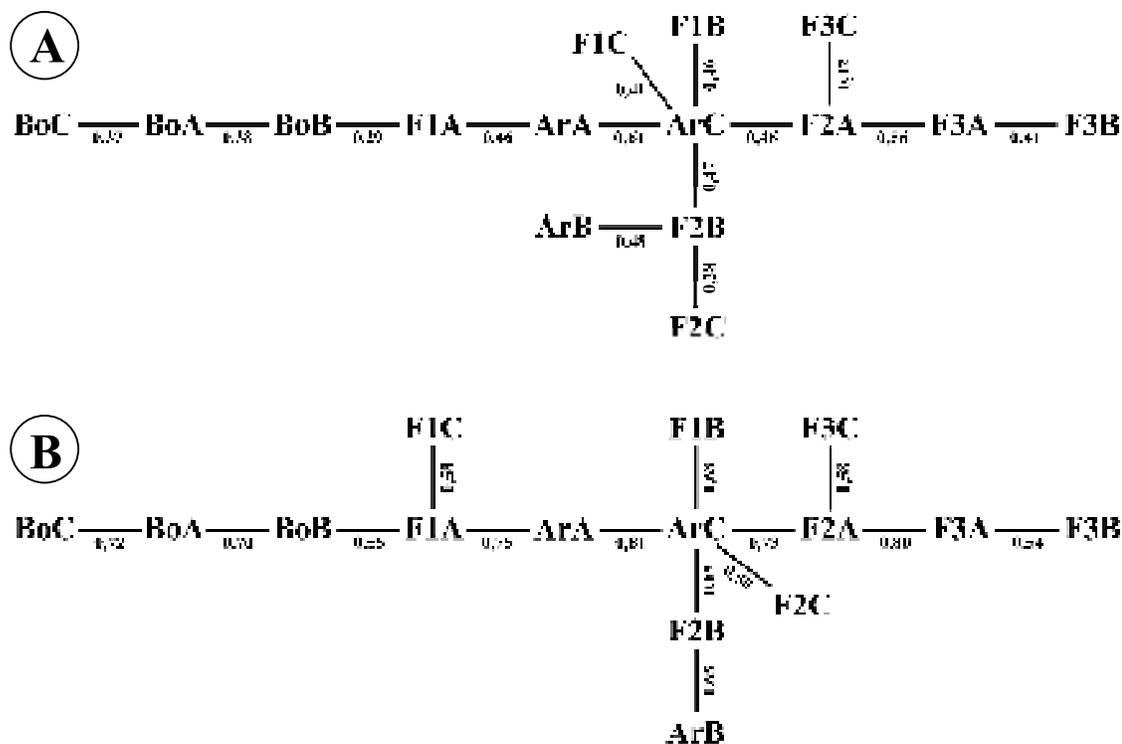


Figura 10 – Árvores de conexão mínima construídas com os resultados do coeficiente de Jaccard. Dados de presença-ausência de todas as espécies de Syrphidae (A) e apenas das espécies com número igual ou superior a dez indivíduos (B), nos ciclos anuais separadamente e em cada uma das cinco áreas inventariadas, resultantes de coleta com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (Bo: Borda; Ar: Araucária; F1: Fase 1; F2: Fase 2; F3: Fase 3. As letras A, B e C ao lado do nome das áreas indicam 1º, 2º e 3º anos, respectivamente.)

Na análise espaço-temporal por meio do coeficiente de Jaccard, mais uma vez as diferenças são mínimas entre as duas metodologias empregadas, ou seja, a retirada das espécies raras da análise quase não influi no relacionamento entre as áreas em função da composição de espécies de Syrphidae. Apenas as posições das áreas Fase 1 e Fase 2, ambas do terceiro ano, se alteram. Torna-se claro que as espécies raras pouco influenciaram os resultados do presente trabalho. Muitos autores preferem removê-las das análises ecológicas por acreditarem que elas promovam distorções nos resultados (WOODCOCK *et al.* 2003,

BEAULIEU & WHEELER 2005; DEKONINCK *et al.* 2005), mas, no caso dos sirfídeos coletados no Parque Estadual de Vila Velha, isso não ocorreu. Sendo assim, melhor do que optar por um ou outro conceito de raridade, que implica num corte arbitrário sobre os dados, seria manter, nas análises de diversidade beta, toda a fauna coletada, independentemente de sua abundância. As espécies raras existem e, como tal, influenciam outras espécies, sendo que sua deleção das análises de padrão de comunidade pode não ser apropriada, especialmente no contexto da conservação (PIANKA 1986, FAITH & NORRIS 1989 *apud* GASTON 1994). Por esse motivo, as discussões a seguir serão baseadas na análise faunística completa.

Mesmo tendo sofrido algumas mudanças na composição de espécies no decorrer do levantamento, provavelmente por ser uma área manejada e mais suscetível a variações ambientais, os três anos de coleta da Borda apresentaram a fauna semelhante entre si e bem distinta das áreas florestadas, principalmente das mais conservadas (Figura 10A). Esta diferenciação já havia sido evidenciada na análise espacial (Figura 9). Isso demonstra que a Borda, por ser um ambiente aberto, bastante iluminado e com grande quantidade de plantas herbáceas, apresenta uma fauna particular. Conforme já comentado anteriormente, esta área parece dispor de uma ampla variedade de nichos, tanto para larvas quanto para adultos de Syrphidae, de modo especial para espécies afidófagas – grande parte delas exclusivas desta área (Tabela VI).

As áreas florestadas, embora tenham espécies características a cada uma delas, em geral possuem uma fauna de Syrphidae similar entre si, com uma representatividade maior de espécies mirmecófagas e saprófagas, mas também com algumas espécies afidófagas exclusivas (Tabelas IV, V e VI). Os sirfídeos, por possuírem uma boa capacidade de vôo, parecem transitar por essas áreas, podendo se fixar naquelas que oferecem mais recursos para sua alimentação, acasalamento e oviposição. As áreas Fase 1 e Araucária, por apresentarem características de luminosidade e vegetação mais parecidas com a Borda e serem as áreas que compartilharam maior número de espécies com a mesma (Tabela XII), separaram esta área das outras florestadas. Oscilações temporais na composição de espécies das áreas florestadas são visualizadas na análise de agrupamento (Figura 10A). A fauna de Syrphidae não se apresentou como o esperado, ou seja, os inventários dos diferentes anos de uma mesma área não foram mais semelhantes entre si do que com os inventários de outras áreas. Os inventários de cada um dos três anos da Araucária e da Fase 1 se relacionaram ora por uma razão temporal, ora por uma razão espacial. O mesmo ocorreu com os inventários das áreas Fase 2 e Fase 3. A fauna da Fase 1 foi a que mais variou entre os anos, sendo que eles ficaram todos separados entre si. Esta maior instabilidade foi constatada também na fauna de Alticini

(LINZMEIER 2005). As características das plantas em estágios iniciais de sucessão vegetal levam a uma rápida mudança de espécies de insetos; apesar de novas espécies chegarem continuamente, a entomofauna se torna mais estável com o avanço da sucessão (BROWN 1984).

3.2.2. ESTRUTURA DA COMUNIDADE

Nos estudos envolvendo abundância de indivíduos, conforme o esperado, as duas matrizes de dados testadas (uma com todas as espécies e outra sem as espécies raras) produziram relacionamentos idênticos e valores muito próximos, utilizando o coeficiente de Morisita-Horn.

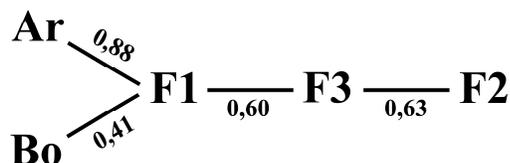


Figura 11 – Árvore de conexão mínima construída com os resultados do coeficiente de Morisita-Horn. Dados de abundância das espécies de Syrphidae coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (Bo: Borda; Ar: Araucária; F1: Fase 1; F2: Fase 2; F3: Fase 3)

A árvore de conexão mínima (Figura 11) indica maior semelhança entre as áreas mais conservadas (Fase 2 e Fase 3), opondo-se à Borda, que é a mais diferenciada de todas as áreas. A maior similaridade de estruturas ocorreu entre as áreas de Araucária e Fase 1. Com os dados de abundância de espécies de Altícini (LINZMEIER 2005), os relacionamentos obtidos entre as áreas foram bem distintos dos encontrados para Syrphidae. As diferenças principais foram que, em Altícini, a Fase 1 teve uma grande semelhança estrutural com a Fase 2, e a Borda se assemelhou à Araucária, à Fase 3 e até mesmo à Fase 2, não sendo uma área tão distinta conforme constatado neste estudo. Uma das causas desta divergência pode ser a diferença no padrão de abundância dos Altícini, que apresentaram, por exemplo, maior número de indivíduos na Fase 2 e menor na Borda, justamente o contrário do que ocorreu com os sirfídeos (Tabela XI). Os requerimentos tróficos destes dois grupos de insetos são bastante diferenciados entre si, com todos os Altícini sendo herbívoros, enquanto os Syrphidae são principalmente carnívoros e detritívoros enquanto imaturos.

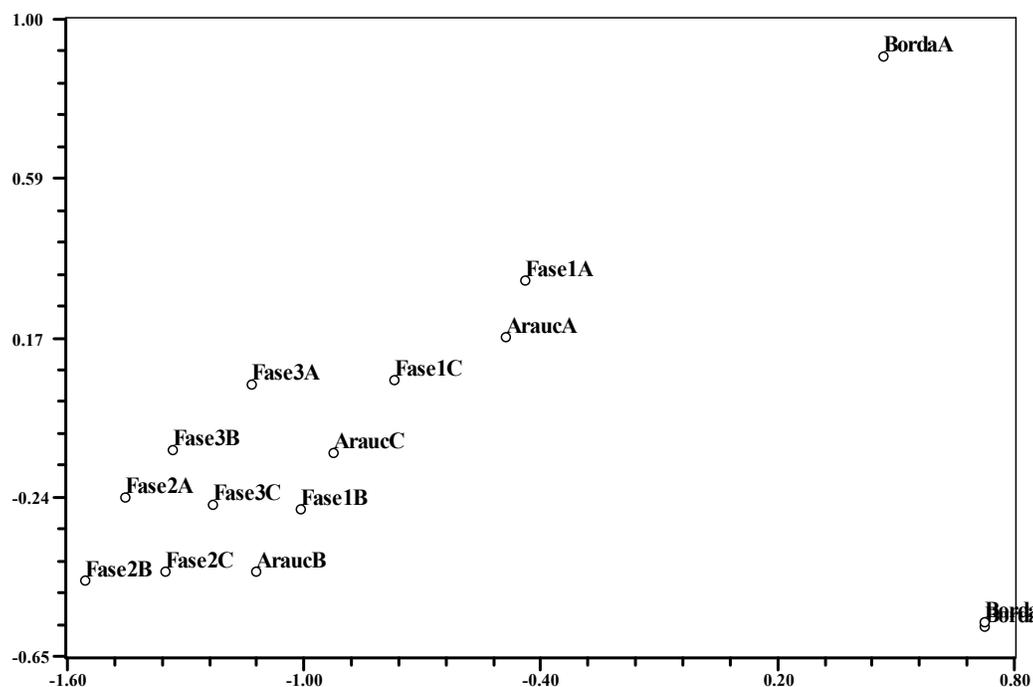


Figura 12 – Análise Fatorial de Correspondência realizada com os dados de abundância das espécies de Syrphidae coletadas em cada um dos ciclos anuais separadamente e em cada uma das cinco áreas inventariadas com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (As letras A, B e C ao lado do nome das áreas indicam 1º, 2º e 3º anos, respectivamente. Percentual da variação explicado pelos eixos: 1º = 27,9; 2º = 14,8)

Na análise espaço-temporal com os dados de abundância das espécies de Syrphidae capturadas no Parque Estadual de Vila Velha (Figura 12), os dois eixos dispostos graficamente representam 43% da variância total dos dados. A estrutura da Borda nos três anos apresentou-se bem diferenciada das áreas florestadas, tendo a Borda do segundo ano uma estrutura quase idêntica à do terceiro ano. Os três anos da Fase 2 não apresentaram grandes diferenças, ficando agrupados na análise. O mesmo aconteceu com os três anos da Fase 3. Os inventários das áreas de Araucária e Fase 1, no entanto, indicaram que suas estruturas foram, ano a ano, mais semelhantes entre si do que dentro da mesma área de um ano para outro. Esta ocorrência pode ser devida aos níveis assemelhados de sucessão vegetal (como comentado anteriormente), associados à proximidade espacial. Nos dados de Altícini provenientes do mesmo levantamento, porém relativos apenas aos dois primeiros anos, houve quase sempre maior semelhança de um ano para outro na mesma área do que entre o mesmo ano de diferentes áreas, e esta relação se manteve usando diversos coeficientes (LINZMEIER 2005), o que não ocorreu com os sirfídeos. Este fato indica que as populações de sirfídeos foram mais instáveis no decorrer do levantamento. As análises área *versus* ano evidenciaram

que a comunidade de Syrphidae sofre mudanças expressivas em nível temporal, tendo sido mais suscetível a oscilações anuais do que a fauna de Alticini. Estes crisomelídeos, além da maior similaridade na estrutura entre os anos, apresentaram valores de semelhança entre as áreas inferiores aos dos sirfídeos. As maiores taxas de mudança estrutural entre áreas apresentadas pelos Alticini, em comparação àquelas dos Syrphidae, pode estar ligada à maior mobilidade dos últimos.

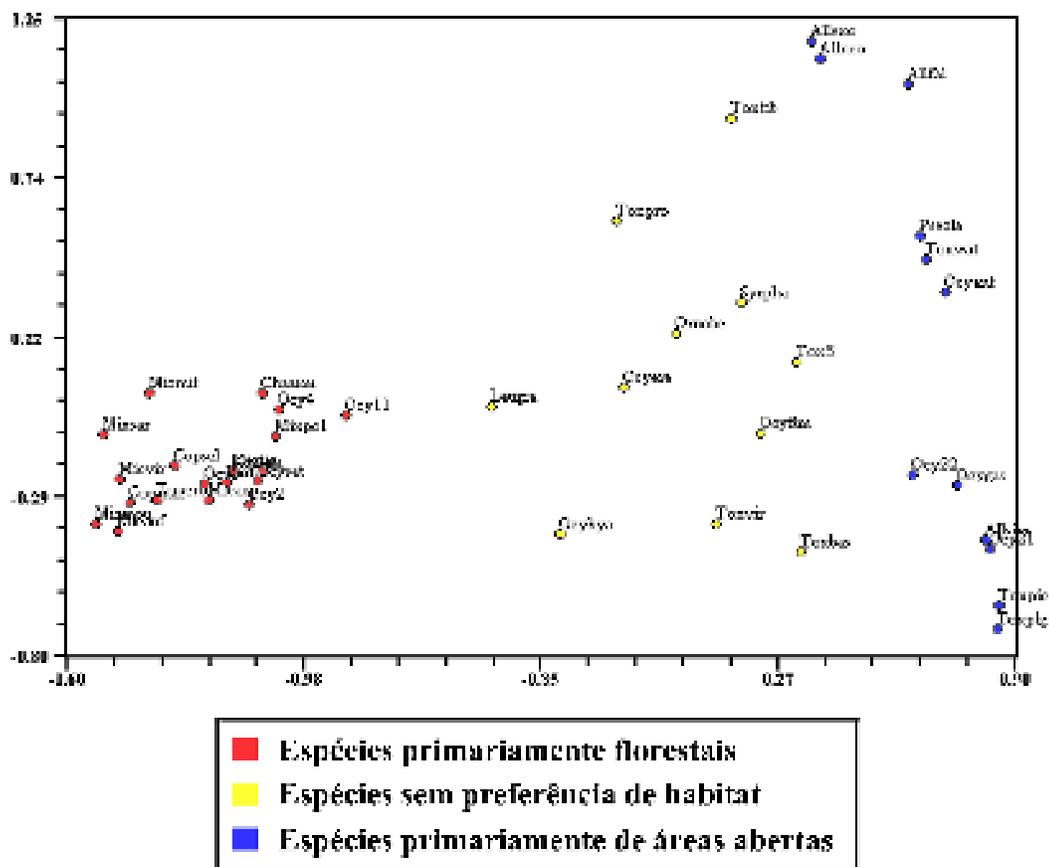


Figura 13 – Análise Fatorial de Correspondência realizada com os dados de abundância das espécies de Syrphidae coletadas nos ciclos anuais separadamente e em cada uma das cinco áreas inventariadas com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, durante o período de setembro/1999 a agosto/2002. (As espécies estão representadas pelas três primeiras letras do nome genérico mais três letras do epíteto específico. Percentual da variação explicado pelos eixos: 1º = 37,7; 2º = 19,0)

Na análise de correspondência realizada apenas com as 42 espécies mais abundantes, os dois eixos apresentados no gráfico (Figura 13) correspondem a 57% da variância total dos dados. Esta análise permitiu dividir as espécies em grupos, de acordo com sua associação ao habitat (Tabela XIII). As espécies do primeiro grupo (losangos vermelhos) foram coletadas exclusivamente ou principalmente nas áreas florestadas (Araucária, Fase 1, Fase 2 e Fase 3).

Este foi o grupo maior, com 19 espécies, tendo representantes das três subfamílias, com predominância de Microdontinae. As 12 espécies do grupo oposto (losangos azuis), todas pertencentes à subfamília Syrphinae, foram coletadas exclusivamente ou principalmente na Borda. Por comparação com espécies relacionadas, cuja biologia é conhecida, infere-se que todas elas sejam predadoras, especialmente de afídeos. As 11 espécies restantes, pertencentes à subfamília Syrphinae exceto *Ornidia obesa* (Eristalinae), constituíram um terceiro grupo (losangos amarelos) e não demonstraram preferência por algum destes dois tipos de habitat, ocorrendo com relativa abundância tanto na Borda quanto em uma (ou mais) das áreas florestadas inventariadas. DEKONINCK *et al.* (2005), realizando o mesmo tipo de análise na região de Voeren (Bélgica), destacaram que o maior componente determinante das faunas de sirfídeos parece ser o gradiente aberto *versus* fechado das vegetações locais.

Tabela XIII – Grupos de espécies de Syrphidae formados a partir da Análise Fatorial de Correspondência realizada com as espécies mais abundantes (com número de indivíduos superior a dez), coletadas com armadilha malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. (As letras entre parênteses representam a subfamília à qual cada espécie pertence. E = Eristalinae; M = Microdontinae; S = Syrphinae.)

Grupo 1: Espécies primariamente florestais	Grupo 2: Espécies sem preferência de habitat	Grupo 3: Espécies primariamente de áreas abertas
Arimin - <i>Aristosyrphus minutus</i> (M) Chaarm - <i>Chalcosyrphus armatipes</i> (E) Copmac - <i>Copestylum macquarti</i> (E) Copsel - <i>Copestylum selectum</i> (E) Micaup - <i>Microdon aureopilis</i> (M) Micauf - <i>Microdon aurifex</i> (M) Micmit - <i>Microdon mitis</i> (M) Micmou - <i>Microdon mourei</i> (M) Mictig - <i>Microdon tigrinus</i> (M) Micvir - <i>Microdon virgo</i> (M) Mixpol - <i>Mixogaster polistes</i> (M) Mixsar - <i>Mixogaster sartocrypta</i> (M) Ocysat - <i>Ocyptamus sativus</i> (S) Ocy1 - <i>Ocyptamus</i> sp.1 (S) Ocy2 - <i>Ocyptamus</i> sp.2 (S) Ocy11 - <i>Ocyptamus</i> sp.11 (S) Ocy4 - <i>Ocyptamus</i> sp.4 (S) Parflu - <i>Paramicrodon flukei</i> (M) Toxcro - <i>Toxomerus croesus</i> (S)	Leugra - <i>Leucopodella gracilis</i> (S) Ocyere - <i>Ocyptamus erebus</i> (S) Ocyfun - <i>Ocyptamus funebris</i> (S) Ocyhya - <i>Ocyptamus hyalipennis</i> (S) Ornobe - <i>Ornidia obesa</i> (E) Syrpha - <i>Syrphus phaeostigma</i> (S) Toxbas - <i>Toxomerus basalis</i> (S) Toxpro - <i>Toxomerus procrastinatus</i> (S) Tox5 - <i>Toxomerus</i> sp.5 (S) Toxtib - <i>Toxomerus tibicen</i> (S) Toxvir - <i>Toxomerus virgulatus</i> (S)	Allexo - <i>Allograpta exotica</i> (S) Allfal - <i>Allograpta falcata</i> (S) Allneo - <i>Allograpta neotropica</i> (S) Allsim - <i>Allograpta similis</i> (S) Ocyant - <i>Ocyptamus antiphates</i> (S) Ocygas - <i>Ocyptamus gastrostactus</i> (S) Ocy21 - <i>Ocyptamus</i> sp.21 (S) Ocy22 - <i>Ocyptamus</i> sp.22 (S) Psecla - <i>Pseudodoros clavatus</i> (S) Toxpic - <i>Toxomerus pictus</i> (S) Toxplg - <i>Toxomerus polygraphicus</i> (S) Toxwat - <i>Toxomerus watsoni</i> (S)

Os hábitos e habitats de espécies de moscas Brachycera são pouco conhecidos, sendo esta lacuna um obstáculo à pesquisa ecológica no grupo (BEAULIEU & WHEELER 2005). Embora seja arriscado estabelecer associações de habitat baseando-se apenas em cinco áreas inventariadas, os padrões gerais acima podem ser sugeridos para a distribuição espacial da

fauna de Syrphidae de Floresta Ombrófila Mista. Somente o aumento do conhecimento da biologia das espécies poderá confirmar tais padrões.

3.3. SAZONALIDADE

3.3.1. ESPÉCIES MAIS ABUNDANTES

Para o estudo da flutuação populacional, foram utilizadas quatro espécies dentre as mais abundantemente coletadas no Parque Estadual de Vila Velha, durante o período total de levantamento: *Toxomerus polygraphicus* (495 exemplares), *Syrphus phaeostigma* (397 exemplares), *T. procrastinatus* (145 exemplares) e *T. croesus* (114 exemplares). Os percentuais de abundância das espécies, em cada uma das áreas inventariadas, estão apresentados na figura 14.

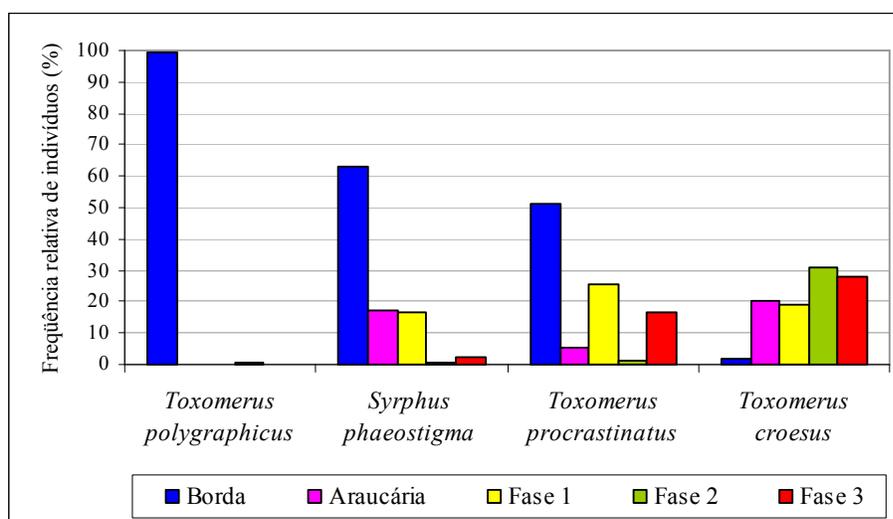


Figura 14 – Percentuais de abundância, em cada uma das áreas inventariadas, das espécies utilizadas no estudo de sazonalidade, capturadas com armadilha malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

A fenologia de Syrphidae é condicionada principalmente por sua bionomia (disponibilidade de alimento para larvas e adultos), número de gerações por ano e curso do clima na região (KULA 2001). Assume-se que quase a totalidade dos imaturos da subfamília Syrphinae, à qual pertencem as quatro espécies, apresenta hábito alimentar predador. A grande maioria das espécies se alimenta de hemípteros de corpo mole, mas algumas atacam outros artrópodes. As presas principais são os afídeos (ROJO *et al.* 2003). Segundo DIXON

(1987), no período de formação das gemas e das folhas jovens (primavera) e no período de envelhecimento das mesmas (outono), os arbustos e árvores oferecem recursos alimentares mais ricos a afídeos do que na época em que as folhas estão maduras (verão). LAZZARI & LAZZAROTTO (2005), realizando um levantamento na Mata Atlântica do Estado do Paraná (Brasil), encontraram maior número de espécies e de indivíduos de Aphididae no mês de setembro/1993, na maioria dos locais amostrados. Assim, o estudo da sazonalidade das espécies de Syrphinae deve levar em conta as informações mencionadas.

Nas quatro espécies testadas, houve diferença significativa na abundância de indivíduos entre as estações do ano, ao nível de significância de 0,001%.

Toxomerus polygraphicus. Espécie característica de ambientes abertos, ocorrendo quase exclusivamente na Borda (492 indivíduos). Sua abundância aumentou no decorrer dos anos de levantamento. Apresenta um curto período de vôo, sendo quase restrita à época do outono (Figura 15). Picos populacionais são evidenciados no mês de abril. Provavelmente os imaturos desta espécie se alimentem dos afídeos de folhas maduras, próprias da estação do outono.

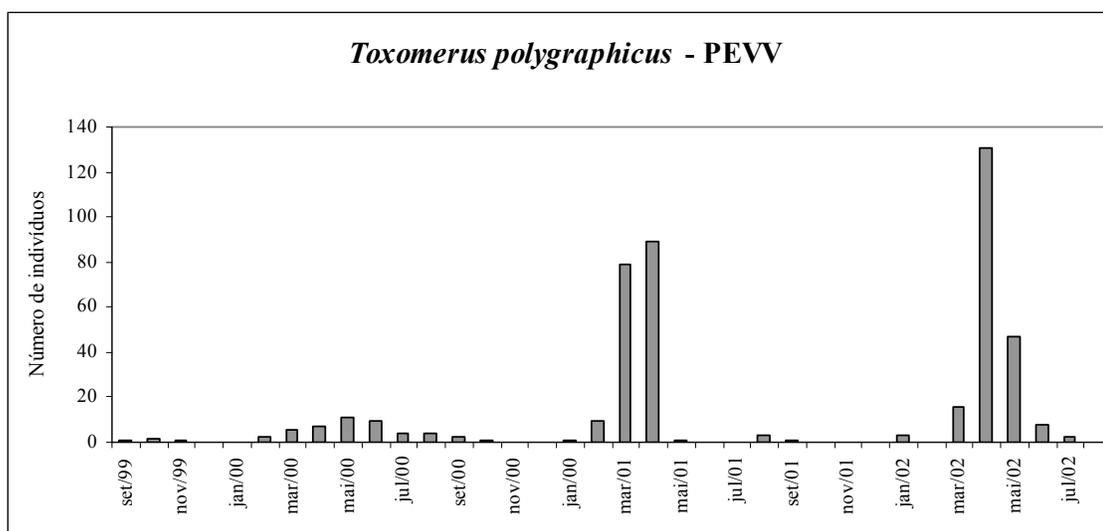


Figura 15 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Toxomerus polygraphicus*, coletados com armadilha Malaise nas áreas de Borda e Fase 2 do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

Na Borda, uma das espécies vegetais abundantes – *Mikania micrantha* – possui período de floração predominante no outono (março e abril) (TAKEDA & FARAGO 2001), justamente na época de maior abundância de *T. polygraphicus*. Já havia sido registrada visitação floral freqüente por sirfídeos nessa planta arbustiva (ARRUDA & SAZIMA 1996;

ARRUDA 1997). Talvez as flores sirvam de recurso alimentar aos adultos de *T. polygraphicus* no Parque Estadual de Vila Velha, mas somente estudando a fenologia das duas espécies de maneira conjunta é que tais relações bióticas poderão ser comprovadas.

***Syrphus phaeostigma*.** Esta espécie ocorreu em todas as áreas inventariadas. Contudo, teve maior abundância nas áreas mais abertas: 251 indivíduos na Borda, 69 na Araucária e 65 na Fase 1. No segundo ano, houve uma queda populacional acentuada, por motivos desconhecidos. No primeiro ano, a maior abundância foi constatada no inverno (agosto), mas no terceiro ano foi no outono (junho) (Figura 16). Este pico tardio observado no primeiro ano pode estar relacionado à precipitação total, que em junho/2000 atingiu o valor de 154,8 mm³, enquanto em junho/2002 foi de 19,2 mm³. O valor discrepante de pluviosidade em junho do primeiro ano provavelmente inibiu a atividade do inseto, atrasando o pico de coleta do mesmo. Uma espécie bem estudada, de distribuição Holártica – *S. ribesii* (Linnaeus, 1758) – apresenta fase larval relativamente curta (compreendendo 9 a 11 dias), duas a três gerações por ano e suas larvas são generalistas extremas (SADEGHI & GILBERT 2000). Em contraste, as curvas populacionais de *S. phaeostigma* sugerem que esta espécie, ao contrário da outra do mesmo gênero, seja monovoltina (Figura 16). Suas larvas provavelmente se alimentem dos afídeos presentes na estação do outono, mas também, em menor quantidade, dos ocorridos na primavera.

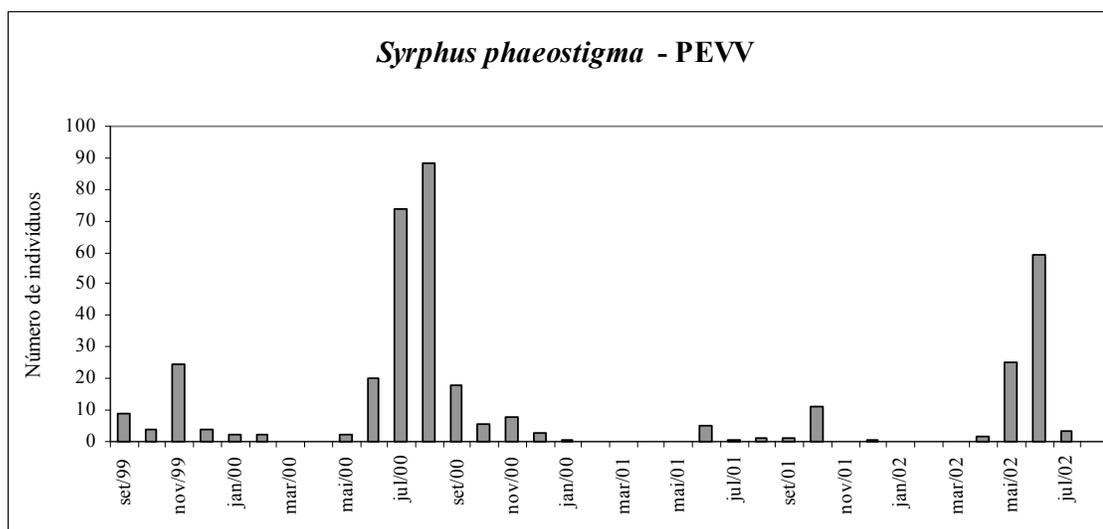


Figura 16 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Syrphus phaeostigma*, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

Toxomerus procrastinatus. Foi coletada em todas as áreas inventariadas, com destaque para a Borda (74 indivíduos), Fase 1 (37) e Fase 3 (24). Teve picos populacionais tanto na primavera quanto no outono (Figura 17). Isto indica que os imaturos da espécie possivelmente se alimentem dos afídeos presentes nas folhas iniciais bem como daqueles disponíveis nas maduras. Na Borda as maiores abundâncias foram evidenciadas no outono (Figura 17A), enquanto nas áreas florestadas ocorreram na primavera (Figura 17B). Esta diferença pode ser devida à maior exposição da Borda à insolação e a outros fatores abióticos.

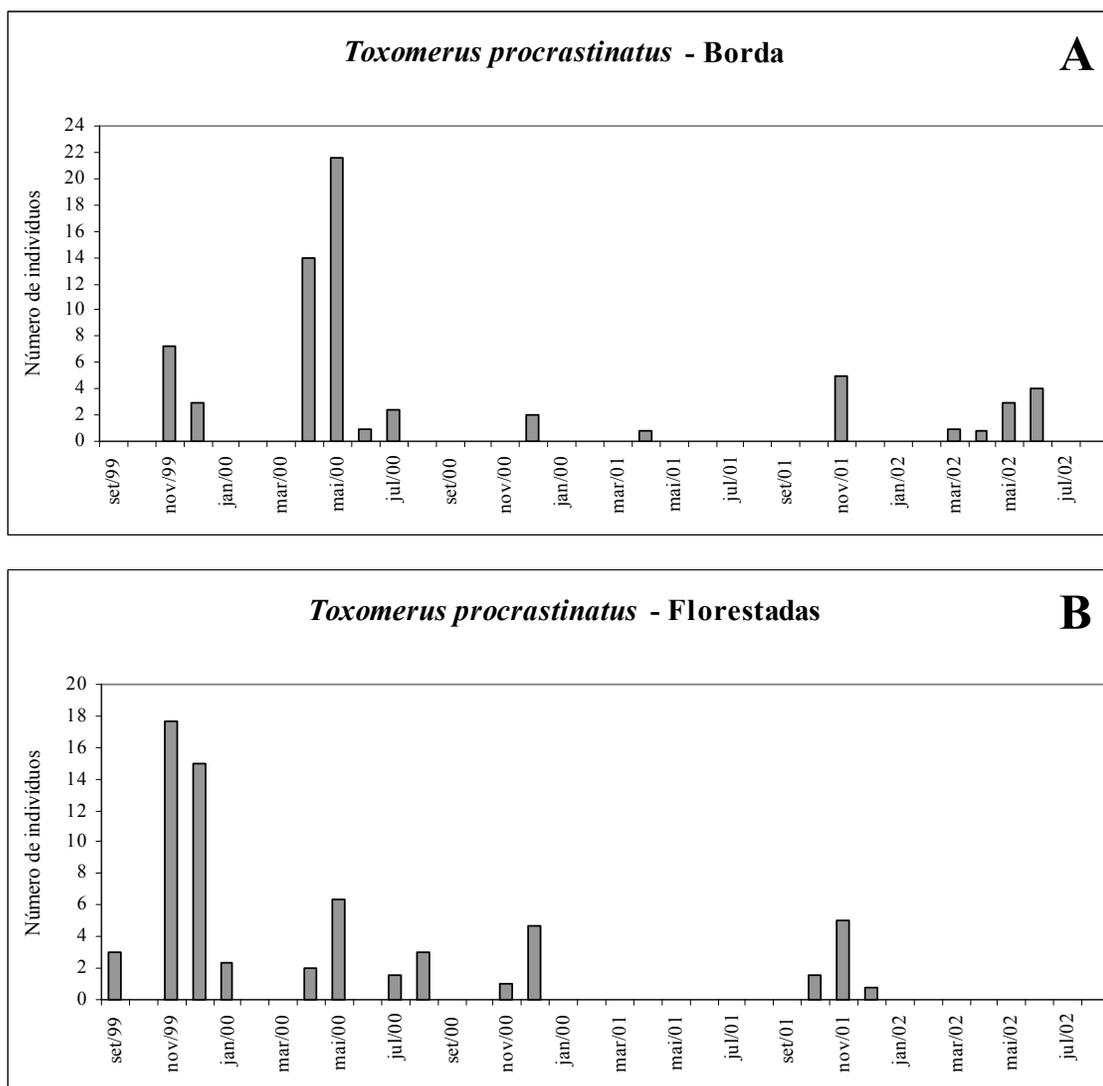


Figura 17 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Syrphus phaeostigma*, coletados com armadilha Malaise no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. A: flutuação populacional na Borda; B: flutuação populacional no conjunto das áreas florestadas (Araucária, Fase 1, Fase 2 e Fase 3).

Nas coletas realizadas pelo PROFAUPAR (1986-1988), no ponto que correspondeu à Fase 2 deste inventário, *T. procrastinatus* foi a espécie de Syrphidae mais abundante no período 1987-1988 (42 exemplares), com apenas um exemplar tendo sido coletado no ano anterior (MARINONI *et al.* 2006). Em tal inventário, juntamente com São José dos Pinhais e Colombo, o maior número de indivíduos foi registrado nos meses de dezembro e janeiro. Apenas em Fênix houve maior captura nos meses de outono. Diferenças geográficas são esperadas em relação à sazonalidade de espécies particulares (OWEN 1991). Durante o PROVIVE, na Fase 2, a presença desta espécie foi mínima (2 exemplares), enquanto atingiu 69 espécimes nas demais áreas florestadas. O maior número de indivíduos ocorreu em fins da primavera e do outono. A ocorrência de mais de um pico de atividade por ano usualmente, mas não necessariamente, resulta de uma sucessão de gerações (WOLDA 1988). A presença de dois picos populacionais de *T. procrastinatus* em cada ano (Figura 17) sugere que a espécie seja bivoltina ou que tenha, na região de estudo, duas populações não-sincronizadas. Estudos da sua biologia tornam-se necessários para dirimir esta dúvida.

***Toxomerus croesus*.** Espécie registrada em todas as áreas inventariadas, sendo menos abundante na Borda (2 indivíduos), ao contrário das demais espécies dominantes citadas. Sua abundância foi bem distribuída entre as áreas florestadas: 35 indivíduos na Fase 2, 32 na Fase 3, 23 na Araucária e 22 na Fase 1. A ocorrência de *T. croesus* ficou restrita às estações de primavera e verão, com picos de maior abundância no fim da primavera (Figura 18).

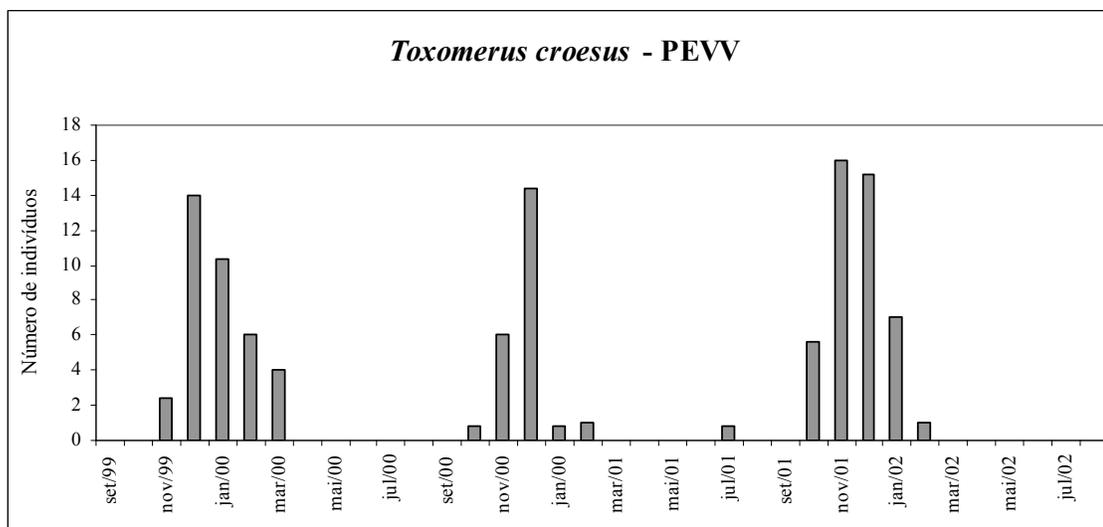


Figura 18 – Sazonalidade dos indivíduos da espécie *Toxomerus croesus*, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

Quanto às análises de correlação realizadas com as variáveis meteorológicas, houve correlação significativa negativa da captura média de *S. phaeostigma* com as temperaturas média, mínima e máxima ($r = -0,49$; $-0,49$ e $-0,47$, respectivamente); negativa de *T. procrastinatus* com a umidade relativa do ar ($r = -0,49$); e positiva de *T. croesus* com as temperaturas média, mínima e máxima ($r = 0,45$; $0,42$ e $0,43$, respectivamente). Para *T. polygraphicus* não houve correlação significativa com nenhum dos fatores abióticos testados. Alguns autores relatam que possivelmente a umidade relativa do ar interfira adversamente no vôo de sirfídeos (MAIER & WALDBAUER 1979; GILBERT 1985 e MARINONI & BONATTO 2002), e de muscídeos (COSTACURTA *et al.* 2003). Porém, os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que as variáveis climáticas não são os fatores determinantes das curvas de sazonalidade das espécies de Syrphidae. Elas apresentaram correlação baixa com o número de indivíduos, e apenas devem ter interferido adiantando ou atrasando alguns picos populacionais. Por exemplo, a correlação negativa de *S. phaeostigma* com a temperatura, decorrente da maior abundância da espécie nas épocas mais frias, não seria devida a esta característica climática, mas à maior disponibilidade de recursos alimentares no período.

As dinâmicas sazonais, associadas à distribuição nos diferentes habitats inventariados, permitem fazer algumas inferências sobre as prováveis interações entre as espécies analisadas, que somente poderão ser confirmadas por meio de observações em campo e um maior período de inventariamento.

Pode-se notar que as três espécies do gênero *Toxomerus* apresentam padrões de sazonalidade e de distribuição diferenciados (Figuras 14, 15, 17 e 18), o que minimiza a possível competição entre as mesmas. Como exemplo, tem-se *T. polygraphicus* e *T. croesus*, duas espécies bem semelhantes em tamanho e coloração. Enquanto *T. polygraphicus* ocorre quase exclusivamente na Borda, nos meses de outono, *T. croesus* é registrado primariamente nas áreas florestadas, nos meses de primavera e verão.

Os níveis populacionais de *S. phaeostigma* começam a se elevar quando a espécie *T. polygraphicus* atinge baixos níveis de abundância na Borda. Este fato pode estar relacionado à competição, entre os adultos ou entre os imaturos. No entanto, ou os estágios larvais destas espécies se alimentam em épocas consecutivas na estação do outono, ou o ciclo de vida de *S. phaeostigma* é mais lento. Vale ressaltar que *S. phaeostigma* se distribuiu em todas as áreas inventariadas e os imaturos desta espécie já foram registrados se alimentando de espécies de diferentes gêneros de Aphididae (ROJO *et al.* 2003), enquanto *T. polygraphicus* parece ser mais especialista, tendo ocorrido primariamente na Borda.

Em regiões temperadas, como é o caso da Inglaterra (OWEN 1991), a maioria das espécies, tanto monovoltinas como bivoltinas, apresentam maior número de indivíduos no verão – padrão sazonal diferenciado do que foi encontrado em Ponta Grossa. KULA (2006) comenta também que a atividade sazonal da maioria das espécies de Syrphidae culmina no verão. Porém, ele constata, em seu inventariamento durante dez anos na Bohemia do Norte (República Checa), a existência de espécies típicas de primavera, espécies de verão tardio e espécies de outono, todas tendo um curto período de ocorrência, e ainda de espécies oligovoltinas, cujos picos populacionais são distribuídos entre o início da primavera e o início do outono.

3.3.2. GRUPOS TRÓFICOS

Como os estágios larvais de muitos sirfídeos são desconhecidos, costuma-se assumir que espécies taxonomicamente próximas possuem biológicas similares (OWEN 1991). Portanto, para a formação dos grupos tróficos, utilizou-se tal generalização.

Afidófago. Segundo ROJO *et al.* (2003), há registro de predação de Aphididae pelas seguintes espécies de Syrphinae registradas neste levantamento: *Allograpta exotica*, *A. neotropica*, *A. similis*, *Ocyrtamus antiphates*, *O. bonariensis*, *O. dimidiatus*, *O. funebris*, *O. gastrostactus*, *O. lividus*, *O. sativus*, *Pseudodoros clavatus*, *Syrphus phaeostigma* e *Toxomerus dispar*. Quanto às demais espécies não-comprovadamente afidófagas, admite-se que elas também pertençam ao grupo trófico predador, tendo os afídeos como um de seus recursos alimentares.

Para o estudo deste grupo, optou-se por retirar as espécies *Toxomerus polygraphicus* e *Syrphus phaeostigma* da análise. Estas espécies, já estudadas anteriormente, por apresentar um alto nível de abundância, tendenciaram o gráfico, encobrindo as características sazonais das espécies menos abundantes. A maior abundância dos sirfídeos afidófagos ocorreu nos meses de primavera e outono (Figura 19). No primeiro ano, houve também altos níveis de abundância no inverno, o mesmo que ocorreu com a espécie *Syrphus phaeostigma*, talvez por motivos relacionados. O padrão sazonal encontrado provavelmente esteja estreitamente ligado à maior concentração de afídeos nas estações de primavera e outono. RESENDE *et al.* (2004) observaram haver correlação da população de sirfídeos com a de pulgões alados, em cultivo de couve no Rio de Janeiro.

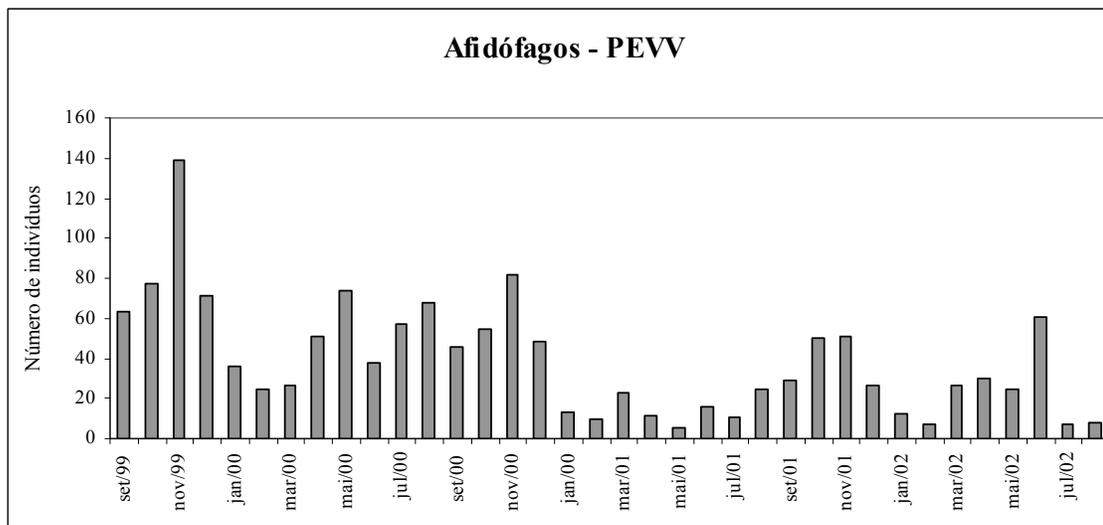


Figura 19 – Sazonalidade dos indivíduos afidófagos, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002. Para a confecção deste gráfico foram retiradas as espécies dominantes *Toxomerus polygraphicus* e *Syrphus phaeostigma*.

Mirmecófago. As espécies deste grupo, pertencentes à subfamília Microdontinae, apresentaram o padrão de sazonalidade esperado para insetos em regiões temperadas, ou seja, ocorreram nos meses de primavera e verão (Figura 20). Sua sazonalidade foi semelhante à encontrada para Coleoptera, Chrysomelidae e Alticini, em que houve maior abundância nas mesmas estações sazonais (GANHO 2003; LINZMEIER 2005), mas foi bem diferenciada da observada nos demais grupos tróficos de Syrphidae. O maior número de indivíduos foi registrado em novembro. Os raros conhecimentos sobre o comportamento dos Microdontinae, a não ser o fato de serem possíveis predadores de formigas, não permitem estabelecer nenhuma ligação sazonal associada ao comportamento destes himenópteros.

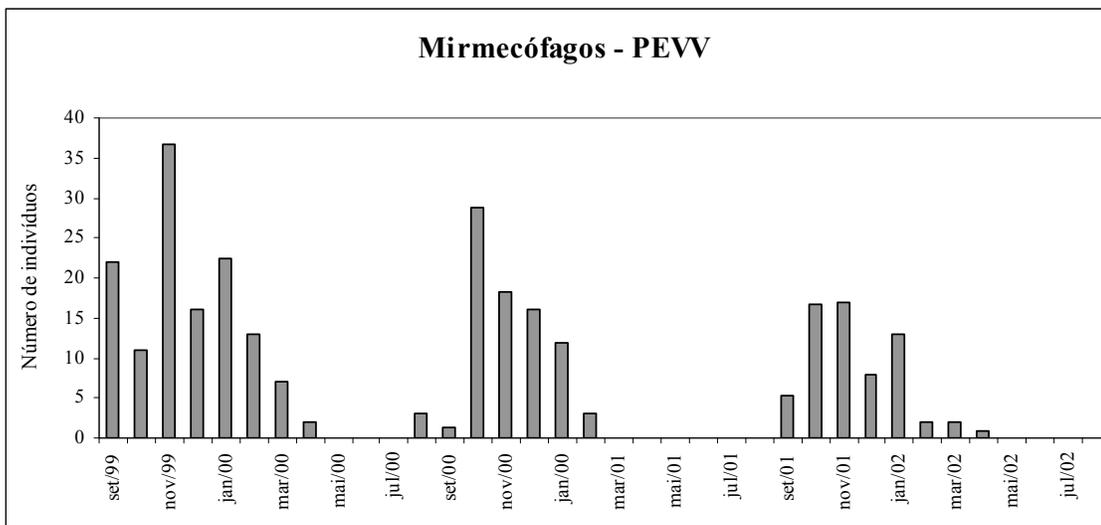


Figura 20 – Sazonalidade dos indivíduos pertencentes à subfamília Microdontinae, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

Saprófago. Os sirfídeos saprófagos – todos os Eristalinae, com exceção da espécie *Eumerus obliquus* – não apresentaram um padrão de sazonalidade definido (Figura 20), sendo encontrada maior abundância em meses distintos ao longo do período total de levantamento.

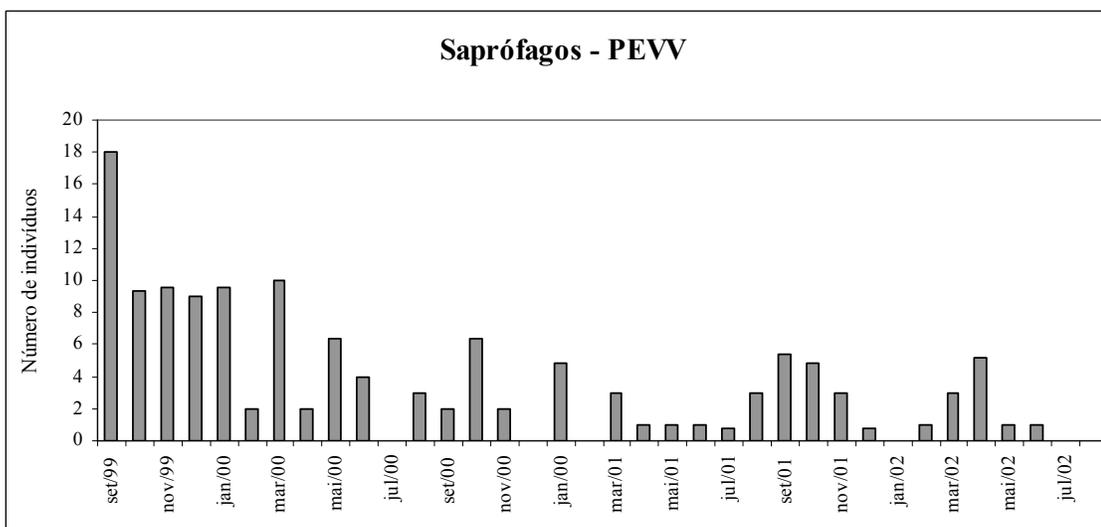


Figura 21 – Sazonalidade dos indivíduos saprófagos pertencentes à subfamília Eristalinae, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

Neste grupo trófico, a dificuldade em reconhecer um padrão sazonal ajustado às diferentes estações do ano pode ser conseqüência do pequeno número de indivíduos coletados

ou em razão do próprio hábito alimentar – detritívoro – com disponibilidade mais constante ao longo do ano nas áreas florestadas, onde se observa a maior abundância dos Eristalinae.

3.3.3. SYRPHIDAE

Os sirfídeos foram coletados em todos os meses do levantamento, porém, numa visão ampla da figura 22 e tendo-se em vista as análises anteriores (das espécies e dos grupos tróficos), é possível visualizar dois picos de maior abundância a cada ciclo anual, considerando como início o solstício do inverno. Um dos picos ocorre na primavera, com o decréscimo da abundância a partir do fim desta estação. O outro é definido pela maior abundância nos meses de outono. Mesmo no inverno de 2000, que se apresentou com alta abundância, decorrente do alto nível populacional de uma única espécie, *Syrphus phaeostigma*, é possível notar que no fim do outono (junho) houve um decréscimo do número de sirfídeos. Quanto à riqueza de espécies, ela foi maior na primavera, porém menor no outono, em detrimento das espécies de Microdontinae e Eristalinae.

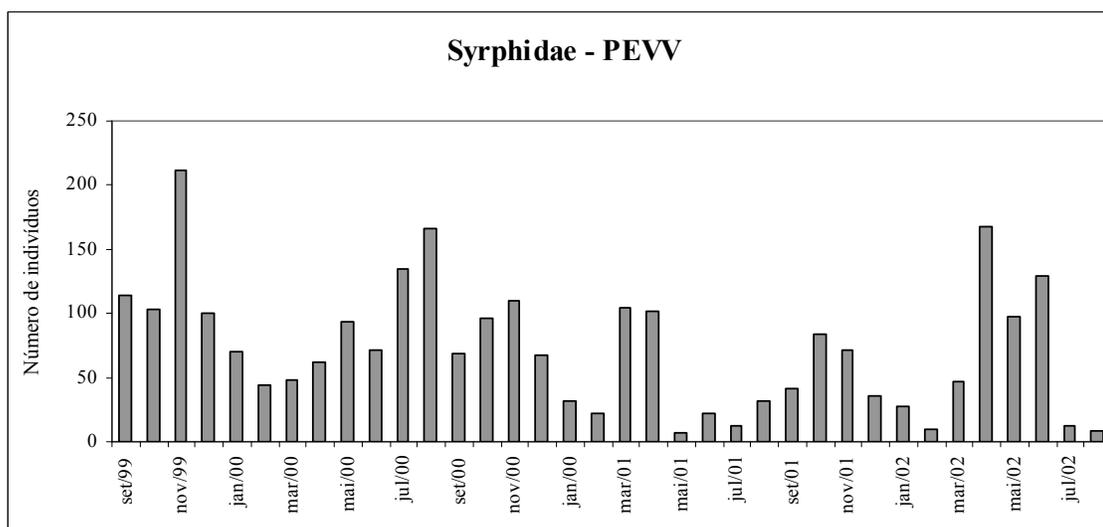


Figura 22 – Sazonalidade de todos os indivíduos da família Syrphidae, coletados com armadilha Malaise em cinco áreas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, no período de setembro de 1999 a agosto de 2002.

Syrphinae representou 84% dos sirfídeos capturados, ou seja, esta subfamília, sendo dominante, exerce um peso maior no delineamento das curvas de sazonalidade para a família em termos gerais. O mesmo ocorreu em um levantamento com armadilha malaise na Suíça (SALVETER 1998), no qual 95% dos sirfídeos capturados pertenciam à Syrphinae e a maior abundância se deu também na primavera e no outono. Portanto, sendo esta subfamília

essencialmente afidófaga, em ambos os trabalhos os picos populacionais nas estações sazonais referidas estão ligados à maior ocorrência de afídeos nelas. Esta mesma sazonalidade foi observada por TAI & ITINO (2000), no Japão, que relacionaram o padrão encontrado com a fenologia de florescimento das plantas.

No levantamento realizado durante 15 anos, em um jardim da Inglaterra, o período de vôo dos sirfídeos ocorreu desde o início da primavera até o início do outono (OWEN 1991). Os picos de abundância e de maior riqueza de espécies foram encontrados sempre no verão, diferentemente do que foi constatado no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa (Figura 22).

Ainda tratando da riqueza, PASCARELLA *et al.* (2001), coletando os visitantes florais não-apóideos na Flórida, encontraram o período de vôo dos sirfídeos predominando no inverno, em contraste com os resultados obtidos no presente trabalho, mas o número de espécies também foi menor no outono. Outro resultado distinto foi encontrado por SOUZA-SILVA *et al.* (2001) em Belo Horizonte (Minas Gerais), onde Syrphidae foi mais abundante nos meses de janeiro e agosto. Talvez estas divergências sejam devidas à metodologia de coleta empregada, à duração diferenciada dos levantamentos ou ainda ao tipo de ambiente inventariado pelos mesmos.

4. Conclusões

4.1. DIVERSIDADE INVENTARIAL

- A Borda apresentou maior abundância e maior riqueza de Syrphidae, provavelmente por se tratar de um ecótono e por disponibilizar recursos diversificados e abundantes tanto para imaturos quanto para adultos.
- As áreas em estágios mais avançados de sucessão vegetal apresentaram menor número de espécies e de indivíduos de Syrphidae.
- A frequência relativa da subfamília Syrphinae foi maior nas áreas de Borda e Fase 1, onde predominam plantas herbáceas, as quais servem de alimento para afídeos. Já a proporção de Eristalinae se destacou na Fase 2, onde o ambiente é menos iluminado, mais úmido e rico em materiais em decomposição, o que favorece a saprofagia. Microdontinae também foi frequente na área Fase 2.
- A curva de acumulação de espécies se aproximou da assíntota somente a partir do terceiro mês do terceiro ano, o que demonstra a importância de períodos longos para levantamentos mais robustos da fauna de Syrphidae.
- O método Chao 2 estima que ainda podem ser coletadas 136 espécies no PEVV, enquanto o estimador Michaelis-Menten calcula a existência de apenas mais 4 espécies. A alta variação entre os diferentes estimadores não permite avaliar com confiança a possível riqueza das áreas. No entanto, admitindo-se que o número de novas ocorrências de espécies diminua com o aumento do esforço de coleta, o índice de Michaelis-Menten mostra-se o mais adequado, na medida em que os percentuais de novos registros diminuem com a adição de mais coletas, ao contrário do que ocorre com os demais estimadores.
- Todas as espécies coletadas em maior abundância pertencem à subfamília Syrphinae.
- A Borda apresentou o maior percentual de espécies raras, provavelmente por se tratar de uma área altamente antropizada.
- A uniformidade aumentou juntamente com o grau de conservação das áreas.
- Os índices de diversidade não retrataram adequadamente os níveis de riqueza e abundância observados nas áreas.

4.2. DIVERSIDADE DIFERENCIAL

- Do total de espécies capturadas, 12% foram comuns a todas as áreas inventariadas, enquanto 62% foram exclusivas, sendo coletadas em apenas uma das cinco áreas.
- A fauna e a estrutura da comunidade de Syrphidae das áreas florestadas foram mais assemelhadas entre si, diferindo da Borda. Os resultados de semelhança entre as áreas florestadas sugerem que os sirfídeos possam transitar entre estas áreas, apesar de cada uma delas apresentar espécies exclusivas. Porém, a maior dicotomia constatada entre a Borda e as demais áreas indica que a primeira apresenta características ambientais mais favoráveis à ocorrência dos adultos de determinadas espécies e à manutenção de grandes populações, especialmente daquelas espécies cujo estágio imaturo é afidófago.
- As áreas mais conservadas (Fase 2 e Fase 3), que apresentaram os menores valores de riqueza de espécies e de abundância, foram faunística e estruturalmente mais similares entre si do que as outras áreas.
- Apesar de distanciada das demais áreas, a fauna da Borda foi mais semelhante à área em estágio inicial/intermediário de sucessão vegetal (Fase 1) e à outra área também manejada (Araucária), provavelmente por serem ambientes mais abertos que os demais.
- Nos estudos de diversidade, recomenda-se considerar todas as espécies presentes, independente de seus níveis de abundância.
- A comunidade de Syrphidae apresentou oscilações temporais em todas as áreas inventariadas, principalmente Araucária e Fase 1, caracterizadas como estando em níveis mais iniciais de sucessão vegetal do que as outras florestadas.
- As espécies mais abundantes de Syrphidae foram arroladas em três categorias em função de sua associação com o habitat: espécies primariamente florestais, espécies primariamente de áreas abertas e espécies sem preferência entre estes dois tipos de habitat.

4.3. SAZONALIDADE

- Todas as espécies analisadas tiveram distribuições bem marcadas ao longo do ano, sendo ativas em períodos curtos de tempo. A atividade de vôo dos adultos da espécie *Toxomerus polygraphicus* foi praticamente restrita à estação do outono e da espécie *Syrphus phaeostigma* ocorreu predominantemente no outono-inverno. Em *T. procrastinatus* foram evidenciados dois picos populacionais, um na primavera e outro no outono. E a maior abundância de *T. croesus* ocorreu na primavera. As variáveis climáticas parecem não

influenciar diretamente na ocorrência sazonal destas espécies, sendo a disponibilidade trófica de afídeos o fator determinante da mesma.

- Não é observado um padrão sazonal definido na fauna saprófaga de Syrphidae.
- Os sirfídeos mirmecófagos têm atividade de vôo restrita às estações de primavera e verão, demonstrando sazonalidade distinta da visualizada para os afidófagos.
- O padrão sazonal de Syrphidae é fortemente influenciado pela subfamília Syrphinae. Em cada ciclo anual ocorrem dois picos de maior abundância de sirfídeos: um na primavera e outro no outono. O menor número de adultos ativos ocorre no verão.

5. Considerações Finais

O presente trabalho é resultado do inventariamento mais longo da fauna de Syrphidae do Brasil, coletada com armadilha malaise. Para táxons que têm histórias de vida muito diversas, como é o caso de Syrphidae, somente estudos mais extensivos e intensivos podem levantar adequadamente a riqueza e abundância sazonal, e compreender o papel de tais táxons no ambiente (FRITZLER *et al.* 2006).

Dentre os sirfídeos, algumas espécies são características de áreas florestadas com dossel fechado e apenas esse tipo de ambiente fornece suprimento adequado para os estágios imaturos se desenvolverem. Porém, muitas destas espécies, quando atingem o estágio adulto, necessitam de recursos florais disponíveis apenas em áreas mais abertas (GITTINGS *et al.* 2006). A alta riqueza na Borda provavelmente esteja associada a esta característica biológica. No entanto, o fato desta área apresentar muitas espécies exclusivas indica que ela dispõe de recursos alimentares que suportam a ocorrência de uma fauna particular em tal ambiente. Esta fauna parece ser dependente das condições de luminosidade e vegetação herbácea próprias de áreas abertas.

A atividade de vôo dos adultos de Syrphidae ocorre durante o ano todo, sendo que os picos de abundância das espécies variam em decorrência da diversidade de estratégias ecológicas evidenciada na família. A estação da primavera oferece mais nichos para o conjunto dos sirfídeos, tanto para espécies mirmecófilas e saprófagas, quanto para espécies afidófagas.

As populações de Syrphidae tendem a flutuar temporalmente, de ano para ano, em proporções maiores do que outros grupos de insetos.

A carência de informações sobre a história de vida dos sirfídeos no Brasil limitou o entendimento de alguns padrões evidenciados no presente trabalho. Mesmo assim, os resultados obtidos, além de contribuir para o conhecimento desta família na Região Neotropical, oferecem subsídios a estudos de comportamento, interação inseto-plantas e controle biológico de insetos.

6. Referências Bibliográficas

- ARRUDA, V.L.V. & M. SAZIMA. 1996. Flores visitadas por sirfídeos (Diptera: Syrphidae) em mata mesófila de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **19** (1): 109-117.
- ARRUDA, V.L.V. 1997. Uso de recursos florais por sirfídeos (Diptera: Syrphidae) e interações com outros visitantes. **Naturalia** **22**: 163-178.
- BEAULIEU, F. & T.A. WHEELER. 2005. Diptera diversity in a homogeneous habitat: Brachycera associated with sedge meadows (Cyperaceae: *Carex*) in Quebec, Canada. **Proceedings of the Entomological Society of Washington** **107** (1): 176-189.
- BORGES, Z.M. & D.M. PAMPLONA. 2003. Revision of the Neotropical *Xanthandrus* Verral (Diptera, Syrphidae). **Revista Brasileira de Entomologia** **47** (2): 155-167.
- BORGES, Z.M. 2006. **Revisão das espécies de *Toxomerus* Macquart, 1855 (Diptera, Syrphidae) ocorrentes no Brasil**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- BROWN, V.K. 1984. Secondary Succession: insect-plant relationships. **BioScience** **34** (11): 710-716.
- BURGIO, G. & D. SOMMAGGIO. 2007a. Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment** **120**: 416-422.
- BURGIO, G. & D. SOMMAGGIO. 2007b. Biodiversity at different scale landscape: a multi-sampling system approach using Syrphidae and other bioindicators. *In*: **4th International Symposium on Syrphidae**: Programme and Abstracts, 2007, Siikaranta, Finland.
- CARRERA, M.; H. DE S. LOPES & J. LANE. 1947. Contribuição ao conhecimento dos “Microdontinae” neotrópicos e descrição de duas novas espécies de “*Nausigaster*” Williston (Diptera, Syrphidae). **Revista Brasileira de Biologia** **7** (4): 471-486.
- CHAZDON, R.L.; R.K. COLWELL; J.S. DENSLOW & M.R. GUARIGUATA. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary

- rain forest of NE Costa Rica. *In*: F. DALLMEIER & J.A. COMISKEY (Eds.). **Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies**. Paris, Parthenon Publishing, pp. 285-309.
- CODDINGTON, J.A.; L.H. YOUNG & F.A. COYLE. 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. **The Journal of Arachnology** **24**: 111-128.
- CODY, M.L. 1986. Diversity, rarity and conservation in Mediterranean-climate regions. *In*: SOULÉ, M.E. (Ed.). **Conservation Biology**. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, pp. 122-152.
- COLWELL, R.K. 2004. **EstimateS**: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Version 8.0.0. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acesso em: 19/11/2007.
- COSTACURTA, N.C.; R.C. MARINONI & C.J.B. CARVALHO. 2003. Fauna de Muscidae (Diptera) em três localidades do Estado do Paraná, Brasil, capturada por armadilha Malaise. *Revista Brasileira de Entomologia* **47** (3): 389-397.
- CURRAN, C.H. 1926. Partial Synopsis of American Species of *Volucella* with notes on Wiedmann's types. **Annals of the Entomological Society of America** **19**: 50-66.
- CURRAN, C.H. 1930. New Diptera belonging to the genus *Mesogramma* Loew (Syrphidae). **American Museum Novitates** **405**: 1-14.
- CURRAN, C.H. 1936. New Neotropical Syrphidae (Diptera). **American Museum Novitates** **882**: 1-17.
- CURRAN, C.H. 1939. Synopsis of the American Species of *Volucella* (Syrphidae, Diptera). **American Museum Novitates** **1028**: 1-17.
- CURRAN, C.H. 1940. Some new neotropical Syrphidae (Diptera). **American Museum Novitates** **1086**: 1-14.
- CURRAN, C.H. 1941. New American Syrphidae. **Bulletin of the American Museum of Natural History** **78**: 243-304.

- DEKONINCK, W.; P. PALS & P. GROOTAERT. 2005. Hoverfly communities on former agricultural fields: a study of afforestation and planted forests stands in the Voeren region. **Bulletin de L'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique - Entomologie 75**: 281-290.
- DIDHAM, R.K.; J.H. LAWTON; P.M. HAMMOND & P. EGGLETON. 1998. Trophic structure stability and extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments. **Philosophical Transactions of Royal Society of London 353**: 437-451.
- DIXON, A.F.G. 1987. Seasonal development in aphids. p. 315-320. A.K. MINKS & P. HARREWIJN (Eds.). **Aphids: their biology, natural enemies and control**. vol.A. Amsterdam, Elsevier, 450p.
- DUFFIELD, R.M. 1981. Biology of *Microdon fuscipennis* (Diptera: Syrphidae) with interpretations of the reproductive strategies of *Microdon* species found North of Mexico. **Proceedings of Entomological Society of Washington 83** (4): 716-724.
- ELMES, G.W.; B. BARR; J.A. THOMAS & R.T. CLARKE. 1999. Extreme host specificity by *Microdon mutabilis* (Diptera: Syrphidae), a social parasite of ants. **Proceedings of the Royal Society of London B 266**: 447-453.
- EVANS, F.C. & D.F. OWEN. 1965. Measuring insect flight activity with a Malaise trap. **Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters 50**: 89-94.
- FLUKE, C.L. 1942. Revision of the Neotropical Syrphini related to *Syrphus* (Diptera, Syrphidae). **American Museum Novitates 1201**: 1-24.
- FLUKE, C.L. 1945. The Melanostomini of the Neotropical Region. **American Museum Novitates 1272**: 1-29.
- FORTI, L.C.; R.S. CAMARGO; R.T. FUJIHARA; A.A. CARLO; C.A.O. MATOS; S.S. VERZA. 2007. Biologia de *Microdon tigrinus* (Diptera: Syrphidae), parasito social de *Acromyrmex coronatus* (Hymenoptera: Formicidae). In: **XVII Simpósio de Mirmecologia, 2007**, São Paulo, Brasil.

- FRITZLER, C.J.; C.B. MAYLE; J.S. STRAZANAC & L. BUTLER. 2006. Diversity of Syrphidae (Diptera) in Central Appalachian Forests. **Proceedings of the Entomological Society of Washington** **108** (4): 964-976.
- GANHO, N.G. 2003. **Aspectos ecológicos da fauna de Coleoptera capturada no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, em áreas com diferentes condições florísticas**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, 103p.
- GANHO, N.G. & R.C. MARINONI. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas Malaise. **Revista Brasileira de Zoologia** **20** (4): 727-736.
- GANHO, N.G. & R.C. MARINONI. 2005. A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia** **49** (4) : 535-543.
- GASTON, K.J. 1994. **Rarity**. London, Chapman & Hall. 205p.
- GERING, J.C.; T.O. CRIST & J.A. VEECH. 2003. Additive partitioning of species diversity across multiple spacial scales: implications for regional conservation of biodiversity. **Conservation Biology** **17** (2): 488-499.
- GILBERT, F.; G. ROTHERAY; P. EMERSON & R. ZAFAR. 1994. The evolution of feeding strategies. *In*: **Phylogenetics and Ecology** (ed. by P. Eggleton and R. Vane-Wright), pp. 324-343. Academic Press, London.
- GILBERT, F.S. 1983. **Hoverflies**. Great Britain, The Richmond Publishing Co. Ltd., 67p.
- GILBERT, F.S. 1985. Diurnal activity patterns in hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Ecological Entomology** **10**: 385-392.
- GITTINGS, T; J. O'HALLORAN; T. KELLY & P.S. GILLER. 2006. The contribution of open spaces to the maintenance of hoverfly (Diptera, Syrphidae) biodiversity in Irish plantation forests. **Forest Ecology and Management** **237**: 290-300.

- GRESSITT, J.L. & M.K. GRESSITT. 1962. An improved Malaise trap. **Pacific Insects** **4** (1): 87-90.
- HART, A.J. & J.S. BALE. 1997. Evidence for the first strongly freeze-tolerant insect found in the U.K. **Ecological Entomology** **22**: 242-245.
- HIRONAGA, T. & M. MARUYAMA. 2004. The myrmecophilous hoverfly genus *Microdon* (Diptera, Syrphidae, Microdontinae) in Hokkaidô, Japan, with descriptions of four new species. **Bulletin of the National Science Museum, Tokyo A** **30** (2): 87-103.
- HULL, F.M. 1937. New species of exotic syrphid flies. **Psyche** **44**: 12-32.
- HULL, F.M. 1943. The genus *Mesogramma*. **Entomologica Americana** **23** (1): 1-41.
- HULL, F.M. 1947. Some American Syrphid flies. **Psyche** **54**: 230-240.
- HULL, F.M. 1949a. The genus *Baccha* from the New World. **Entomologica Americana** **27** (3): 89-290.
- HULL, F.M. 1949b. Some flies of the genus *Volucella* from the New World. **Psyche** **56**: 26-40.
- HULL, F.M. 1954. The genus *Mixogaster* Macquart (Diptera, Syrphidae). **American Museum Novitates** **1652**: 1-32.
- HUMPHREY, J.W.; C. HAWES; A.J. PEACE; R. FERRIS-KAAN & M.R. JUKES. 1999. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. **Forest Ecology and Management** **113**: 11-21.
- HUTCHESON, J. 1990. Characterization of terrestrial insect communities using quantified, Malaise-trapped Coleoptera. **Ecological Entomology** **15**: 143-151.
- JORGE, C. M. 2005. **Fauna de Syrphidae capturada com armadilha Malaise em cinco áreas com condições florísticas distintas no Parque Estadual Vila Velha em Ponta Grossa, Paraná**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, 87p.
- KIM, K.C. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. **Biodiversity and Conservation** **2**: 191-214.

- KNUTSON, L.V.; F.C. THOMPSON & J.R. VOCKEROTH. 1975. Family Syrphidae. *In: A Catalog of Diptera of the Oriental Region*, vol. 2, pp. 307-374.
- KOLEFF, P.; K.J. GASTON & J.J. LENNON. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72: 367-382.
- KULA, E. 2001. Upland seasonal dynamics of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in forest ecosystems of Decínská Sandstone. *Acta Universitatis Carolinae* 45: 97-108.
- KULA, E. 2006. Phenology of hover flies (Syrphidae) in the Decín Sandstone Upland. *Acta Universitatis Carolinae* 50: 85-93.
- LARSON, B.M.H.; P.G. KEVAN; D.W. INOUE. 2001. Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *The Canadian Entomologist* 133: 439-465.
- LAWTON, J.H.; D.E. BIGNELL; B. BOLTON; G.F. BLOEMERS; P. EGGLETON; P.M. HAMMOND; M. HODDA; R.D. HOLT; D.S. SRIVASTAVA & A.D. WATT. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-76.
- LAZZARI, S.M.N. & C.M. LAZZAROTTO. 2005. Distribuição altitudinal e sazonal de afídeos (Hemiptera, Aphididae) na Serra do Mar, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 891-897.
- LEWINSOHN, T.M.; A.V.L. FREITAS & P.I. PRADO. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. *Megadiversidade* 1 (1): 62-69.
- LINZMEIER, A.M. 2005. **Comunidade de Altícini (Newman, 1834) (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae) em áreas com diferentes tipos de manejo e níveis de preservação vegetal na floresta de Araucária do Paraná, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, 85p.
- LINZMEIER, A.M.; C.S. RIBEIRO-COSTA & R.C. MARINONI. 2006. Fauna de Altícini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) em diferentes estágios sucessionais na Floresta com Araucária do Paraná, Brasil: diversidade e estimativa de riqueza de espécies. *Revista Brasileira de Entomologia* 50 (1): 101-109.

- LONGHI-WAGNER, H..M. 2003. Diversidade florística dos Campos Sul-brasileiros. *In: Anais do 54º Congresso Nacional de Botânica*, Belém, Pará, Brasil, p.117-120.
- MAACK, R. 1981. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro, José Olímpio Editora, 450p.
- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey, Princeton University Press. 179p.
- MAGURRAN, A.E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Oxford, United Kingdom, Blackwell. 256p.
- MAGURRAN, A.E. 2005. Species abundance distributions: pattern or process? **Functional Ecology** **19**: 177-181.
- MAIER, C.T. & G.P. WALDBAUER. 1979. Diurnal activity patterns of flower flies (Diptera: Syrphidae) in an Illinois Sand Area. **Annals of the Entomological Society of America** **72** (2): 237-245.
- MARINONI, L. & F.C. THOMPSON. 2004. Flower flies of southeastern Brazil (Diptera: Syrphidae). Part I, Introduction and new species. **Studia Dipterologica** **10**: 565-578.
- MARINONI, L. & M.N. MORALES. Em preparação. **Manual dos sirfídeos (Diptera: Syrphidae) do Brasil**.
- MARINONI, L. & S.R. BONATTO. 2002. Sazonalidade de três espécies de Syrphidae (Insecta, Diptera) capturadas com armadilha Malaise no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **19** (1): 95-104.
- MARINONI, L.; G.F.G. MIRANDA & C. THOMPSON. 2004. Abundância e riqueza de espécies de Syrphidae (Diptera) em áreas de borda e interior de floresta no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **48** (4): 553-559.
- MARINONI, L.; M.N. MORALES & I. SPALER. 2007. Chave de identificação ilustrada para os gêneros de Syrphinae (Diptera, Syrphidae) de ocorrência no sul do Brasil. **Biota Neotropica** **7** (1): 143-158.

- MARINONI, L.; R.C. MARINONI; C.M. JORGE & S.R. BONATTO. 2006. Espécies mais abundantes de Syrphidae (Diptera) em dois anos de coletas com armadilhas Malaise no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **23** (4): 1071-1077.
- MARINONI, R.C. & N.G. GANHO. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia** **50** (1): 64-71.
- MARINONI, R.C. & R.R.C. DUTRA. 1993. Levantamento da Fauna Entomológica no Estado do Paraná. I. Introdução. Situações climática e florística de oito pontos de coleta. Dados faunísticos de agosto de 1986 a julho de 1987. **Revista Brasileira de Zoologia** **8** (1/2/3/4): 31-73.
- MARINONI, R.C. & R.R.C. DUTRA. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha Malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. **Revista Brasileira de Zoologia** **14** (3): 751-770.
- MATHEWS, R.W. & J.R. MATHEWS. 1983. Malaise traps: the Townes model catches more insects. **Contributions of the American Entomological Institute** **20**: 428-432.
- MCALEECE, N. 1998. **BioDiversity Professional Beta**. Disponível em: www.nrmc.demon.co.uk - Acesso em: 25/09/2007.
- METZ, M.A. & F.C. THOMPSON. 2001. A revision of the larger species of *Toxomerus* (Diptera: Syrphidae) with description of a new species. **Studia dipterologica** **8**: 225-256.
- MILANO, M.S.; M.M. BRASSIOLO & R.V. SOARES. 1987. Zoneamento ecológico experimental do Estado do Paraná, segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge. **Floresta** **17** (1/2): 65-72.
- MIRANDA, G.F.G. 2005. **Taxonomia do gênero *Ocyptamus* Macquart, 1834 (Diptera: Syrphidae), com ênfase em cinco grupos de espécies**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, 89p.

- MORO, R.S. 2001. A vegetação dos Campos Gerais da escarpa devoniana. p. 481-503. *In*: DITZEL, C.H.M. & C.L.L. SAHR. 2001. **Espaço e Cultura**: Ponta Grossa e os Campos Gerais. Ponta Grossa: Editora UEPG. 518p.
- MORRIS, M.G. 1980. Insects and the Environment in the United Kingdom. *In*: **Atti XII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Roma**. p. 203-235.
- NOVOTNY, V. & Y. BASSET. 2000. Rare species and communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. **Oikos** **89** (3): 564-572.
- OLIVEIRA, E.B.; R.D. MIYAZAKI & W. SEVERI. 1998. Cálculo de fatorial e seu uso no índice de Brillouin. **Revista Brasileira de Biologia** **58** (2): 337-341.
- OWEN, D.F. & J. OWEN. 1990. Assessing insect species-richness at a single site. **Environmental Conservation** **17** (4): 362-364.
- OWEN, J. 1991. Hoverflies. *In*: OWEN, J. (Ed.). **The ecology of a garden: the first fifteen years**. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 148-193.
- PALMER, M.W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. **Ecology** **71** (3): 1195-1198.
- PASCARELLA, J.B.; K.D. WADDINGTON & P.R. NEAL. 2001. Non-apoid flower-visiting fauna of Everglades National Park, Florida. **Biodiversity and Conservation** **10**: 551-566.
- PIELOU, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology** **13**: 131-144.
- PIELOU, E.C. 1975. **Ecological Diversity**. New York, J. Wiley & Sons, 165p.
- PRICE, P.W.; I.R. DINIZ; H.C. MORAIS & E.S.A. MARQUES. 1995. The abundance of insect herbivore species in the tropics: the high local richness of rare species. **Biotropica** **27** (4): 468-478.
- RESENDE, A.L.S.; F.H.M. PAIXAO; E.B. MENEZES; J.G.M. GUERRA; E.L. AGUIAR-MENEZES. 2004. Flutuação populacional de pulgões alados (Hemiptera: Aphididae) em cultivo de couve e sua relação com fatores climáticos e densidade de insetos predadores. **Agronomia** **38** (2): 6-10.

- ROCHA, C.H. 2006. Seleção de áreas prioritárias para a conservação em paisagens fragmentadas: estudo de caso nos Campos Gerais do Paraná. **Natureza & Conservação** 4 (2): 77-99.
- ROHLF, F.J. 1998. **NTSYS-PC. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System**. New York, Exeter Publ. Ltd, 187p.
- ROHR, J.R.; C.G. MAHAN & A.K.C. KIM. 2007. Developing a Monitoring Program for Invertebrates: Guidelines and a Case Study. **Conservation Biology** 21 (2): 422-433.
- ROJO, S.; F.S. GILBERT; M.A. MARCOS-GARCÍA; J.M. NIETO & M.P. MIER. 2003. **A world review of predatory hoverflies (Diptera, Syrphidae: Syrphinae) and their prey**. Alicante: CIBIO Ediciones. 319p.
- ROTHERAY, G.E.; M. ZUMBADO; E.G. HANCOCK & F.C. THOMPSON. 2000. Remarkable aquatic predators in the genus *Ocyptamus* (Diptera, Syrphidae). **Studia Dipterologica** 7 (2): 385-389.
- ROTHERAY, G.E; E.G. HANCOCK & M.A. MARCOS-GARCÍA. 2007. Neotropical *Copestylum* (Diptera, Syrphidae) breeding in bromeliads (Bromeliaceae) including 22 new species. **Zoological Journal of the Linnean Society** 150: 267-317.
- SADEGHI, H. & F. GILBERT. 2000. Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. **Journal of Animal Ecology** 69: 771-784.
- SALVETER, R. 1998. Habitatnutzung der Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) in einer stark gegliederten Agrarlandschaft. **Bulletin de la Société Entomologique Suisse** 71: 49-71.
- SANCHIS, J. M. 2005. **Diversidad biológica de los sírfidos (Diptera: Syrphidae) asociada a la actividad humana en áreas protegidas de la provincia de Alicante**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Unidad de Zoología del Departamento de Ciencias Ambientales Y Recursos Naturales, Universidad de Alicante.
- SCOTLAND, R.; C. HUGHES; D. BAILEY & A. WORTLEY. 2003. The *Big Machine* and the much-maligned taxonomist. **Systematics and Biodiversity** 1 (2): 139-143.
- SOMMAGGIO, D. 1999. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators?. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 74: 343-356.

- SOUZA-SILVA, M.; J.C.R. FONTENELLE & R.P.MARTINS. 2001. Seasonal abundance and species composition of flower-visiting flies. **Neotropical Entomology** **30** (3): 351-359.
- STRAUBE, F.C. 2004. Listas faunísticas: matéria-prima em extinção. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Zoologia** **26** (78): 5-7.
- TAI, K. & T. ITINO. 2000. Seasonal pattern of flower utilization in hoverflies (Diptera: Syrphidae) in Kagawa Prefecture, Japan. **Kagawa Daigaku Nogakubu Gakujutsu Hokoku** **52** (3): 71-77.
- TAKEDA, I.J.M. & P.V. FARAGO. 2001. **Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha**: guia de campo. vol. I. Curitiba, Serzgraf, 419p.
- THOMPSON, F.C. 1981. The flower flies of the West Indies (Diptera: Syrphidae). **Memoirs of The Entomological Society of Washington** **9**: 1-200.
- THOMPSON, F.C. 1999. A key to the genera of the flower flies (Diptera: Syrphidae) of the Neotropical Region including descriptions of new genera and species and a glossary of taxonomic terms. **Contributions on Entomology, International** **3** (3): 321-378.
- TOWNES, H. 1972. A light-weight Malaise trap. **Entomological News** **83** (9): 239-247.
- VALENTIN, J.L. 2000. **Ecologia numérica**: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro, Interciência, 117p.
- VELOSO, H.P. & L. GÓES-FILHO. 1982. Fitogeografia Brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico Projeto RADAM-BRASIL**. Salvador: Série Vegetação. 85p.
- VOCKEROTH, J.R. & F.C. THOMPSON. 1987. Syrphidae, p. 713-743. *In*: J.F. MCALPINE; B.V. PETERSON; G.E. SHEWELL; H.J. TESKEY; J.R. VOCKEROTH & D.M. WOOD (Eds.). **Manual of Nearctic Diptera**. vol. 2. Ottawa, Agriculture Canada, Research Branch, Monograph 28, 1332p.
- VOCKEROTH, J.R. 1969. A revision of the genera of the Syrphini (Diptera: Syrphidae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada** **62**: 1-176.

- WILLISTON, S.W. 1888. Diptera Brasiliana, ab H.H. Smith collecta. Part I, Stratiomyidae, Syrphidae. **Transactions of the American Entomological Society** **15**: 243-292.
- WILSON, E.O. 2000. A Global Biodiversity Map. **Science** **289** (5488): 2279.
- WOLDA, H. & R.W. FLOWERS. 1985. Seasonality and Diversity of Mayfly Adults (Ephemeroptera) in a “Nonseasonal” Tropical Environment. **Biotropica** **17** (4): 330-335.
- WOLDA, H. 1978. Seasonal Fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal of Animal Ecology** **47**: 369-381.
- WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: why?. **Annual Review of Ecology and Systematics** **19**: 1-18.
- WOODCOCK, B.A.; A.D. WATT & S.R. LEATHER. 2003. Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. **Agriculture, Ecosystems and Environment** **95**: 443-452.
- YAMAMOTO, A.F. 1984. **Fauna urbana e rural de Ichneumonidae (Hymenoptera) região de Curitiba, Paraná**. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade Federal do Paraná, 116p.