UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Ciclo de vida, produtividade secundária, distribuição, alimentação e crescimento de
Massartella brieri (Lestage) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) em riachos do Parque
Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Gabriel de Paula Paciencia

Dissertação apresentada à Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
da USP, como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em Ciências,
Área: Entomologia

RIBEIRÃO PRETO -SP

2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Ciclo de vida, produtividade secundária, distribuição, alimentação e crescimento de *Massartella brieri* (Lestage) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Gabriel de Paula Paciencia

Orientador: Dr. Pitágoras da Conceição Bispo

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Entomologia

RIBEIRÃO PRETO -SP

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Paciencia, Gabriel de Paula

Ciclo de vida, produtividade secundária, alimentação, distribuição e crescimento de *Massartella brieri* (Lestage) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. Ribeirão Preto, 2008.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, Área de concentração: Entomologia.

Orientador: Bispo, Pitágoras da Conceição

1. Ambientes lóticos. 2. Biomassa. 3. Insetos aquáticos. 4. Morfometria. 5. Recrutamento.

Dedico à conclusão dessa dissertação aos meus pais que depositaram em mim uma confiança ímpar, pois por possuírem enorme sabedoria de vida, me propiciaram suporte para continuar nos estudos até hoje. Também quero dedicar a minha irmã (Manu) pelo apoio nas horas difíceis e ao meu avô Levindo (in memoriam) pelas sábias palavras ditas durante nossas conversas.

Agradecimentos

Ao professor Pitágoras da Conceição Bispo pela orientação, confiança, infinita dedicação e apoio intelectual concedido durante todo o tempo de execução do meu projeto de Mestrado. Um homem que admiro tanto profissionalmente como pessoalmente por tudo o que fez por mim e também pelo que já o vi fazer.

Ao Dr. Carlos Alberto Garófalo que gentilmente nos deu a oportunidade de fazer a prova no PPG Entomologia da FFCLRP-USP.

Ao CNPq pela bolsa concedida durante a execução do projeto de Mestrado que propiciou o meu suporte financeiro e a possibilidade de dedicação exclusiva a pesquisa. A FAPESP pelo apoio financeiro relacionado ao projeto “Ecologia e taxonomia de insetos aquáticos de riachos” processo (04/09711-8) que foi de fundamental importância para a execução das atividades do projeto de Mestrado.

Ao Dr. Elidiomar Ribeiro Da-Silva que gentilmente confirmou que as ninfas do presente estudos pertenciam à espécie *Massartella brieri*.

A secretária do PPG em Entomologia da FFCLRP-USP, Renata Andrade Cavallari, pela enorme eficiência nos trâmites burocráticos e também por sempre se mostrar disposta a solucionar as minhas dúvidas burocráticas.

As minhas tias Anésia Paciencia Marconni e Alvina Miranda Paciencia (Dinda) que gentilmente abriram as portas de sua casa em Ribeirão Preto e me hospedaram com um conforto inigualável durante todas as disciplinas do Mestrado.

Aos pesquisadores do MZUSP (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo), Dra. Érika Hingst-Zaher e Guilherme Rodrigues Garcia (Pato) pelos ensinamentos sobre técnicas de morfometria geométrica durante meu estágio no museu e especialmente ao Fábio Machado, o qual teve uma contribuição enorme para a execução de uma parte da dissertação através dos ensinamentos das técnicas morfométricas, respondendo a vários e-mails com dúvidas e principalmente por sua vinda ao laboratório onde as pesquisas foram realizadas.

A minha tia Carmen (Maria do Carmo de Paula Privato) que durante o meu estágio no MZUSP acolheu-me confortavelmente em sua casa e ao primo Marcos Rogério Berto que todos os dias cedo gentilmente me dava carona até o MZUSP.

A Dra. Marlene Sofia Arcifa que propiciou o uso de uma balança de precisão em seu laboratório e a pós-graduanda Márcia Regina Spies que me auxiliou na utilização da balança. A Dra. Elenice Mouro Varanda por possibilitar o uso em seu laboratório de estufas e dessecadores.

Aos pós-graduandos Rodolfo Mariano Lopes da Silva e a Ana Emilia Siegloch pela ajuda com as técnicas em montagem de lâminas e quantificação do conteúdo estomacal. Aos pós-graduandos e amigos Rafael G. Emed (Said) e Cleto Kaveski Peres (Gaúcho) e ao Dr. Ciro C. Z. Branco pela ajuda com a identificação das algas. A Dra. Rosana Marta Kolb pela ajuda com as técnicas de coloração para a identificação de alguns itens do conteúdo estomacal.

Aos pós-graduandos Luiz Carlos Pinho e Charles Morphy D. Santos (meu conterrâneo) pela orientação sobre o conteúdo das provas de seleção anteriores do PPG em Entomologia-USP e ao pós-graduando Lucas Silveira Lecci pela ajuda nos meus primeiros dias em Ribeirão Preto.

As pessoas que sempre lutaram e torceram por essa conquista em minha vida. Em especial aos amigos de Orlândia Aluísio (Bolota), Fábio Mishima, Ângela Okano (Angelita), Ana Paula Okano (Filinha) e Thiago B. Mastracouzo (Florindo abelha), aos amigos de Assis, que são muitos, mas aqui citarei apenas alguns, Carlos Eduardo Grilli Barbosa (Carlinhos), Ana Paula, João Antônio Ferreira (Jony), Fernando Gonçalves de Moraes (Cherry), Flaidez Rafael de Lima Ferreira, Flaick Rodrigo de Lima Ferreira, Rafael Zanatto (Sem teto), Laercio Conde Junior, Edinei Roberto Teixeira (Dinei), entre tantos outros. Aos amigos de graduação em especial a Juliana Ranzani de Luca (Conxita Leon – Coxinha), Fernando Luis Beletati (Beira-Mar), Lucas Campana (Prego-mor) e Maria Izabel Barbosa de Medeiros (Bel), pois mesmo estando longe sei que sempre torceram e torcem pelo meu sucesso. Aos familiares de modo geral e a Carol (minha namorada) que há vários meses vem me escutando e dando apoio nos momentos difíceis, além de sempre torcer por meu sucesso de uma maneira ímpar.

A todos os companheiros do LABIA (Laboratório de Biologia Aquática) da Unesp-Assis, por que sempre procuraram ajudar, além da torcida pelo sucesso e conclusão dessa dissertação. Ao técnico de laboratório da Unesp – Assis, Gilberto Milani (Giba), que sempre me auxiliou no uso de equipamentos laboratoriais.

A todos que torceram, contribuíram e lutaram para a conclusão da minha dissertação de Mestrado, o meu muito obrigado!

Índice

Resumo.....	1
Abstract.....	2
Capítulo 1: Introdução Geral.....	3
Ephemeroptera.....	3
Alimentação.....	4
Distribuição e habitats	4
Biomassa e morfometria.....	6
<i>Massartella</i>	7
Motivações e objetivos.....	7
Referências Bibliográficas.....	9
Capítulo 2: Manuscrito.....	16
Abstract.....	17
Resumo.....	18
Introdução.....	19
Materiais e Métodos.....	20
Área de Estudo.....	20
Coletas.....	21
Estimativas de biomassa, ciclo de vida e produtividade secundária.....	21
Alimentação.....	22
Crescimento.....	22
Resultados.....	24
Relação tamanho x peso seco.....	24
Ciclo de vida, biomassa e produtividade secundária	24
Alimentação, distribuição espacial e temporal.....	25
Crescimento.....	26
Discussão.....	29
Ciclo de vida e produtividade secundária.....	29
Alimentação, distribuição espacial e temporal.....	31
Crescimento.....	32

Referências Bibliográficas.....	35
Tabelas.....	43
Figuras.....	45

Resumo

A presente dissertação de Mestrado é apresentada em dois capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma visão geral sobre Ephemeroptera, seus habitats e sobre os temas discutidos na dissertação. O segundo capítulo apresenta os resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto de Mestrado e estão dispostos na forma de artigo. O presente trabalho teve como objetivo geral estudar o ciclo de vida, a produtividade secundária, a distribuição, a alimentação e o crescimento de *Massartella brieri* em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. O material analisado foi coletado em seis pontos de coleta, um no córrego Roda d'Água, um no córrego Mirante, um no córrego Bocaina, dois no córrego Água Comprida e um no córrego Lajeado. Em todos os pontos, substrato rochoso foi coletado com um amostrador de Surber com 0,250 mm de malha, em cada amostragem foram feitas 10 subamostras aleatórias perfazendo o total de 1m². No Córrego Bocaina, folhiço em corredeira e em remanso também foram amostrados com rede D (10 pacotes de folhiço com 0,01 m² cada). As coletas foram feitas entre Setembro/1999 e Setembro/2001. A análise dos histogramas referentes ao número de indivíduos em diferentes classes de tamanho foi inconclusiva quanto ao voltinismo da espécie estudada. A produtividade secundária anual de *Massartella brieri* foi 4802,79 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 120 dias, 3842,24 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 150 dias e 3201,86 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 180 dias. Os resultados indicam que *M. brieri* ocorreu preferencialmente em locais com menor velocidade de água associados com acúmulo de folhiço. Não houve uma relação linear negativa entre a vazão, a precipitação (mês anterior) e a densidade de *M. brieri* no córrego Mirante. No entanto, foi possível observar que meses com maior vazão ou precipitação (mês anterior) nunca apresentaram altas densidades. Na maior parte dos meses, os períodos com baixas densidades também foram os que apresentaram menor biomassa, exceto para os meses de Março a Maio de 2000 (meses que ocorreram indivíduos de maior porte). Durante o crescimento a maior parte das estruturas da cabeça tiveram alometria negativa, enquanto que as do abdômen e a maior parte das do tórax tiveram alometria positiva. A mudança de forma da maxila (Deformação Relativa I) teve uma leve relação significativa com o crescimento de *M. brieri*.

Abstract

The present Master dissertation is presented in two chapters. The first chapter presents a general view on Ephemeroptera, its habitats and on the topics argued in the dissertation. The second chapter presents the results obtained during the development of the Master research (manuscript format). The present work had as general aim to study the life cycle, secondary production, distribution, feeding habits and growth of *Massartella brienii* from streams of the Parque Estadual Intervales, State of São Paulo. The analyzed material was collected in six collection stations, one in Roda d'Água stream, one in Mirante stream, one in Bocaina stream, two in Água Comprida stream and one in Lajeado stream. In all stations, rocky substratum was collected with Surber sampler with 0,250 mm of mesh, in each sampling 10 sampling units were taken randomly, totalling 1m². In the Bocaina stream, litter in riffles and in pools were also sampled with D net (10 litter patches with 0,01 m² each). The collections were carried out between September/1999 and September/2001. The analysis of size frequency histograms representing the number of individuals in different classes of size was inconclusive in relation to voltinism of the studied species. The annual secondary production of *Massartella brienii* was 4802,79 mg.m⁻²yr⁻¹ for a CPI of 120 days, 3842,24 mg.m⁻²yr⁻¹ for a CPI of 150 days and 3201,86 mg.m⁻²yr⁻¹ for a CPI of 180 days. The results indicate that *M. brienii* occurred preferentially in sites with lesser water speed and with litter accumulations. There was not a negative linear relation between the discharge and the precipitation (previous month) with density of *M. brienii* in Mirante stream. However, it was possible to observe that months with higher discharge or precipitation (previous month) did not present high densities. For the most part of the months, the periods with low densities had lesser biomass, except for the months from March to May of 2000 (months in which individuals of larger size occurred). During the growth, the most of the structures of the head had negative allometry, whereas of the abdomen and most measurements of the thorax had positive allometry. The change of shape of the maxillae (Relative Warps I) had a slight significant relationship with the growth of *M. brienii*.

Introdução

Ephemeroptera

Os insetos pertencentes à ordem Ephemeroptera recebem esse nome devido à vida efêmera dos adultos, pois dificilmente vivem mais que um dia (Roldán-Pérez, 1998; Bispo & Crisci- Bispo, 2006). É uma ordem pequena, composta de 4000 espécies e 300 gêneros (Domínguez *et al.* 2001). Segundo Salles *et al.* (2004), foram registrados no Brasil até o presente momento, 10 famílias, 63 gêneros e 166 espécies, das quais Baetidae e Leptophlebiidae compreendem mais que 50% dos registros. Os efemerópteros pertencem a infraclasse Paleoptera, pois possuem uma articulação alar primitiva que lhes impossibilitam dobrar a asa sobre o abdômen quando em repouso (Ferreira, 1990). Dessa forma, fazem parte de um dos grupos mais antigos entre os insetos alados. As ninfas são aquáticas e passam por diversas mudas antes de atingir o estágio adulto. Existe uma tendência de grande mortalidade entre as mudas, dessa forma, a redução do número de ínstaes pode ser uma adaptação (Edmunds & Waltz, 1996). Os adultos apresentam dois estágios alados, o subimago (subadulto) e imago (adulto). Essa característica é exclusiva dessa ordem.

Os efemerópteros são usados como indicadores biológicos de qualidade ambiental, pois são altamente sensíveis às alterações ambientais (Domínguez *et al.* 1994). Essa sensibilidade pode variar significativamente entre espécies pertencentes à mesma família (Benketov, 2004).

Nos últimos anos no Brasil, houve um crescimento no número de trabalhos sobre taxonomia, biologia e ecologia de macroinvertebrados aquáticos. Estes trabalhos têm fornecido importantes informações sobre a distribuição e ecologia de Ephemeroptera (Oliveira *et al.* 1997; Bispo & Oliveira, 1998; Galdean *et al.* 2000, 2001; Melo & Froehlich 2001; Buss *et al.* 2002; Roque *et al.* 2003). Especificamente sobre Ephemeroptera podemos citar Francischetti *et al.* (2001, 2004), Melo *et al.* (2004), Goulart & Callisto (2005a, 2005b), Takebe (2005) e Siegloch (2006). Considerando a biologia de espécies individuais de Ephemeroptera, a maior parte dos trabalhos é referente a ambientes lênticos ou lóticos de altas ordens (Melo *et al.* 1993, 2002; Da-Silva, 1997; Leal & Esteves, 2000). Como exemplos de trabalhos referentes a espécies de riachos (ambientes lóticos de baixas e médias ordens), podemos citar Ferreira & Froehlich (1992) e Nolte *et al.* (1996, 1997).

Alimentação

A classificação de invertebrados aquáticos em grupos funcionais de alimentação proporciona um conveniente meio de descrever a capacidade morfo-comportamental desses organismos em consumir os diferentes recursos alimentares disponíveis (Cummins & Klung, 1979). A maior parte dos insetos aquáticos pertence a espécies que se alimentam de detritos orgânicos (Hynes, 1970). Neste sentido, o tamanho das partículas de material orgânico exerce importante influência no hábito alimentar e são classificadas de acordo com o diâmetro em: partículas de matéria orgânica grossa de diâmetro superior a 1mm; partículas de matéria orgânica fina com diâmetro entre 1mm a 50 μ m; partículas de matéria orgânica ultrafina com diâmetro entre 50 a 0,5 μ m e partículas dissolvidas na água com diâmetro menor que 0,5 μ m (Cummins & Merritt, 1996). Em estudos de ecologia de riachos a compreensão das relações alimentares entre macroinvertebrados bentônicos tem sido crucial na conceitualização da dinâmica de comunidades e predição de relações ecológicas (Vannote *et al.* 1980). Cummins (1973, 1974) conclui que a morfologia das peças bucais é um bom reflexo do mecanismo de alimentação. Segundo Arens (1989), a morfologia das peças bucais de insetos permite apenas alguns arranjos comportamentais para obter as fontes específicas de alimentação.

Segundo Brittain (1982), a maioria das ninfas de Ephemeroptera é coletora (filtradoras ou catadoras) e raspadora, já os predadores e fragmentadores são pouco comuns. *Massartella* é um exemplo de efemeróptero raspador, sendo que as ninfas mais jovens podem ser também filtradoras (Polegatto & Froehlich, 2003). Segundo, Baptista *et al.* (2006), *Massartella brieri* seria melhor enquadrada na categoria de escovador. Silva (2005), em estudo na Estação Ecológica de Boracéia, verificou que *M. brieri* quando coletada em pedras teve como material mais abundante no conteúdo estomacal partículas minerais, já as ninfas coletadas em acúmulos de folhas, tanto em remanso quanto em corredeira, apresentaram partículas de vegetais superiores como material mais abundante.

Distribuição e habitats

A escolha do habitat por invertebrados bentônicos depende da sua interação com fatores abióticos e bióticos. A heterogeneidade ambiental é influenciada pelas características químicas da água, substrato, profundidade e velocidade da água, estes podem ser considerados os principais fatores abióticos determinante da estrutura das comunidades de macroinvertebrados (Beisel *et al.* 1998; Baptista *et al.*, 2001; Bispo *et al.*, 2006; Crisci-Bispo *et al.*, 2007). A distribuição e abundância de Ephemeroptera são

influenciadas também pelas limitações zoogeográficas, temperatura, qualidade da água e alimento (Brittain, 1982). Boyero & Bailey (2001) afirmam que a velocidade da correnteza está fortemente relacionada com a distribuição dos organismos aquáticos. Downes *et al.* (2000) mostram que a textura do substrato tem um importante papel na regulação da riqueza do riacho. Hildrew & Giller (1992) apontam a velocidade da água como principal fator que gera heterogeneidade física em riachos, neste sentido pode existir uma forte diferença entre a comunidade de macroinvertebrados em mesohabitats de corredeiras e remanso do mesmo riacho (Fenoglio *et al.* 2004, Hose *et al.* 2005, Crisci-Bispo *et al.* 2007). Segundo Pardo & Amirtage (1997), mesohabitat pode ser representado por múltiplos mosaicos de habitats, os quais são fisicamente similares entre si, mas distintos de outros mesohabitats. Dudgeon (1996), nos seus estudos em riachos de florestas tropicais de Hong Kong, demonstrou que as características do sedimento exercem uma predominante influência na distribuição de efemerópteros da família Heptageniidae (exceto *Electrogena* sp).

O número de táxons parece ser maior quanto maior a heterogeneidade em termos de tipos de substrato, pois um ambiente heterogêneo proporciona um maior número de nichos (Beisel *et al.* 2000). Segundo Vinson & Hawkins (1998), a heterogeneidade ambiental é o mais importante fator que influencia a diversidade e riqueza de macroinvertebrados em riachos. Riachos de montanha constituem um mosaico de habitats com diferentes características ambientais o que propicia uma grande heterogeneidade em cada trecho, isso é crucial para a diversidade e padrão de distribuição dos organismos aquáticos (Francischetti *et al.* 2004; Crisci-Bispo *et al.*, 2007).

Segundo Andrade *et al.* (2003) em trabalhos realizados no Rio Paquequer, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ, *Massartella brieni* mostrou-se uma espécie predominante no folhicho de fundo. Esse fato corrobora os trabalhos de Baptista *et al.* (1998) e Bispo *et al.* (2006), nos quais *Massartella* sp. ocorreu preferencialmente em riachos e mesohabitats onde acúmulos de folhas são frequentes. Silva (2005) em estudo sobre a fauna de Ephemeroptera na Estação Biológica de Boracéia, coletou *M. brieni* em vários mesohabitats, contudo, a maior parte dos indivíduos foram coletados em remanso. Já Da-Silva (2002) aponta *Massartella* como sendo um dos poucos Leptophlebiidae em que generalizações sobre locais de ocupação dos gêneros podem ser enganosas, pois foi observado que uma espécie não descrita de *Massartella* teve preferência pelas regiões de corredeiras em um riacho do Rio de Janeiro. Portanto, espécies distintas do gênero podem apresentar preferências por diferentes mesohabitats.

Biomassa e morfometria

A biomassa de macroinvertebrados bentônicos pode ser usada em estudos sobre a taxa de colonização, a quantificação do papel dos macroinvertebrados na decomposição do folhiço (Cressa, 1999a), a taxa de crescimento e/ou produção, o ciclo de vida e as relações tróficas entre os grupos funcionais de alimentação (Benke, 1996). Segundo Burhen & Meyer (1997), a biomassa pode ser determinada de três formas: pela pesagem dos animais frescos, congelados ou preservados; determinação do biovolume e conversão comprimento-peso seco.

O peso líquido de espécies frescas possui diferentes quantidades de água retida (Cressa, 1999a), dessa forma, as estimativas devem se concentrar no peso seco. Alguns inconvenientes, como o grande tempo consumido na pesagem, podem surgir quando se calcula biomassa pesando todos os organismos (Cressa, 1999a). Dessa forma, a utilização de regressões entre medidas corpóreas e o peso seco para estimar biomassa de invertebrados bênticos pode ser um método conveniente, pois é rápido e bastante preciso (Benke *et al.* 1999). A relação entre medidas lineares do corpo (comprimento do corpo e largura da cabeça) e a biomassa para diferentes grupos de macroinvertebrados aquáticos tem sido documentadas em diversos trabalhos como os de Smock (1980), Meyer (1989), Benke (*et al.* 1999) e Cressa (1999a).

Análises de regressão indicam que a relação entre peso seco e medidas corpóreas tem sido melhor descrita pela equação potencial $Y=aX^b$, do que pelas equações exponencial ou linear (Smock, 1980). Um cuidado especial ao relacionar o tamanho com o peso seco é o método de fixação dos indivíduos analisados, já que a preservação química leva a perda de biomassa. Neste sentido, Cressa (1999b) recomenda a pesagem de indivíduos recém coletadas e Smock (1980) sugere a utilização de amostras congeladas.

A maior parte dos organismos não possui crescimento isométrico, em geral diferentes partes do corpo possuem taxas diferentes de crescimento. Esse crescimento diferencial das diferentes partes do corpo, alometria, leva às mudanças das proporções corpóreas durante o crescimento. Diferentes abordagens morfométricas têm sido utilizadas para avaliar o crescimento em animais, entre os quais a utilização de métodos multivariados (Diniz *et al.* 1994; Monteiro & Reis, 1999). As informações sobre as taxas de crescimento relativo às diferentes partes corpóreas podem dar subsídios para entender aspectos biológicos e funcionais dos diferentes grupos.

Massartella

O gênero *Massartella* está distribuído no sudeste do Brasil, nordeste da Argentina e na tríplice fronteira Brasil, Guiana, Venezuela (Pescador & Peters, 1990). O gênero pertence à família Leptophlebiidae, a qual apresenta ampla distribuição geográfica, atingindo sua máxima diversidade no hemisfério Sul (Da-Silva *et al.* 2002).

Em 1930 após estudos baseados na veia cubital da asa anterior, Lestage estabeleceu *Massartella* para encaixar *Atalophlebia brieni* descrita em 1924 por ele mesmo. Ulmer descreveu em 1943 as espécies *Massartella alegrettae* e *Massartella fruhstorfferi* e em 1982 Hubbard sinonimizou *M. fruhstorfferi* como *M. brieni* (Pescador & Peters, 1990). Mais recentemente, foram descritas *Massartella venezuelensis* Pescador & Peters 1990 e *Massartella devani* Derka 2002 para o Noroeste da América do Sul (Pescador & Peters, 1990 e Derka, 2002). Considerando as espécies brasileiras, *Massartella alegrettae* Ulmer, 1943 ocorre nos estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul; *Massartella brieni* Lestage, 1924 ocorre nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (Salles *et al.* 2004). Da-Silva (2002) aponta a ocorrência de morfoespécies não descritas de *Massartella* no estado do Rio de Janeiro. No Parque Estadual Intervales ocorre *M. brieni*, as ninfas dessa espécie possuem uma estreita linha longitudinal mediana amarelo-palha no tergo abdominal, e sua distribuição altitudinal varia de 800 a 1600 m (Pescador & Peters, 1990).

Motivações e objetivos

A Mata Atlântica pode ser vista como um mosaico diversificado de ecossistemas. Atualmente restam aproximadamente 7% de sua cobertura florestal original, tendo sido identificada como a quinta área mais ameaçada e rica em espécies endêmicas do mundo. Sua exploração vem ocorrendo desde a chegada dos portugueses no Brasil. Dessa forma, a conservação da Mata Atlântica tem sido buscada por setores do governo, da sociedade civil organizada, instituições acadêmicas e setor privado, pois nela estão uma rica biota e os mananciais hídricos essenciais para abastecimento de cerca de 70% da população brasileira (IBAMA, 2006). O Parque Estadual Intervales representa uma área com Mata Atlântica bem conservada, o que justifica trabalhos sobre a biota na região, os quais podem fornecer subsídios para uma melhor conservação. Aliado a isso, poucos trabalhos sobre a biologia de espécies de Ephemeroptera foram feitos para riachos, portanto, o presente trabalho contribuirá para o preenchimento dessa lacuna.

O presente trabalho tem como objetivos estabelecer equações entre medidas corpóreas e o peso seco de *M brieni*; estudar o ciclo de vida; calcular a produtividade secundária da espécie; investigar a variação espacial e temporal da densidade e da biomassa; caracterizar o conteúdo estomacal visando estabelecer o comportamento e a plasticidade alimentar, e investigar o crescimento das ninfas através de técnicas morfométricas.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, M. B.; SICILIANO, A. T.; DA-SILVA, E. R. & SALLES, F. F. 2003. A efemeropterafauna do Rio Paquequer, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ: composição preliminar e mesodistribuição (Insecta: Ephemeroptera). *In*. Cravalho, A. M. B. & Silva-Matos, D. M. (orgs.), **Publicações científicas da UNIRIO (Anais da I Jornada de Iniciação Científica da UNIRIO)**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (em CD-Rom), 6pp.
- ARENS, W. 1989. Comparative functional morphology of the mouthparts of stream animals feeding on epilithic algae. **Arch. Hydrobiol.** **83**: 253-354.
- BAPTISTA, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & SOARES, L. H. J. 1998. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. *In*: Nessimian J.L. & Carvalho A.L. (Ed.) **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro: PPGEUFRJ, v.5 pp.191-207.
- BAPTISTA, D. F., BUSS, D. F., DORVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J.L. 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** **61** (2): 249-258.
- BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; DIAS, L.G; NESSIMIAN, J.L.; DA SILVA, E.R.; DE MORAES, A.H.A.; NETO, DE CARVALHO, S.N.; DE OLIVEIRA, M.A.; ANDRADE, L.R. 2006. Functional feeding groups of Brazilian Ephemeroptera nymphs: ultrastructure of mouthparts **Ann. Limnol. - Int. J. Lim.**, **42** (2): 87-96.
- BEISEL, J. -N.; USSEGLIO-POLATERA, P.; THOMAS, S. & MORETEAU, J. C. 1998. Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. **Hydrobiologia** **389**: 73-88.
- BEISEL, J. -N.; USSEGLIO-POLATERA, P. & MORETEAU, J. C. 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. **Hydrobiologia** **422/423**: 163-171.
- BEKETOV, M. A. 2004. Different sensitivity of mayflies (Insecta, Ephemeroptera) to ammonia, nitrite and nitrate: linkage between experimental and observational data. **Hydrobiologia** **528**: 209-216.
- BENKE, A. C. 1979. A modification of the Hynes method for estimating secondary production with particular significance for multivoltine populations. **Limnol. Oceanogr.** **24**: 168-171.

- BENKE, A. 1996. Secondary production of macroinvertebrates. *In*: Hauer, F.R. & Lamberti, G.A. (eds). **Methods in stream ecology**: Academic, New York. p 557-578
- BENKE, A. C.; HURYN, A. D.; SMOCK, L. A. & WALLACE, J. B. 1999. Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. **J. N. Am. Benthol. Soc.** **18** (3): 308-343.
- BISPO, P. C. & OLIVEIRA, L. G. 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. *In*: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (eds.) Ecologia de insetos aquáticos. **Oecologia Brasiliensis vol. V**. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, p. 175 – 189.
- BISPO, P. C. & CRISCI- BISPO, V. L. 2006. Ephemeroptera *in* COSTA, C.; IDE, S. & SIMONKA, C. E. **Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação**. Holos, Editora. P. 55-59.
- BISPO, P.C.; L.G. OLIVEIRA; L.M. BINI & K.G. SOUSA. 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera form riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal of Biology** **66** (2B): 611-622.
- BOOKSTEIN, F. L. 1991. **Morphometric tools for landmark data: geometry and biology**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- BOYERO, L. & BAILEY, R. C. 2001. Organization of macroinvertebrate communities at a hierarchy of spatial scales in a tropical stream. **Hydrobiologia** **464**: 219-225.
- BRITTAIN, J. E. 1982. Biology of mayflies. **Annual Review of Entomology** **27**: 119-147.
- BURGHERR, P & MEYER, E. 1997. Regression analysis of linear body dimensions vs. dry mass in stream macroinvertebrates. **Arch. Hydrobiol.** **139**: 101-102.
- BUSS, D. F.; BATISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L. & DORVILLÉ, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin south-east Brazil. **Hydrobiologia** **481**: 125-136.
- CRESSA, C. 1999a. Dry mass estimates of some tropical aquatic insects. **Rev. Biol. Trop.**, **47** (1-2): 133-141.
- CRESSA, C. 1999b. Dry mass estimation of tropical aquatic insects using different short-term preservation methods. **Rev. Biol. Trop.**, **47** (1-2): 143-149.

- CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C. & FROEHLICH, C. G. 2007. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in litter in a mountain stream of the Atlântica rainforest from southeastern Brazil. *Rev. Bras. Zoo.* **24** (3): 545-551.
- CUMMINS, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annu. Rev. Entomol.* **1**: 183-206.
- CUMMINS, K.W. 1974. Stucture and function of stream ecosystem. *Bioscience.* **2**: 631-641.
- CUMMINS, K. W. & KLUNG, M. J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics* **10**: 147-172.
- CUMMINS, K. W. & MERRITT, R. W. 1996. Chapter 6. Ecology and distribution of aquatic insects. Pages 74-86 *In* R.W. Merritt and K.W. Cumins, editors. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Third Edition. Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.
- DA-SILVA, E. R. 1997. A alimentação de ninfas de *Callibaetis guttatus* Navás, 1915 (Ephemeroptera, Baetidae) em um brejo temporário do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia* **41**(1): 53-55.
- DA-SILVA, E. R. 2002. Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) Ocorrentes No Estado do Rio de Janeiro: Taxonomia e Caracterização Biológica Das Ninfas. **Tese de doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 134.
- DA-SILVA, E. R.; SALLES, F. F. & BAPTISTA, M. S. 2002. As brânquias do gênero de Leptophlebiidae (Insecta, Ephemeroptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro. *Biota Neotropica* **2**(2): 1-4.
- DERKA T. 2002. *Massartella devani*, a new mayfly species from Venezuela's Highlands (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Aquatic Insects* **24**: 309-316.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; Von ZUBEM, C. J; FOWLER, H. G.; SCHLINDWEIN, M. N & BUENO, O. C. 1994. Multivariate morphometrics and allometry in polymorphic ant. *Ins. Soc.* **41**: 153-163.
- DOMÍNGUEZ, E.; HUBBARD, M. D. & PESCADOR, M. L. 1994. Los Ephemeroptera em Argentina. *In*: Castellanos, Z. A.; Coscarón, S. & Miguel, S. (eds.) **Fauna de agua dulce de la República Argentina**. Profadu 33(1): 1-142.
- DOMÍNGUEZ, E.; HUBBARD, M. D.; PESCADOR, M. L. & MOLINERI, C. 2001. Ephemeroptera. *In*: Fernandez, H. R & Domínguez, E (eds.). **Guia para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos**. Editorial Universitaria de Tucumán, p. 17-53.

- DOWNES, B. J.; JEREMY S. HINDELL, J. S. & BOND, N. R. 2000. What's in a site? Variation in lotic macroinvertebrate density and diversity in a spatially replicated experiment **Austral Ecology**, **25**: 128–139.
- DUDGEON, D. 1996. Life histories, secondary production, and microdistribution of heptageniid mayflies (Ephemeroptera) in a tropical forest stream. **J. Zool. Lond.** **240**: 341-361.
- EDMUNDS, G. F., JR. & R. D. WALTZ. 1996. Chapter 11. Ephemeroptera. Pages 126-163 *In* R.W. Merritt and K.W. Cumins, editors. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Third Edition. Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.
- FENOGLIO, S.; BO; T. & CUCCO, M. 2004. Small-scale macroinvertebrate distribution in a riffle of a Neotropical rainforest stream (rio bartola, nicarágua). *Caribbean Journal of science*. **40 (2)**: 253-257.
- FERREIRA, M. J. N. 1990. Estudo da fauna de Ephemeroptera do Córrego do Pedregulho – Pedregulho, SP. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.
- FERREIRA, M. J. N. & FROEHLICH, C. G. 1992. Estudo da Entomofauna de Ephemeroptera (Insecta) do Córrego do Pedregulho (Pedregulho, SP - Brasil) com aspectos da biologia de *Thraulodes schlingeri* Traver e Edmunds 1967. **Revista Brasileira de Entomologia** **36 (3)**: 541-548.
- FONSECA, J. J. L.; ESTEVES, F. de A. 1999. Influence of bauxite tailings on the structure of the benthic macroinvertebrate community in an Amazonian lake (Lago Batata, Pará - Brazil). **Rev. Brasil. Biol.** **59**: 397-405.
- FRANCISCETTI, C. N.; DA-SILVA, E. R & SALLES, F. F. 2001. A alimentação de ninfas de *Caenis cuniana* Froelich, 1969 (Ephemeroptera, Caenidae) em um brejo temporário da Restinga de Maricá, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Museu Nacional, Rio de Janeiro, Zoologia** **(446)**:1-6.
- FRANCISCETTI, C. N.; DA-SILVA, E. R.; SALLES, F. F. & NESSIMIAN, J. L. 2004. A efemeropterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição. **Lundiana** **5 (1)**: 33-39.
- GALDEAN, N.; CALLISTO, M. & BARBOSA, F. A. R. 2000. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management** **3(4)**: 545-552.

- GALDEAN, N.; CALLISTO, M. & BARBOSA, F. A. R. 2001 Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia** **61(2)**: 239-248.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005a. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **48**: 983-996.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005b. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **48 (6)**: 983-996.
- HILDREW, A. G. & GILLER, P. S. 1992. Chapter 2. Patchiness, species interactions and disturbance in the stream benthos. Pages 21-62 *In*: Giller, P. S; Hildrew, A.G. and Raffaelli, D.G. **Aquatic Ecology: scale, pattern and process**. Oxford. Blackwell Scientific Publications, 649p.
- HOSE, G. C.; JONES, P. & LIM, R. P. 2005. Hyporheic macroinvertebrates in riffle and pool áreas of streams in south eastern Australia. **Hydrobiologia** **532**: 81-90.
- HYNES, H. B. N. & COLEMAN, M. J. 1968 A simple method of assessing the annual production of stream benthos. **Limnology and Oceanography**. **13 (4)**: 569-573
- HYNES, H. B. N. 1970. **The ecology of Running Waters**. Liverpool University Press, 555p.
- IBAMA: site official. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>> Acesso em: 29 mar. 2006.
- LEAL, J. J. F. & ESTEVES, F. A. 2000. Life cycle and production of *Campsurus notatus* (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in an Amazonian lake impacted by bauxite tailings (Pará, Brazil) **Hydrobiologia** **437**: 91-99.
- LEGENDRE, P & LEGENDRE, L. 1998. **Numerical Ecology**. 2nd. Developments in Environmental Modelling, 20, Elsevier. 853p.
- LIND, O. T. 1979. **Handbook of Common Methods in Limnology**. London, Cambridge The C. V. Mosby Company. 199p.
- LUDWIG, J. A & REYNOLDS, J. F. 1988. **Statistical Ecology. A primer on methods and computing**. John Wiley & Sons, New York. XVIII+337p.
- MANLY, B. F. G. 1994. **A Primer of Multivariate Statistics**, London, Chapman & Hall. 179p.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & BUTTOW, N. C. 1993 Distribuicao temporal de *Campsurus violaceus* (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) do rio Baia (MS - Brasil). **Revista Unimar**. **15**: 95-105.

- MELO, A. S. & FROEHLICH, C. G. 2001. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. **Journal of the North American Benthological Society** **20**(1): 1-16.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & MONKOLSKI, A. 2002. Seasonal dynamics of *Callibaetis willineri* (Ephemeroptera, Baetidae) associated with *Eichhornia azurea* (Pontedericeae) in Guaraná Lake of the Upper Paraná River, Brazil. **Hydrobiologia** **470**: 57-62.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M.; GRZYBKOWSKA, M. & MONKOLSKI, A. 2004. Distribution of ephemeropteran nymphs associated with different stolon sections of *Eichhornia azurea* (Schwartz) in two floodplain lakes of the upper Paraná River (Brazil). **Polish Journal of Ecology** **52**:369-376.
- MEYER, E. 1989. The relationship between body length parameters and dry mass in running water invertebrates. **Arch. Hydrobiol.** **117** (2): 191-203.
- MONTEIRO, L. R. 1997. Allometric growth and functional integration in the skull of black caiman *Melanosuchus niger* (Crocodyla: Alligatoridae). A jackknife Approach. **Revta Bras. Biol.** **57** (1): 31-37.
- MONTEIRO, L. R. & REIS, S. F. 1999. **Princípios de Morfometria Geométrica**. Holos editora. X + 188.
- NOLTE, U.; TIETBÖHLER, S. & McCAFFERTY, W. P. 1996. A mayfly from tropical Brazil capable of tolerating short-term dehydration **J. N. Am. Benthol. Soc.** **15**: 87-94.
- NOLTE, U.; OLIVEIRA, M. J. & STURS, E. 1997. Seasonal, discharge-driven patterns of mayfly assemblages in an intermittent neotropical stream. **Freshwat. Biol.** **37**: 333-343.
- OLIVEIRA, L. G; BISPO, P. C & SÁ, N. C. 1997. Ecologia de comunidades de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia-GO, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **14**(4): 867-876.
- PARDO, I. & ARMITAGE, P. D. 1997. Species assemblages as descriptors of mesohabitats. **Hydrobiologia** **344**: 11-128.
- PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J. L. & FERNANDEZ, F. 1995. Tópicos em Tratamentos de Dados Biológicos. **Series Oecologia. Brasiliensis. Vol. II**, Rio de Janeiro. XIII + 161.
- PESCADOR, M. L. & PETERS, W. L. 1990. Biosystematics of the Genus *Massartella* Lestage (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) from South America. **Aquatic Insects** **12** (3): 145-160.

- POLEGATTO, C. M. & FROEHLICH, C. G. 2003. Feeding strategies in Atalophlebiinae (Ephemeroptera: Leptophlebiidae), with considerations on scraping and filtering. **Proceedings da X International Conference on Ephemeroptera – XIV International Symposium on Plecoptera**. Perugia, Italy.
- ROLDÁN-PÉREZ, G. 1998. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Bogotá, Universidad de Antioquia. p. 217.
- ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, G. AGOSTINHO, R. C. & FOGO, J. C. 2003. Benthic macroinvertebrate in streams of the Jaragua State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. **Journal of Insect Conservation** 7: 63-72.
- SALLES, F. F.; DA-SILVA, E. R.; SERRÃO, J. E.; HUBBARD, M. D. & FRANCISCHETTI, C. N. 2004. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. **Biota Neotropica** 4(2): 1-34.
- SIEGLOCH, A. E. 2006. Comunidades de Ninfas de Ephemeroptera Haeckel, 1896 (Insecta), do Curso Médio do Rio Jacuí e Afluentes, Rio Grande do Sul, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto. p. 76.
- SILVA, R. M. L. 2005. Estudo comparativo da distribuição de ninfas de Ephemeroptera (Insecta) em diferentes mesohabitats e análise do conteúdo estomacal em Leptophlebiidae. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.
- SMOCK, L. A. 1980. Relationships between body size and biomass of aquatic insects. **Freshwater Biology** 10: 357-385.
- TAKEBE, I. V. 2005. O efeito do mesohábitat sobre a distribuição de Ephemeroptera (Insecta) em riachos da Serra do Mar, Estado de São Paulo. **Trabalho de conclusão de curso**. UNESP, Faculdade de Ciências e Letras-Assis. p. 21
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. 1980. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 37:130-137.
- VINSON, M. R. & HAWKINS, C. P., 1998, Biodiversity of stream insects: variation at local, basin and regional scales. **Annu. Rev. Entomol.** 43: 271-93.

Ciclo de vida, produtividade secundária, distribuição, alimentação e crescimento de *Massartella brieri* (Lestage) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) em riachos de uma região de Mata Atlântica do Sudeste do Brasil.

Gabriel de Paula Paciencia¹² & Pitágoras da Conceição Bispo¹

1. Laboratório de Biologia Aquática, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista. Av. Dom Antônio, 2100, Parque Universitário, CEP 19806-900, Assis, SP, Brasil (gabrielpaciencia@yahoo.com.br, pitagoras@assis.unesp.br).
2. PPG em Entomologia, Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

ABSTRACT

The present work had as general aim to study the life cycle, secondary production, distribution, feeding habits and growth of *Massartella brienii* from streams of the Parque Estadual Intervales, State of São Paulo. The analyzed material was collected in six collection stations, one in Roda d'Água stream, one in Mirante stream, one in Bocaina stream, two in Água Comprida stream and one in Lajeado stream. In all stations, rocky substratum was collected with Surber sampler with 0,250 mm of mesh, in each sampling 10 sampling units were taken randomly, totalling 1m². In the Bocaina stream, litter in riffles and in pools were also sampled with D net (10 litter patches with 0,01 m² each). The collections were carried out between September/1999 and September/2001. The analysis of size frequency histograms representing the number of individuals in different classes of size was inconclusive in relation to voltinism of the studied species. The annual secondary production of *Massartella brienii* was 4802,79 mg.m⁻²yr⁻¹ for a CPI of 120 days, 3842,24 mg.m⁻²yr⁻¹ for a CPI of 150 days and 3201,86 mg.m⁻²yr⁻¹ for a CPI of 180 days. The results indicate that *M. brienii* occurred preferentially in sites with lesser water speed and with litter accumulations. There was not a negative linear relation between the discharge and the precipitation (previous month) with density of *M. brienii* in Mirante stream. However, it was possible to observe that months with higher discharge or precipitation (previous month) did not present high densities. For the most part of the months, the periods with low densities had lesser biomass, except for the months from March to May of 2000 (months in which individuals of larger size occurred). During the growth, the most of the structures of the head had negative allometry, whereas of the abdomen and most measurements of the thorax had positive allometry. The change of shape of the maxillae (Relative Warps I) had a slight significant relationship with the growth of *M. brienii*.

KEYWORDS

1. Lotic environments. 2. Biomass. 3. Aquatic insects. 4. Morfometrics. 5. Recruitment.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral estudar o ciclo de vida, a produtividade secundária, a distribuição, a alimentação e o crescimento de *Massartella brieri* em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. O material analisado foi coletado em seis pontos de coleta, um no córrego Roda d'Água, um no córrego Mirante, um no córrego Bocaina, dois no córrego Água Comprida e um no córrego Lajeado. Em todos os pontos, substrato rochoso foi coletado com um amostrador de Surber com 0,250 m de malha, em cada amostragem foram feitas 10 subamostras aleatórias perfazendo o total de 1m². No Córrego Bocaina, folhiço em corredeira e em remanso também foram amostrados com rede D (10 pacotes de folhiço com 0,01 m² cada). As coletas foram feitas entre Setembro/1999 e Setembro/2001. A análise dos histogramas referentes ao número de indivíduos em diferentes classes de tamanho foi inconclusiva quanto ao voltinismo da espécie estudada. A produtividade secundária anual de *Massartella brieri* foi 4802,79 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 120 dias, 3842,24 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 150 dias e 3201,86 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 180 dias. Os resultados indicam que *M. brieri* ocorreu preferencialmente em locais com menor velocidade de água associados com acúmulo de folhiço. Não houve uma relação linear negativa entre a vazão, a precipitação (mês anterior) e a densidade de *M. brieri* no córrego Mirante. No entanto, foi possível observar que meses com maior vazão ou precipitação (mês anterior) nunca apresentaram altas densidades. Na maior parte dos meses, os períodos com baixas densidades também foram os que apresentaram menor biomassa, exceto para os meses de Março a Maio de 2000 (meses que ocorreram indivíduos de maior porte). Durante o crescimento a maior parte das estruturas da cabeça tiveram alometria negativa, enquanto que as do abdômen e a maior parte das do tórax tiveram alometria positiva. A mudança de forma da maxila (Deformação Relativa I) teve uma leve relação significativa com o crescimento de *M. brieri*.

PALAVRAS-CHAVE

1. Ambientes lóticos. 2. Biomassa. 3. Insetos aquáticos. 4. Morfometria. 5. Recrutamento.

Introdução

A biologia de Ephemeroptera em regiões tropicais ainda é pouco estudada, no entanto, importantes contribuições sobre a fauna tropical de diferentes regiões do mundo tem sido dadas (Campbell & Holt, 1984; Campbell *et al.*, 1990, Campbell, 1994; Jackson & Sweeney, 1995; Ramírez & Pringle, 1995; Sweeney *et al.*, 1995; Dudgeon, 1996; Parnrong & Campbell, 2003; Salas & Dudgeon, 2003). Nos últimos anos, o Brasil teve um crescimento no número de trabalhos sobre ecologia de macroinvertebrados aquáticos. Estes trabalhos têm fornecido importantes informações sobre a distribuição e ecologia de ninfas de Ephemeroptera (Oliveira *et al.* 1997; Bispo & Oliveira, 1998; Galdean *et al.* 2000, 2001; Melo & Froehlich, 2001; Buss *et al.* 2002; Roque *et al.* 2003). Especificamente sobre Ephemeroptera podemos citar Franscischetti *et al.* (2001, 2004), Melo *et al.* (2004), Goulart & Callisto (2005a, 2005b), Takebe (2005) e Siegloch (2006). Considerando a biologia de espécies individuais de Ephemeroptera, a maior parte dos trabalhos se refere a espécies de ambientes lênticos ou lóticos de altas ordens (Melo *et al.* 1993, 2002; Da-Silva, 1997; Leal & Esteves, 2000). Como exemplos de trabalhos referentes a espécies de riachos (ambientes lóticos de baixas ordens) podemos citar Ferreira & Froehlich (1992) e Nolte *et al.* (1996, 1997).

O gênero *Massartella* está distribuído pelo Sudeste do Brasil, nordeste da Argentina e nas fronteiras do Brasil, Guiana e Venezuela (Pescador & Peters, 1990). O gênero pertence à família Leptophlebiidae, a qual apresenta ampla distribuição geográfica, atingindo sua máxima diversidade no hemisfério Sul (Da-Silva *et al.* 2002). Segundo Andrade *et al.* (2003), em trabalhos realizados no Rio Paquequer, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ, *Massartella brieni* é uma espécie predominante no folhicho de fundo. Esse fato também foi registrado nos trabalhos de Baptista *et al.* (1998), Silva (2005) e Bispo *et al.* (2006). Da-Silva (2002) aponta *Massartella* como sendo um dos poucos Leptophlebiidae em que generalizações sobre locais de ocupação podem ser enganosas, pois indivíduos de uma espécie não descrita do gênero foram observados em trechos de correnteza do Rio Cascatinha, RJ.

Os trabalhos sobre biomassa, ciclo de vida e produtividade secundária de Ephemeroptera de regiões tropicais são escassos, como exemplos de estudos feitos nessas regiões podemos citar Dudgeon (1996) e Salas & Dudgeon (2003) para florestas Asiáticas; Campbell & Holt (1984), Campbell *et al.* (1990), Campbell (1994), Parnrong & Campbell (2003) para a região australiana; Jackson & Sweeney

(1995), Ramírez & Pringle (1995) e Sweeney *et al.* (1995) para a Costa Rica. Especificamente para o Brasil temos Leal & Esteves (2000) e Da-Silva & Franscischetti (2001).

Segundo Burhen & Meyer (1997), a biomassa pode ser determinada de três formas: pela pesagem dos animais frescos, congelados ou preservados; determinação do biovolume e conversão comprimento-peso seco. Destes, a utilização de regressões entre medidas corpóreas e o peso seco para estimar biomassa de invertebrados bêntonicos pode ser considerado um método conveniente, pois é rápido e bastante preciso (Benke *et al.* 1999). A relação entre medidas lineares do corpo (comprimento do corpo e largura da cabeça) e biomassa de diferentes grupos de macroinvertebrados aquáticos tem sido documentadas em diversos trabalhos como os de Smock (1980), Meyer (1989), Benke *et al.* (1999), Cressa (1999) e Leal & Esteves (2000).

A maior parte dos organismos não possui crescimento isométrico, em geral diferentes partes do corpo possuem taxas diferentes de crescimento. Esse crescimento diferencial das diferentes partes do corpo, alometria, leva a mudanças das proporções corpóreas durante o crescimento. Diferentes abordagens morfométricas têm sido utilizadas para avaliar o crescimento em animais (Jolicoeur, 1963, Diniz *et al.* 1994; Monteiro & Reis, 1999). As informações sobre as taxas de crescimento relativo às diferentes partes corpóreas podem nos dar subsídios para entender aspectos biológicos e funcionais dos diferentes grupos.

O presente trabalho tem como objetivos estabelecer equações entre medidas corpóreas e o peso seco de *M. brieni*; estudar o ciclo de vida; calcular a produtividade secundária da espécie; investigar a variação espacial e temporal da densidade e da biomassa; caracterizar o conteúdo estomacal visando estabelecer o comportamento e a plasticidade alimentar, e investigar o crescimento das ninfas através de técnicas morfométricas.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O material analisado foi oriundo de riachos do Parque Estadual Intervales (PEI). O parque situa-se na Serra do Paranapiacaba, interior do Estado de São Paulo, entre os municípios de Ribeirão Grande, Eldorado, Guapiara, Iporanga e Sete Barras. O PEI situa-se a 24°12'-24°25' de latitude sul e 48°03'-48°30' de latitude oeste, com altitude variando de 70 a 1000m.

Coletas

O material analisado foi coletado em seis pontos de coleta, um no Córrego Roda d'Água, um no C. do Mirante, 1 no Córrego Bocaina, 2 no C. Água Comprida e 1 no C. Lajeado. Em cada coleta, os valores da temperatura da água, velocidade, vazão, condutividade elétrica, turbidez, potencial hidrogeniônico (pH), e oxigênio dissolvido foram registrados. A velocidade da água foi medida por um fluxômetro e a vazão calculada através do produto da velocidade média da água por uma área de secção feita no riacho (Lind, 1979). A temperatura da água, a condutividade elétrica, a turbidez, o pH e o oxigênio dissolvido foram obtidos através de equipamentos eletrônicos. A caracterização dos pontos de coleta é apresentada na tabela 1. Em todos os pontos, substrato rochoso foi coletado com um amostrador de Surber com 0,250 m de malha, em cada amostragem foram feitas 10 subamostras aleatórias perfazendo o total de 1 m². No Córrego Bocaina, folhiço em corredeira e em remanso também foram amostrados com rede D (10 pacotes de folhiço com 0,01 m² cada). Os riachos Roda d'água, Mirante, Água Comprida (1) e Lajeado foram amostrados de Maio/1999 a Junho/2000; os riachos Bocaina e Água Comprida (2) foram amostrados mensalmente de Setembro/1999 a Setembro/2000 e trimestralmente de Dezembro/2000 a Setembro/2001. Quanto as coletas em folhiço no Córrego Bocaina, foram feitas mensalmente de Novembro/1999 a Junho/2000. Coletas adicionais, em Setembro/2006 e Julho/2007 foram feitas com o objetivo de coletar espécimes para obtenção das equações relacionando o tamanho com o peso seco.

Estimativas de biomassa, ciclo de vida e produtividade secundária

As equações relacionando as medidas corpóreas (largura da cabeça e comprimento do corpo) e o peso seco, foram obtidas analisando espécimes coletadas em Setembro/2006 e Junho/2007. Para cada indivíduo, foram obtidas as medidas da largura da cabeça, do comprimento do corpo e o peso seco. O peso seco foi obtido secando o material em uma estufa por 36 h a 105°C, resfriando em um dessecador por 24 h e depois pesando em uma balança Mettler modelo UTM2 com precisão de 0,1 µg. As medidas foram obtidas através de uma lupa Leica MZ125 com ocular milimetrada. Posteriormente, essas medidas e o peso seco foram relacionadas através de uma equação potencial ($Y = aX^b$), uma exponencial ($Y = ae^{bx}$) e no caso dos dados logaritimizados (ln) uma equação linear ($y = ax + b$). Estas equações foram utilizadas para estimar a biomassa e a produtividade secundária anual em riachos do PEI.

Para caracterizar o ciclo de vida ninfal de *M. brieni* foram utilizados a análise de diagramas de frequência de indivíduos em diferentes classes de tamanho como nos trabalhos de Campbell & Holt (1984), Campbell *et al.* (1990), Ferreira (1990), Campbell (1994), Huryn (1996). Para quantificar a produtividade secundária anual das ninfas de *Massartella brieni* foi utilizado o método de tamanho-frequência (Hynes & Coleman, 1968) modificado por Benke (1979). Este método pode ser descrito pela seguinte equação:

$$P = [i \cdot \Sigma (n_j - n_{j+1}) \times (W_j W_{j+1})^{1/2}] \times 365 - \text{NSN/CPI sendo:}$$

P= produção secundária anual (mg peso seco m⁻²ano⁻¹); i= número de classes de tamanho; n= número médio de indivíduos em cada classe; (W_jW_{j+1})^{1/2}= média geométrica dos pesos de duas classes de tamanho; CPI= intervalo de produção da coorte; NSN= número de dias sem ninfas.

No presente trabalho o NSN (numero de dias sem ninfas) foi zero, pois ocorreram ninfas em todos os meses de coleta. Os cálculos foram feitos baseados em vários CPIs (120, 150 e 180 dias). As medidas utilizadas na equação foram referentes a largura da cápsula cefálica que variaram de 0,3 a 3,3 mm em 10 classes de tamanho. Leal & Esteves (2000) calcula a produtividade secundária de *Campsurus notatus* em lago amazônico e apresenta todos os passos do cálculo de produtividade secundária, baseado no método tamanho-frequência.

Alimentação

Para análise do conteúdo estomacal foram preparadas lâminas em glicerina, com o material retirado da porção anterior do trato digestivo de ninfas com diferentes classes de tamanho. Tais classes foram: pequena (2 a 8 mm), média (9 a 15 mm) e grande (16 a 22 mm). Nos exemplares pertencentes a classe pequena, foram analisados 10 campos aleatórios, já nas demais classes de tamanho, analisou-se 15 campos aleatórios. Calculou-se as áreas ocupadas por cada um dos itens através de um software morfométrico acoplado a um microscópio Leica CLS 150X. O material encontrado foi separado nas seguintes categorias: vegetal superior; partícula mineral; matéria orgânica amorfa (grumo); alga filamentosa ramificada, (“Chantransia”); diatomácea colonial, (*Melosira*); diatomácea unicelular; alga unicelular verde, (*Costerium*) e fungo.

Crescimento

O crescimento das ninfas foi avaliado utilizando métodos multivariados. Para isso, foram utilizadas à análise de Componentes Principais (Ludwig & Reynolds, 1988; Manly, 1994 e Legendre & Legendre, 1998) e o Coeficiente Alométrico Multivariado de Jolicouer (Perez-Neto *et al.*, 1995). Coeficientes alométricos maiores que 1 são considerados positivos, menores que 1 negativos e iguais a 1 são isométricos. Uma alometria positiva significa que a estrutura cresce em uma taxa maior do que tamanho generalizado, uma alometria negativa significa que a estrutura cresce em uma taxa menor (Monteiro, 1997). Os intervalos de confiança das estimativas dos coeficientes alométricos multivariados foram obtidos utilizando o método Bootstrap. Para a análise morfométrica foram feitas 23 medidas: comprimento do fêmur anterior (CFA), largura do fêmur anterior (LFA), comprimento da tíbia anterior (CTIBA), comprimento do tarso anterior (CTA), comprimento do fêmur posterior (CFP), largura do fêmur posterior (LFP), comprimento da tíbia posterior (CTIBP), comprimento do tarso posterior (CTP), distância da confluência da sutura coronal com a sutura pós-frontal e o clipeo (CSCC), distância entre ocelos (DOC), distância entre os olhos (DOL), largura do clipeo (LC), comprimento do olho (CO), largura do lábio (LL), distância entre as extremidades póstero-lateral e ântero-medial da maxila (EPLAM - distância entre a porção mais posterior do estipe até a região das cerdas dorsais da coluna média da maxila), distância entre a extremidade ântero-molar e o côndilo lateral da mandíbula (EAMC), largura do protórax (LP), comprimento do protórax (CP), tamanho do broto alar (TBA), largura do metatórax (LM), comprimento do metatórax (CM), comprimento do abdômen (CA) e largura do tergo VII (LT). As análises foram feitas utilizando o programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

Para a análise geométrica foram utilizadas três partes do corpo de *M. brieni*, a cabeça (vista dorsal), a mandíbula direita (vista ventral) e a maxila direita (vista ventral). Primeiramente, fez-se a dissecação do inseto e depois cada parte foi fotografada separadamente em uma lupa Leica MZ 125 acoplada a um microcomputador. Para avaliar como variou a forma durante o crescimento foram utilizados marcos anatômicos (MA) e semi-marcos anatômicos (SMA). Para a cabeça, os MA foram representados pelos números 1, 2, 3, 4, 9, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e os SMA pelos números 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 (Figura 1). No caso da mandíbula, os MA foram representados pelos números 1, 2, 3, 9, 10, 22, 23, 24 e os SMA pelos números 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (Figura 1). Já na maxila, os MA foram representados pelos números 1, 9, 10, 11, 12, 13 e os SMA pelos números 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19 (Figura 1). As coordenadas cartesianas dos MA e SMA foram obtidas pelo programa TpsDig e depois analisadas através de Deformações Parciais (Partial

Warps) e Deformações Relativas (Relatives Warps) no TpsRelw. Esses programas estão disponíveis gratuitamente pelo site <http://bio.sunysb.edu/morph>. Os dois primeiros eixos de deformações relativas (análise de componentes principais de uma matriz com os escores das deformações parciais) foram comparados relacionados ao tamanho do centróide (indicador do tamanho) através do índice de correlação de Pearson. O tamanho do centróide é a raiz quadrada da soma dos quadrados das distâncias entre cada marco e o centróide (ponto médio) da configuração (Bookstein, 1991). Essas medidas foram feitas apenas em indivíduos fêmeas de *M. brieni*, pois os machos de Ephemeroptera apresentam um segundo par de olhos o que causa uma deformação não relacionada com o crescimento e sim com o dimorfismo sexual. Isso poderia alterar os resultados da análise morfométrica.

Resultados

Relação tamanho x peso seco

O ajuste potencial e linear baseado no comprimento do corpo tiveram $r^2 = 0,91$ (Figuras 1 e 2), já o ajuste exponencial teve $r^2 = 0,88$. No caso da largura da cápsula cefálica, todos os ajustes (potencial, exponencial e linear no caso dos dados logaritmizados) tiveram $r^2 = 0,94$ (Figuras 3 e 4). A equação potencial para a relação comprimento do corpo e peso seco foi $y = 0,0038 x^{2,6099}$, a exponencial $y = 0,0572e^{0,2887x}$ (Figura 2) e a equação linear entre essas variáveis logaritmizadas foi $\ln y = 2,6099 \ln x - 5,5728$ (Figura 3). A equação potencial para a relação entre a largura da cápsula cefálica e o peso seco foi $y = 0,1781 x^{3,027}$, a exponencial $y = 0,0334e^{1,7068x}$ (Figura 4) e a equação linear para essas variáveis logaritmizadas foi $\ln y = 3,027 \ln x - 1,7253$ (Figura 5). Os dados mostraram que tanto o comprimento do corpo, quanto à largura da cápsula, foram bons estimadores da biomassa (peso seco) já que o r^2 nos dois casos foram acima de 0,88. Os ajustes obtidos considerando a largura da cápsula cefálica foram ligeiramente melhores do que os ajustes considerando o comprimento do corpo, por este motivo, as estimativas de biomassa do presente trabalho foram feitas utilizando a cápsula cefálica e o modelo linear.

Ciclo de vida, biomassa e produtividade secundária

Dos locais amostrados, o córrego do Mirante foi aquele que apresentou a maior densidade de *M. brieni*, diante disso, uma análise temporal mais detalhada foi feita para este ponto. A análise dos histogramas mostrou que a maior parte das classes de tamanho foi representada em praticamente todos os

meses, exceto aqueles com menor densidade (Figura 6). Ninfas de pequeno porte (classes 1 e 2, cápsulas cefálicas de 0,3-0,9mm) foram registradas em todos os meses. Os meses de maior recrutamento foi Setembro, Outubro e Novembro. Os meses com os maiores indivíduos foram Março, Abril e Maio. A análise dos histogramas referentes ao número de indivíduos em diferentes classes de tamanho foi inconclusiva quanto ao voltinismo da espécie estudada. Quanto à produtividade secundária anual, *Massartella brieni* teve uma produtividade de 4802,79 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 120 dias, 3842,24 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 150 dias e 3201,86 mg.m⁻².ano⁻¹ para um CPI de 180 dias (Tabela 2).

Alimentação, distribuição espacial e temporal

A análise do conteúdo estomacal de *Massartella brieni* mostrou que partículas minerais, fragmentos de vegetal superior e matéria orgânica amorfa foram os principais itens. Fungos foram registrados apenas nos indivíduos menores (2-8 mm), e as algas apenas em indivíduos médios (9-15 mm) e grandes (16-22 mm), em todos os casos com baixa representatividade (Tabela 3).

Para mensurar a variação espacial da densidade total de *Massartella brieni* foram amostrados cinco riachos. Em todos eles o substrato rochoso foi amostrado, no caso do córrego Água Comprida foram realizadas coletas em dois pontos e no caso do córrego Bocaina foram feitas também coletas em folhiço em corredeira e em remanso. *M. brieni* ocorreu em número representativo em dois riachos, no córrego do Mirante, dos locais estudados foi o que apresentou menor velocidade e fundo rochoso com grande quantidade de folhiço entre as pedras, e no córrego Bocaina em folhiço em remanso (Figura 7). Os resultados indicam que os indivíduos *M. brieni* ocorreram preferencialmente em locais com menor velocidade de água associados com acúmulo de folhas.

M. brieni ocorreu em número representativo apenas no córrego do Mirante e no córrego Bocaina em folhiço, dessa forma foi feita uma análise temporal da densidade e da biomassa para o primeiro e da densidade para o segundo. No Córrego do Mirante foram feitas coletas mensais de Maio/1999 a Junho/2000. Neste período, as menores temperaturas ocorreram de Maio a Setembro/1999 e em Junho/2000 e as maiores de Novembro/1999 a Abril/2000. A vazão oscilou durante o ano, sendo que o menor valor foi registrado em Janeiro/2000 e o maior em Fevereiro/2000 (Figura 8). Os meses de Maio a Agosto/1999 tiveram os menores valores de densidade e em Novembro foi registrado o pico (Figura 10). Não houve uma relação linear negativa entre a vazão, a precipitação (mês anterior) e a densidade de *M. brieni* no córrego Mirante (Figuras 10 e 11). No entanto, foi possível observar que meses com maior

vazão ou precipitação (mês anterior) nunca apresentaram altas densidades. Não foi observada relação entre a densidade e a temperatura.

Os dados do presente trabalho mostraram que na maior parte dos meses, os períodos com baixas densidades também foram os que apresentaram menor biomassa, exceto para os meses de Março a Maio de 2000, nos quais os picos de biomassa registrados não foram relacionados com a densidade (Figura 9). Estes resultados indicam que a contribuição individual para a biomassa total foi maior nestes meses, ou seja, indivíduos maiores ocorreram entre Março e Maio de 2000, o que é confirmado quando analisado a biomassa padronizada pelo número de indivíduos (Figura 12). A figura 10 mostra também que nos meses de Maio a Julho de 1999 houve picos de biomassa padronizados pelo número de indivíduos, no entanto, nestes meses ocorreram densidades muito baixas, portanto, poucos indivíduos de maior porte determinaram a ocorrências de picos nestes meses.

No córrego Bocaina, as coletas foram realizadas entre Novembro/1999 e Junho/2000. A temperatura decresceu do início ao final do período estudado. A vazão teve um pico no mês de Fevereiro de 2000 (Figura 13). As maiores densidades foram registradas em Novembro/1999 e Janeiro/2000, os demais meses estudados apresentaram densidades abaixo de 20 indivíduos (Figura 14). A variação da densidade não esteve relacionada com a variação de temperatura e de vazão.

Crescimento

Os dados morfométricos de *Massartella brieni* mostraram que a maior parte das variáveis morfométricas não possui crescimento isométrico, ou seja, possuem coeficiente alométrico multivariado diferente de 1. O coeficiente alométrico multivariado de Jolicouer menor que 1 indica alometria negativa, maior que 1 alometria positiva e igual a zero isometria. Os coeficientes alométricos multivariados para cada variável com os seus respectivos intervalos de confiança (95%) foram apresentados na Figura 15.

Os comprimentos do fêmur e da tíbia anterior tiveram crescimento isométrico (Figura 16). Já as larguras do fêmur anterior e posterior, do clípeo e do lábio, os comprimentos do tarso anterior e posterior, do olho e do protórax, as distâncias entre a confluência das suturas coronal com pós-frontal e o clípeo, as distâncias entre os ocelos, entre os olhos compostos, entre as extremidades póstero-lateral e ântero-medial da maxila e entre a extremidade ântero-molar e o côndilo lateral da mandíbula tiveram alometria negativa (Figuras 16, 17, 18 e 19). Os comprimentos do fêmur e da tíbia posterior, do mesotórax e do abdômen, as

larguras do protórax, do mesotórax e do tergo VII, e o tamanho do broto alar tiveram alometria positiva (Figuras 17, 20 e 21).

Os dados demonstraram mudanças das proporções corpóreas em *M. brieni* durante o crescimento. Neste sentido, as estruturas seguiram os seguintes padrões de mudança:

- 1) pernas anteriores: o fêmur sofreu uma retração na largura e continuou isométrico em relação ao seu comprimento. A tíbia anterior continuou isométrica no seu comprimento e ocorreu um encurtamento do tarso;
- 2) pernas posteriores: o fêmur e a tíbia sofreram um alongamento enquanto o tarso sofreu um encurtamento;
- 3) cabeça: todas as medidas tiveram uma retração;
- 4) peças bucais: todas as medidas tiveram uma retração;
- 5) tórax: o protórax passou por um encurtamento do comprimento e uma expansão da largura. O mesotórax teve uma expansão tanto no comprimento quanto na largura. O broto alar sofreu uma extensão;
- 6) abdômen: tanto o comprimento como a largura do tergo VII tiveram uma expansão.

A cabeça, a mandíbula e a maxila foram analisadas separadamente segundo as técnicas de morfometria geométrica. Os marcos anatômicos (MA), os semi-marcos anatômicos (SMA) e o consenso (configuração média) dessas estruturas estão apresentados na Figura 1. As dispersões dos indivíduos de *Massartella brieni* podem ser visualizadas em um espaço de duas dimensões formado pelos dois primeiros eixos das deformações relativas (DR). A análise de DR para a cabeça mostrou que o primeiro eixo (primeira deformação relativa) explicou 39% da variação, já o segundo eixo explicou 12,72% da variação dos escores (Figura 22). Quanto à morfologia, ao longo do primeiro eixo os indivíduos apresentaram um deslocamento póstero-lateral dos ocelos (MA 23 e MA 25) e da confluência da sutura coronal com a sutura pós-frontal (MA 22). Houve um deslocamento anterior da gena (MA 3). A região anterior do olho deslocou-se ântero-lateralmente (MA4 e SMA 5, 15), enquanto a região posterior moveu-se lateralmente (MA 9 e SMA 8, 11). Quanto à variação ao longo do segundo eixo, pôde ser visto um deslocamento anterior da gena (MA 3) e do MA 2. Houve um movimento posterior do ocelo mediano (MA 23) e da confluência da sutura coronal com a sutura pós-frontal (MA 22). A parte lateral do olho (MA 4 e SMA 5, 15) moveu-se lateralmente enquanto a região posterior (MA 9 e SMA 8, 11) deslocou-

se pósterio-lateralmente. A relação entre a variação de forma baseada no primeiro eixo da DR e o tamanho do centróide não foi significativa, sendo que os indivíduos de menor tamanho tiveram escores médios e os de maior tamanho tiveram escores com valores variáveis (Figura 23). No caso do segundo eixo da DR pôde ser observado que os indivíduos menores tiveram escores com baixos valores e os de maior tamanho tenderam a ter escores com valores de intermediários a altos (Figura 24).

Com relação à mandíbula, a análise de DR mostrou que o primeiro eixo de variação no subespaço das deformações relativas (primeira deformação relativa) explicou 36,68% da variação e a segunda DR explicou 22,37% da variação dos escores (Figura 25). Ao longo do primeiro eixo da DR, a região dos incisores (MA 22, 23, 24 e SMA 21, 25, 26) sofreu um deslocamento ântero-medial, os MA 1, 2, 3 moveram-se medialmente, os MA 9, 10 e o SMA 11 deslocaram-se ântero-medialmente e os SMA 13, 14, 15, 16 moveram-se pósterio-lateralmente o que proporcionou um alargamento da porção posterior da mandíbula. Ao longo do segundo eixo da DR, os MA 1, 2, 3 e SMA 27 deslocaram-se para a região pósterio-medial e o MA 9 e os SMA 6, 7, 8 moveram-se ântero-lateralmente. A variação de forma (DR 1 e DR 2) não tiveram relação com a variação do tamanho (tamanho do centróide) (Figuras 26 e 27).

Em se tratando da maxila, a análise de DR mostrou que o primeiro eixo (primeira deformação relativa) explicou 30,41%, já o segundo eixo explicou 17,9% da variação dos escores (Figura 29). Ao longo do primeiro eixo de DR houve um deslocamento pósterio-medial da porção posterior da gálea (SMA 5, 6, 7, 8 e MA 9) e um leve deslocamento pósterio-lateral da parte ântero-lateral da gálea (SMA 14, 15, 16, 17). A extremidade mais posterior do estipe (MA 10) deslocou-se lateralmente (Figura 28). Ao longo do eixo da segunda DR pode ser visto na gálea dois tipos de deslocamento, um na região posterior (MA 9 e SMA 6, 7, 8) que moveu-se anteriormente e um na parte anterior (MA 13 e SMA 14, 15, 16, 17) que deslocou-se pósterio-medialmente. A extremidade mais posterior do estipe (MA 10) deslocou-se levemente para a porção anterior (Figura 28). Foi observada uma relação linear significativa entre a variação de forma baseada no primeiro eixo da DR e o tamanho do centróide (Figura 29), no entanto, apenas aproximadamente 20 % da forma pode ser explicada pela variação de tamanho ($r^2 = 0,202$; $p = 0,0003$). A relação não foi significativa, quando considerado o segundo eixo da DR (Figura 30).

A relação entre a forma e o tamanho foi significativa apenas para o primeiro eixo das deformações relativas da maxila, no entanto, a intensidade da relação é baixa e para as outras estruturas essa relação não foi significativa. Portanto, os resultados do presente trabalho indicam que, na maior parte dos casos, não há padrão de mudança de forma das estruturas estudadas durante o crescimento de *M. brieni*.

Discussão

Ciclo de vida e produtividade secundária

A relação entre medidas lineares do corpo (comprimento do corpo e largura da cabeça) e o peso seco tem sido documentada para diversos grupos de insetos aquáticos (Smock, 1980; Meyer, 1989; Benke *et al.* 1999; Cressa, 1999; Leal e Esteves, 2000). Os dados do presente trabalho, mostraram que tanto o comprimento do corpo, quanto à largura da cápsula cefálica foram bons estimadores da biomassa (peso seco) já que o r^2 nos dois casos teve os valores elevados. Entretanto, os ajustes obtidos considerando a largura da cápsula cefálica foram ligeiramente melhores do que os ajustes considerando o comprimento do corpo. Por este motivo, as estimativas de biomassa deste estudo foram feitas utilizando a cápsula cefálica e o modelo linear.

As efemérides de regiões tropicais geralmente possuem ciclo de vida multivoltino. Uma possível explicação para isso é que a temperatura nessa região é mais elevada, dessa forma as taxas metabólicas são altas e as condições ambientais são favoráveis ao longo do ano, o que propiciaria um crescimento contínuo. Os trabalhos de Campbell (1994), Jackson & Sweeney (1995), Ferreira (1990), Salas & Dudgeon (2003) corroboram essa idéia. Por outro lado, Campbell *et al.* (1990) e Campbell & Holt (1984) registraram ciclos univoltinos para espécies de Ephemeroptera da Austrália e Sweeney *et al.* (1995) registrou ciclo semivoltino para a espécie *Euthyplocia hecuba*.

Essas incongruências entre clima e voltinismo devem-se a grande plasticidade da ordem Ephemeroptera. Neste sentido, há registros de uma mesma espécie apresentando distintos padrões de voltinismos em diferentes locais (Ciborowski & Clifford, 1983; Heise *et al.*, 1987). No presente trabalho, a análise dos histogramas referentes ao número de indivíduos em diferentes classes de tamanho mostrou que ninfas com diferentes tamanhos ocorreram em um mesmo mês. Aliado a isso, ninfas de pequeno porte (classes 1 e 2, cápsulas cefálicas de 0,3-0,9 mm) foram registradas em todos os meses. Os meses de maior recrutamento foram Setembro, Outubro e Novembro. Os meses com os maiores indivíduos foram Março, Abril e Maio. Estes resultados indicam que *Massartella brieni* possui um ciclo assincrônico e não permitem determinar o voltinismo da espécie. Neste estudo não temos dados de adultos do Parque Estadual Intervales, o que permitiria termos uma visão mais conclusiva sobre o ciclo de vida da espécie. Dados sobre adultos de *Massartella brieni* são raros, no entanto, os poucos dados apresentados por Pescador & Peters (1990) mostram que formas aladas de *M. brieni* foram registradas em vários períodos

do ano (Fevereiro, Março, Junho, Setembro, Outubro e Novembro), o que indicaria emergência ao longo do ano. No entanto, são registros de poucos espécimes oriundos de diferentes localidades, portanto, devido à fragilidade deste dado, estudos mais detalhados sobre a emergência da espécie ainda são necessários para tirarmos conclusões mais robustas.

O tamanho corpóreo da espécie também influencia o voltinismo, neste sentido Campbell (1994) estudando três espécies pertencentes à família Leptophlebiidae em riachos na Austrália concluiu que a espécie de menor tamanho foi a que apresentou ciclo de vida mais rápido. Por outro lado, Sweeney *et al.* (1995) verificou que espécies de tamanho grande podem demorar muito para completar seu ciclo mesmo em regiões tropicais, como exemplo *Euthyplocia hecuba* demora dois anos para completar seu ciclo de vida. O ciclo semivoltino de *E. hecuba*, Costa Rica, é o primeiro registro de semivoltinismo para espécies tropicais de Ephemeroptera. *M. brieni* é um Ephemeroptera de grande porte, no material coletado no PEI, o maior indivíduo teve 23,5 mm de comprimento, por isto é esperado que apresente desenvolvimento mais lento que outras espécies tropicais menores da ordem.

A análise dos histogramas não permitiu estimar o número de dias necessários para o desenvolvimento das ninfas de *M. brieni* (CPI). Aliado a isso, não existem estimativas na literatura para o CPI desta espécie. A análise do CPI de espécies de Leptophlebiidae tropicais mostra uma variação do CPI de 75 a 160 dias (Campbell, 1994; Jackson & Sweeney, 1995). Para a região neotropical, o único CPI conhecido de Leptophlebiidae é para *Thraulodes* sp. da Costa Rica que completou o estágio de ninfa em 160 dias (Jackson & Sweeney, 1995). No presente trabalho, calculamos a produtividade secundária baseado em diferentes CPIs (120, 150 e 180 dias). A produtividade secundária anual de *Massartella brieni* foi 4802,79 mg.m⁻²ano⁻¹ quando considerado um CPI de 120 dias, 3842,24 mg.m⁻²ano⁻¹ para um CPI de 150 dias e 3201,86 mg.m⁻²ano⁻¹ para um CPI de 180 dias. Apesar de espécies diferentes adaptarem de formas distintas aos mesmos fatores ambientais, podemos ter uma idéia da melhor estimativa a partir das informações disponíveis para *Thraulodes* sp. da Costa Rica. *Thraulodes* sp. teve um CPI de 160 dias obtido em laboratório em uma temperatura constante de 20° C, acreditamos que *M. brieni* possui um CPI maior que este. Esta suposição está embasada no fato de *Massartella brieni* ser maior que *Thraulodes*, e os locais estudados no presente trabalho apresentarem uma média de temperatura de aproximadamente 15° C. Portanto, acreditamos que a estimativa considerando o CPI de 180 está mais próxima da realidade. Mesmo considerando um CPI de 180 dias, *M. brieni* apresentou uma produtividade secundária anual maior do que outras espécies de Ephemeroptera da região tropical, os quais tiveram a produtividade

variando entre 6 e 2500 mg.m⁻².ano⁻¹ de peso livre de cinzas ou peso seco (Dudgeon, 1996; Ramirez & Pringle, 1998; Leal & Esteves, 2000; Da-Silva & Francischetti, 2001; Salas & Dudgeon, 2003). Esta grande produtividade de *M. brieni* se deve basicamente ao grande porte dos indivíduos, a ocorrência das ninfas durante todo ano e a densidade que teve um valor aproximado de 80 ind./m².

Alimentação, distribuição espacial e temporal

O indivíduos de *Massartella brieni* foram mais abundantes no riacho com menor vazão (córrego do Mirante) e teve uma abundância considerável no mesohabitat de remanso com acúmulo de folhas (córrego Bocaina). Isso ocorre pois riachos com menor velocidade da água e menor vazão, ou mesohabitats de remanso permitem uma grande acúmulo de folhas, o qual é o tipo de substrato preferencial da espécie estudada (Baptista *et al.* 1998; Andrade *et al.* 2003; Silva, 2005; Bispo *et al.* 2006). Entretanto, é importante salientar que outras espécies do gênero podem ocorrer em mesohabitats de corredeira, como documentado por Da-Silva (2002) para uma morfoespécie não descrita de *Massartella* do Estado do Rio de Janeiro. Portanto, os dados do presente trabalho mostram que dentro da heterogeneidade dos riachos (Pardo & Amirtage, 1997; Crisci-Bispo *et al.* 2007), *M. brieni* vai ocorrer preferencialmente em locais com baixa velocidade da água em acúmulo de folhas.

A análise do conteúdo estomacal de *Massartella brieni* mostrou que a maior parte do conteúdo estomacal foi representado por partículas minerais, fragmentos de vegetal superior e matéria orgânica amorfa. Segundo Silva (2005), em estudo na Estação Ecológica de Boracéia, *M. brieni* quando coletada em pedras teve como material mais abundante no conteúdo estomacal partículas minerais, por outro lado, ninfas coletadas em acúmulos de folhas, tanto em remanso quanto em corredeira, apresentaram partículas de vegetais superiores com o material mais abundante. *Massartella brieni* é tido como um escovador, portanto, ao se alimentar os indivíduos devem escovar ou raspar o biofilme, ingerindo também fragmentos vegetais. Portanto, resultados da análise do conteúdo estomacal são compatíveis com o comportamento alimentar e com a ocorrência de *M. brieni* em folhoso.

Para o estudo da distribuição temporal apenas dois riachos foram estudados. Neles não houve um padrão nítido de diminuição de densidade no período chuvoso, pois não necessariamente houve uma diminuição da densidade nos meses com maior vazão ou precipitação, discordando de outros trabalhos feitos na região tropical (Boon *et al.*, 1986; Flecker & Feifarek, 1994; Oliveira, 1996; Dudgeon, 1996, 1997; Oliveira *et al.*, 1997). Essa ausência de relação pode indicar que outros fatores podem estar

minimizando o efeito das variações de vazão sobre a fauna. Entre esses fatores podemos citar a rápida colonização (Downes *et al.* 2000; Baptista *et al.* 2001), a heterogeneidade ambiental que proporciona possibilidade de refúgios durante os picos de vazão (Beisel *et al.* 1998; Vinson & Hawkins, 1998; Beisel *et al.* 2000; Francischetti *et al.* 2004) e a menor sazonalidade ambiental. Apesar da ausência de relação, é possível observar que nos períodos de menor vazão, a densidade apresentou uma grande variação, por outro lado, em período com maior vazão sempre foi observada baixa densidade. Este resultado indica que no período com maior vazão, a instabilidade e o tempo de retenção do folhiço foi menor, o que pode ter interferido na abundância de *M. brieni*.

Na maior parte dos meses, foi observado que os período com baixas densidades também apresentaram baixa biomassa. Esta correspondência deixou de existir apenas entre os meses de Março e Maio de 2000, indicando a maior contribuição individual de biomassa, ou seja, ocorrência de indivíduos maiores. Quando, a biomassa total foi padronizada pelo número de indivíduos, além da maior contribuição individual dos indivíduos coletados entre Março e Maio de 2000, indivíduos coletados entre Maio e Julho de 1999 também apresentaram altas contribuições individuais para a biomassa. No entanto, é importante salientar que nos meses de Maio, Junho e Julho de 1999 poucos indivíduos foram coletados, portanto, poucos indivíduos de maior porte tiveram um grande impacto sobre este resultado. Neste sentido, desconsiderando os meses em que foram coletados menos de 20 indivíduos (meses em que a biomassa de poucos indivíduos impactaram muito a biomassa total), os indivíduos coletados entre Março e Maio de 2000 apresentaram uma maior contribuição individual de biomassa.

Crescimento

No presente trabalho, observamos a mudança de proporção entre diferentes partes do corpo de *M. brieni* durante o crescimento, já que grande parte das estruturas mensuradas teve crescimento alométrico. As pernas anteriores apresentaram fêmur e tíbia com crescimento isométrico, além disso, houve uma diminuição proporcional da largura do fêmur e do comprimento do tarso. Já as pernas posteriores, apresentaram fêmur e tíbia com crescimento alométrico positivo e largura do fêmur com alometria negativa, estes resultados indicam que as pernas posteriores se alongaram durante o crescimento. No caso do tarso da perna posterior, houve uma diminuição proporcional do seu comprimento durante o crescimento.

Todas as estruturas da cabeça apresentaram alometria negativa, isto indica que proporcionalmente a cabeça diminuiu durante o crescimento em relação ao restante do corpo. Uma explicação plausível para isso, é a restrição que uma cabeça de pequeno porte pode causar na obtenção dos recursos alimentares, já que esta pode limitar a amplitude de recursos alimentares. Portanto, uma cabeça proporcionalmente maior nas ninfas mais jovens pode ser uma condição necessária para obtenção adequada de alimento.

A maior parte dos caracteres do tórax teve crescimento alométrico positivo. O padrão de crescimento do tórax pode indicar o fortalecimento das estruturas relacionadas ao voo (Clifford, 1970), já que o tamanho do broto alar, o comprimento e a largura do mesotórax apresentaram alometria positiva. Das medidas referentes ao protórax, a largura teve um crescimento alométrico positivo acompanhando a tendência do mesotórax, por outro lado, o comprimento do protórax apresentou alometria negativa. Este padrão distinto para o comprimento do protórax, poderia ser explicado pela compressão desta estrutura pelo crescimento alométrico positivo do mesotórax.

As medidas relacionadas ao abdômen também apresentaram crescimento alométrico positivo, ou seja, o comprimento e a largura do abdome tiveram uma taxa de crescimento maior do que o restante do corpo, o que indiretamente indica um aumento do volume. É importante salientar que a análise do crescimento foi baseada nas fêmeas e que pelo fato dos adultos de Ephemeroptera terem vida curta, a maior parte dos gametas femininos completam o seu desenvolvimento nas ninfas de últimos instares antes de emergirem. Neste sentido, o aumento proporcional do volume do abdome nas ninfas fêmeas durante o crescimento pode estar relacionado ao desenvolvimento dos gametas femininos (Gaino & Reborá, 2005; Taylor & Kennedy, 2006).

Os dados mostraram que há mudanças nas proporções corpóreas durante o crescimento de *M. brieni*. A avaliação das mudanças de forma em estruturas específicas (cabeça, mandíbula e maxila) durante o crescimento foi feita utilizando morfometria geométrica. A análise de deformações relativas mostrou que na maior parte dos casos a forma (representada pelos eixos 1 e 2) não teve relação significativa com o tamanho (tamanho do centróide), ou seja, as mudanças das formas observadas fazem parte da variabilidade natural da espécie ou é determinada pelo efeito de outros fatores, e conseqüentemente, não estão ligadas ao crescimento. Apenas a forma da maxila (primeiro eixo das deformações relativas) teve relação significativa com o tamanho do centróide ($r^2 = 0,202$; $p = 0,0003$), porém, apenas aproximadamente 20 % da forma pode ser explicada pela variação de tamanho. Neste

sentido, considerando o primeiro eixo da DR, houve um deslocamento pósterio-medial da porção posterior da gálea e um leve deslocamento pósterio-lateral da parte ântero-lateral da gálea, já a extremidade mais posterior do estipe deslocou-se lateralmente durante o crescimento. Mudanças na forma das peças bucais durante o crescimento podem estar relacionadas ao ajustamento e integração das peças entre si, com a musculatura e com a cápsula cefálica. Aliado a isso, pode estar relacionada à modificação do sistema de alavancas ou à otimização na obtenção do alimento durante o crescimento corpóreo. No presente trabalho, não foi possível interpretar qual desses fatores influenciaram a leve mudança de forma da maxila com o aumento do tamanho corpóreo de *M. brieni*.

Agradecimentos

Ao Dr. Elidiomar Ribeiro Da-Silva que confirmou a identificação da espécie. A Dra. Érika Hingst-Zaher e seus orientandos pelo auxílio na morfometria geométrica. As Dra. Marlene Sofia Arcifa, Dra. Elenice Mouro Varanda e Márcia Regina Spies pela ajuda laboratorial. Ao Rodolfo Mariano Lopes da Silva, Ana Emilia Siegloch, Rafael G. Emed, Cleto Kaveski Peres, Dr. Ciro C. Z. Branco e a Dra. Rosana Kolb pela ajuda na identificação do conteúdo estomacal. GPP agradece ao CNPq pela bolsa concedida. PCB agradece a FAPESP pelos diversos apoios recebidos (procs. 98/11074-3; 02/07216-4; 04/09711-8).

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, M. B.; SICILIANO, A. T.; DA-SILVA, E. R. & SALLES, F. F. 2003. A efemeropterafauna do Rio Paqueta, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ: composição preliminar e mesodistribuição (Insecta: Ephemeroptera). *In*: Cravalho, A. M. B. & Silva-Matos, D. M. (orgs.), **Publicações científicas da UNIRIO (Anais da I Jornada de Iniciação Científica da UNIRIO)**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (em CD-Rom), 6pp.
- BAPTISTA, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & SOARES, L. H. J. 1998. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. *In*: Nessimian J.L. & Carvalho A.L. (Ed.) **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro: PPGEUFRJ, v.5 pp.191-207.
- BAPTISTA, D. F., BUSS, D. F., DORVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J. 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** **61** (2): 249-258.
- BEISEL, J. -N.; USSEGLIO-POLATERA, P.; THOMAS, S. & MORETEAU, J. C. 1998. Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. **Hydrobiologia** **389**: 73-88.
- BEISEL, J. -N.; USSEGLIO-POLATERA, P. & MORETEAU, J. C. 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. **Hydrobiologia** **422/423**: 163-171.
- BENKE, A. C. 1979. A modification of the Hynes method for estimating secondary production with particular significance for multivoltine populations. **Limnol. Oceanogr.** **24**: 168-171.
- BENKE, A. C.; HURYN, A. D.; SMOCK, L. A. & WALLACE, J. B. 1999. Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. **J. N. Am. Benthol. Soc.** **18** (3): 308-343.
- BISPO, P. C. & OLIVEIRA, L. G. 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. *In*: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (eds.) **Ecologia de insetos aquáticos. Oecologia Brasiliensis vol. V**. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, p. 175 – 189.

- BISPO, P.C.; L.G. OLIVEIRA; L.M. BINI & K.G. SOUSA. 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera form riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal of Biology** **66 (2B)**: 611-622.
- BOOKSTEIN, F. L. 1991. **Morphometric tools for landmark data: geometry and biology**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- BOON, P. J., JUPP, B. P. & LEE, D. G., 1986 The benthic ecology of rivers in the Blue Mountains (Jamaica) prior to construction of a water regulation scheme. **Arch. Hydrobiol./Suppl.**, **74**: 315-355.
- BURGHERR, P & MEYER, E. 1997. Regression analysis of linear body dimensions vs. dry mass in stream macroinvertebrates. **Arch. Hydrobiol.** **139**: 101-102.
- BUSS, D. F.; BATISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L. & DORVILLÉ, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin south-east Brazil. **Hydrobiologia** **481**: 125-136.
- CAMPBELL, I. C. & HOLT, M. K. 1984. The life history of *Kirrara procera* Harker (Ephemeroptera) in two southeastern Australian rivers. **Proc. IVth Intern. Confer. Ephemeroptera** V.Landa *et al.* (eds.), p.199-305.
- CAMPBELL, I. C.; DUNCAN, M. J. & SWADLING, K. M. 1990. Life histories of some Ephemeroptera from Victoria, Australia. **Mayflies and Stoneflies**. I. C. Campbell (ed.). p. 81-84.
- CAMPBELL, I. C. 1994. The life histories of three tropical species of *Jappa* Harker (Ephemeroptera:Leptophlebiidae) in the Mitchell River System, Queensland, Australia. In L. D. Corkum and J. J. H. Ciborowski (editors). Current directions in research on Ephemeroptera: Proceedings of the VII International Conference on Ephemeroptera. Canada Scholars' Press Inc., Toronto (in press).
- CIBOROWSKI, J. J. H. & CLIFFORD, H. F. 1983. Life histories, microdistribution and drift of two mayfly (Ephemeroptera) species in the Pembina River, Alberta, Canada. **Holarct. Ecol.** **6**: 3-10.
- CLIFFORD, H. F. 1970. Analysis of a northern mayfly (Ephemeroptera) population, with special reference to allometry of size. **Can. J. Zool.** **48**: 305-316.
- CRESSA, C. 1999. Dry mass estimates of some tropical aquatic insects. **Rev. Biol. Trop.**, **47 (1-2)**: 133-141.

- CRISI-BISPO, V.L. 2003. Ecologia de Imaturos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) em Dois Afluentes do Córrego Lageado, Parque Estadual Intervales, Com Especial Referência à Colonização. **Dissertação de Doutorado**. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
- CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C. & FROEHLICH, C. G. 2007. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in litter in a mountain stream of the Atlântica rainforest from southeastern Brazil. *Rev. Bras. Zoo.* **24** (3) 545-551.
- DA-SILVA, E. R. 1997. A alimentação de ninfas de *Callibaetis guttatus* Navás, 1915 (Ephemeroptera, Baetidae) em um brejo temporário do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia** **41**(1): 53-55.
- DA-SILVA, E. R. & FRANCISCHETTI, C. N. 2001 Biologia populacional e produção secundária de ninfas de *Caenis cuniana* Froehlich, 1969 (Ephemeroptera, Caenidae) em um brejo temporário do litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Museu Nacional, Rio de Janeiro** **454**: 1-8.
- DA-SILVA, E. R. 2002. Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) Ocorrentes No Estado Do Rio De Janeiro: Taxonomia e Caracterização Biológica Das Ninfas. **Tese de doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 134.
- DA-SILVA, E. R.; SALLES, F. F. & BAPTISTA, M. S. 2002. As brânquias do gênero de Leptophlebiidae (Insecta, Ephemeroptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro. **Biota Neotropica** **2**(2): 1-4.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; Von ZUBER, C. J.; FOWLER, H. G.; SCHLINDWEIN, M. N & BUENO, O. C. 1994. Multivariate morphometrics and allometry in polymorphic ant. **Ins. Soc.** **41**: 153-163.
- DOWNES, B. J.; JEREMY S. HINDELL, J. S. & BOND, N. R. 2000. What's in a site? Variation in lotic macroinvertebrate density and diversity in a spatially replicated experiment **Austral Ecology**, **25**: 128-139.
- DUDGEON, D. 1996. Life histories, secondary production, and microdistribution of heptageniid mayflies (Ephemeroptera) in a tropical forest stream. **J. Zool. Lond.** **240**: 341-361.
- EDMUNDS, G. F., JR. & R. D. WALTZ. 1996. Chapter 11. Ephemeroptera. Pages 126-163 *In* R.W. Merritt and K.W. Cumins, editors. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Third Edition. Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.

- FERREIRA, M. J. N. 1990. Estudo da fauna de Ephemeroptera do Córrego do Pedregulho – Pedregulho, SP. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.
- FERREIRA, M. J. N. & FROELICH, C. G. 1992. Estudo da Entomofauna de Ephemeroptera (Insecta) do Córrego do Pedregulho (Pedregulho, SP - Brasil) com aspectos da biologia de *Thraulodes schlingeri* Traver e Edmunds 1967. **Revista Brasileira de Entomologia** **36** (3): 541-548.
- FLECKER, A. S. & FEIFAREK, B. 1994. Disturbance and the temporal variability of invertebrate assemblages in two Andean streams. **Freshwater Biology** **31**:131-142.
- FRANCISCHETTI, C. N.; DA-SILVA, E. R & SALLES, F. F. 2001. A alimentação de ninfas de *Caenis cuniana* Froelich, 1969 (Ephemeroptera, Caenidae) em um brejo temporário da Restinga de Maricá, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Museu Nacional, Rio de Janeiro, Zoologia** **(446)**:1-6.
- FRANCISCHETTI, C. N.; DA-SILVA, E. R.; SALLES, F. F. & NESSIMIAN, J. L. 2004. A efemeroterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição. *Lundiana*, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 33-39.
- GAINO, E. & REBORA, M. 2005. Egg envelopes of *Baetis rhodani* and *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera, Baetidae): a comparative analysis between an oviparous and an ovoviviparous species. **Acta Zoologica** **86**: 63–69.
- GALDEAN, N.; CALLISTO, M. & BARBOSA, F. A. R. 2000. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management** **3(4)**: 545-552.
- GALDEAN, N.; CALLISTO, M. & BARBOSA, F. A. R. 2001 Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia** **61(2)**: 239-248.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005a. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **48**: 983-996.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005b. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **48 (6)**: 983-996.

- HUAMANTINCO, A. A. & NESSIMIAN, J. L. 2000. Variation and life strategies of the Trichoptera (Insecta) larvae community in a first order tributary of the Paquequer river, southeastern Brazil. **Rev. Brasil. Biol.**, **60(1)**: 73-82.
- HEISE; B. A.; FLANNAGAN; J. F. & GALLOWAY, T. D. 1987. Life Histories of *Hexagenia limbata* and *Ephemera simulans* (Ephemeroptera) in Dauphin Lake, Manitoba. **J. N. Am. Benthol. Soc** **6(4)**:230-240.
- HURYN, A. D. 1996. Temperature-dependent growth and life cycle of *Deleatidium* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) in two high-country streams in New Zealand. **Freshwater Biology** **36**: 351–361.
- HYNES, H. B. N. & COLEMAN, M. J. 1968. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. **Limnology and Oceanography**. **13 (4)**: 569-573
- JACKSON, J. K. & SWEENEY, B. 1995. Egg and larval development times for 35 species of tropical stream insects from Costa Rica **J. N. Am. Benthol. Soc.** **14(1)**:115-130.
- JOLICOUER, P. 1963. The Multivariate Generalization of the Allometry Equation. **Biometrics** **19 (3)**: 497-499.
- LEAL, J. J. F. & ESTEVES, F. A. 2000. Life cycle and production of *Campsurus notatus* (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in an Amazonian lake impacted by bauxite tailings (Pará, Brazil) **Hydrobiologia** **437**: 91-99.
- LEGENDRE, P & LEGENDRE, L. 1998. **Numerical Ecology**. 2nd. Developments in Environmental Modelling, 20, Elsevier. 853p.
- LIND, O. T. 1979. **Handbook of Common Methods in Limnology**. London, Cambridge The C. V. Mosby Company. 199p.
- LUDWIG, J. A & REYNOLDS, J. F. 1988. **Statistical Ecology. A primer on methods and computing**. John Wiley & Sons, New York. XVIII+337p.
- MANLY, B. F. G. 1994. **A Primer of Multivariate Statistics**, London, Chapman & Hall. 179p.
- MELO, A. S. & FROEHLICH, C. G. 2001. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. **Journal of the North American Benthological Society** **20(1)**: 1-16.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & BUTTOW, N. C. 1993 Distribuicao temporal de *Campsurus violaceus* (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) do rio Baia (MS - Brasil). **Revista Unimar**. **15**: 95-105.

- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M.; GRZYBKOWSKA, M. & MONKOLSKI, A. 2004. Distribution of ephemeropteran nymphs associated with different stolon sections of *Eichhornia azurea* (Schwartz) in two floodplain lakes of the upper Paraná River (Brazil). **Polish Journal of Ecology** **52**:369-376.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & MONKOLSKI, A. 2002. Seasonal dynamics of *Callibaetis willineri* (Ephemeroptera, Baetidae) associated with *Eichhornia azurea* (Pontedericeae) in Guaraná Lake of the Upper Paraná River, Brazil. **Hydrobiologia** **470**: 57-62.
- MEYER, E. 1989. The relationship between body length parameters and dry mass in running water invertebrates. **Arch. Hydrobiol.** **117** (2): 191-203.
- MONTEIRO, L. R. & REIS, S. F. 1999. **Princípios de Morfometria Geométrica**. Holos editora. X + 188.
- NOLTE, U.; TIETBÖHLER, S. & McCAFFERTY, W. P. 1996. A mayfly from tropical Brazil capable of tolerating short-term dehydration. **J. N. Am. Benthol. Soc.** **15**: 87-94.
- NOLTE, U.; OLIVEIRA, M. J. & STURS, E. 1997. Seasonal, discharge-driven patterns of mayfly assemblages in an intermittent neotropical stream. **Freshwat. Biol.** **37**: 333-343.
- OLIVEIRA, L. G; 1996. Aspectos da biologia de comunidades de insetos aquáticos da ordem Trichoptera Kirby, 1813, em córregos de cerrado do município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.
- OLIVEIRA, L. G; BISPO, P. C & SÁ, N. C. 1997. Ecologia de comunidades de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia-GO, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **14**(4): 867-876.
- PARDO, I. & ARMITAGE, P. D. 1997. Species assemblages as descriptors of mesohabitats. **Hydrobiologia** **344**: 11-128.
- PARNRONG, S. & CAMPBELL, I. C. 2003. The effects of temperature on egg hatching of the mayfly *Austrophlebioides marchanti* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). **Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera**. E. Gaino (Ed.), University of Perugia, Italy. P. 189-193.
- PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J. L. & FERNANDEZ, F. 1995. Tópicos em Tratamentos de Dados Biológicos. **Series Oecologia. Brasiliensis. Vol. II**, Rio de Janeiro. XIII + 161.
- PESCADOR, M. L. & PETERS, W. L. 1990. Biosystematics of the Genus *Massartella* Lestage (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) from South America. **Aquatic Insects** **12** (3): 145-160.

- RAMÍREZ, A & PRINGLE, C. M. 1998. Structure and Production of a Benthic Insect Assemblage in a Neotropical Stream. **J. N. Am. Benthol. Soc** **17(4)**: 443-463.
- ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, G. AGOSTINHO, R. C. & FOGO, J. C. 2003. Benthic macroinvertebrate in streams of the Jaragua State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. **Journal of Insect Conservation** **7**: 63-72.
- SALAS, M. & DUDGEON, D. 2003. Life history, production dynamics and resource utilization of mayflies (Ephemeroptera) in two tropical Asian streams. **Freshwater Biology** **48**: 485-499.
- SCRIMGEOUR, G. J. 1991. Life history and production of *Deleatidium* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) in an unstable New Zealand river. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**. **25**: 93-99.
- SIEGLOCH, A. E. 2006. Comunidades de Ninfas de Ephemeroptera Haeckel, 1896 (Insecta), do Curso Médio do Rio Jacuí e Afluentes, Rio Grande do Sul, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto. p. 76.
- SILVA, R. M. L. 2005. Estudo comparativo da distribuição de ninfas de Ephemeroptera (Insecta) em diferentes mesohabitats e análise do conteúdo estomacal em Leptophlebiidae. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.
- SMOCK, L. A. 1980. Relationships between body size and biomass of aquatic insects. **Freshwater Biology** **10**: 357-385.
- SWEENEY, W.; JACKSON, J. K. & FUNK, D. D. H. 1995. Semivoltinism, seasonal emergence, and adult size variation in a tropical stream mayfly (*Euthyplocia hecuba*). **J. N. Am. Benthol. Soc** **14**:131-148.
- TAKEBE, I. V. 2005. O efeito do mesohábitat sobre a distribuição de Ephemeroptera (Insecta) em riachos da Serra do Mar, Estado de São Paulo. **Trabalho de conclusão de curso**. UNESP, Faculdade de Ciências e Letras-Assis. p. 21
- TAYLOR, J. M. & KENNEDY, J. H. 2006. Life history and secondary production of *Caenis latipennis* (Ephemeroptera: Caenidae) in Honey Creek, Oklahoma. **Annals of the Entomological Society of America** **99(5)**: 821-830.
- VINSON, M. R. & HAWKINS, C. P., 1998, Biodiversity of stream insects: variation at local, basin and regional scales. **Annu. Rev. Entomol.** **43**: 271-93.

Tabelas

Tabela 1) Fatores abióticos registrados em 4 pontos, em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo, entre Maio/1999 e Setembro/2001. TA (temperatura da água), TAR (temperatura do ar), VEL (velocidade), VZ (vazão), pH (potencial hidrogeniônico), CON (condutividade elétrica), Ox. (oxigênio dissolvido) e TUR (turbidez).

	Roda d'água	Mirante	Bocaina	Água Comprida 1	Água Comprida 2	Lajeado
Ordem	1ª	2ª	2ª	3ª	3ª	4ª
TA(C°)	14,48 ± 3,19	15,13 ± 2,77	16,26 ± 4,64	15,92 ± 3,55	15,13 ± 2,77	16,25 ± 3,37
TAR(C°)	14,05 ± 4,01	16,53 ± 4,73	19,66 ± 2,72	19,72 ± 5,88	16,53 ± 4,73	18,05 ± 5,59
VEL(m/s)	0,42 ± 0,09	0,38 ± 0,10	0,38 ± 0,11	0,59 ± 0,11	0,38 ± 0,10	0,54 ± 0,11
VZ (m³/S)	0,02 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,21 ± 0,12	0,19 ± 0,06	0,05 ± 0,02	0,55 ± 0,14
pH	8,28 ± 0,37	8,07 ± 0,46	7,62 ± 0,39	8,00 ± 0,40	8,07 ± 0,46	8,18 ± 0,29
COM(μS/cm)	218,26 ± 27,43	230,54 ± 9,74	105,32 ± 27,43	151,51 ± 4,04	230,54 ± 9,74	165,7 ± 7,65
Ox. (mg/l)	4,49 ± 3,08	7,80 ± 1,04	4,49 ± 3,08	8,46 ± 0,94	7,80 ± 1,04	8,57 ± 0,97
TUR (NTU)	1,98 ± 0,88	2,64 ± 0,92	1,98 ± 0,88	4,58 ± 3,06	2,64 ± 0,92	2,02 ± 0,73

Tabela 2) Produtividade secundária anual de *Massartella brienii* no córrego do Mirante, Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo, entre Julho/1999 e Junho/2000. P = produtividade secundária anual, i = número de classes de tamanho, n = média do número de indivíduos de cada classe de tamanho, W = média geométrica do peso de duas classes de tamanho, NSN = número de dias sem ninfas, CPI = intervalo de produtividade da coorte.

Classes (i)	densidade (Ni)	peso seco (Wi)	NiWi	Ni-N(i+1)	Wi*W(i+1)	biomassa perdida
(mm)	(ind.m ⁻²)	(mg.ind ⁻¹)	(mg.m ⁻²)	(ind.m ⁻²)	(mg)	(mg.m ⁻²)
0,3-0,6	5,11	0,07	0,34	-3,64	0,09	-1,25
0,6-0,9	8,75	0,12	1,09	-0,50	0,20	-0,55
0,9-1,2	9,25	0,32	2,98	3,52	0,58	10,48
1,2-1,5	5,73	1,06	6,08	-2,55	1,03	-15,48
1,5-1,8	8,27	0,99	8,21	-0,83	1,33	-6,79
1,8-2,1	9,10	1,77	16,12	-2,46	1,89	-39,57
2,1-2,4	11,56	2,02	23,36	4,89	2,60	114,18
2,4-2,7	6,67	3,33	22,23	3,57	3,13	79,28
2,7-3,0	3,10	2,95	9,14	1,35	2,25	12,34
3,0-3,3	1,75	1,72	3,01	1,75	1,31	5,27
						157,90

$P = (i \times PB) \times 365 - NSN / CPI$

CPI = 120 dias, $P = (10 \times 157,9005804) \times 365 / 120$, $P = 4802,7915 \text{ mg.m}^2\text{ano}^{-1}$

CPI = 150 dias, $P = (10 \times 157,9005804) \times 365 / 150$, $P = 3842,2473 \text{ mg.m}^2\text{ano}^{-1}$

CPI = 180 dias, $P = (10 \times 157,9005804) \times 365 / 180$, $P = 3201,8605 \text{ mg.m}^2\text{ano}^{-1}$

Tabela 3) Abundância relativa (%) dos itens alimentares encontrados na porção anterior do trato digestivo de ninfas de *Massartella brieni* em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. VS, vegetal superior; PM, partícula mineral; MOA, matéria orgânica amorfa (grumo); AFR, alga filamentosa ramificada, (“Chantransia”); DC, diatomácea colonial, (*Melosira*); DU, diatomácea unicelular; AVU, alga verde unicelular, (*Costerium*) e F, fungo.

Tamanho	VG	PM	MOA	AFR	DC	DU	AVU	F
Pequeno (2 a 8 mm)	57,92	37,84	28,91	0	0	0	0	0,45
Médio (9 a 15 mm)	48,53	10,09	22,79	0,4	0,01	0,05	0	0
Grande (16 a 22 mm)	70,63	11,07	22,9	0,38	0,27	0,05	0,04	0

Figuras

Figura 1) Configuração média (consenso) para (a)cabeça, (b) mandíbula e (c) maxila de *Massartella brieri* calculada pelo método de Procrustes generalizado por quadrados mínimos. Os números 1, 2, 3, 4, 9, 21, 22, 23, 24, 25, 26 representam os marcos anatômicos e 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 são os semi-marcos anatômicos para a cabeça (a). Os números 1, 2, 3, 9, 10, 22, 23, 24 representam os marcos anatômicos e 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 são os semi-marcos anatômicos para a mandíbula (b). Os números 1, 9, 10, 11, 12, 13 representam os marcos anatômicos e 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19 são os semi-marcos anatômicos para a maxila (c).

Figura 2) Relação entre o comprimento do corpo e o peso seco de *Massartella brienii* amostrados em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. Ajuste potencial (linha cheia) e exponencial (linha tracejada).

Figura 3) Relação linear entre o comprimento do corpo e o peso seco logaritimizado de *Massartella brienii* amostrados em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Figura 4) Relação entre a largura da cápsula cefálica e o peso seco de *Massartella brienii* amostrados em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. Ajuste potencial (linha cheia) e exponencial (linha tracejada).

Figura 5) Relação linear entre a largura da cápsula cefálica e o peso seco logaritimizados de *Massartella brienii* amostrados em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Número de indivíduos

Classes de tamanho

Figura 6, página anterior) Variação das diferentes classes de tamanho de ninfas de *Massartella brieni* amostrados no período de Maio/1999 a Junho/2000 no Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. Classes de tamanho (cápsula cefálica): 1 indivíduos variando entre 0,3 a 0,6 mm; 2 indivíduos variando entre 0,6 a 0,9 mm, 3 indivíduos variando entre 0,9 a 1,2 mm; 4 indivíduos variando entre 1,2 a 1,5 mm; 5 indivíduos variando entre 1,5 a 1,8 mm; 6 indivíduos variando entre 1,8 a 2,1 mm; 7 variando entre 2,1 a 2,4 mm, 8 indivíduos variando entre 2,4 a 2,7 mm; 9 indivíduos variando entre 2,7 a 3,0 mm; 10 indivíduos variando entre 3,0 a 3,3 mm.

Figura 7) Variação espacial da densidade total de ninfas de *Massartella brieni* coletadas em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. RD – Roda d’água (substrato rochoso), MI - Córrego do Mirante (sustrato rochoso), AC1 – Água Comprida (substrato rochoso), LJ – Lajeado (substrato rochoso), BO1 – Bocaina (substrato rochoso), AC2 - Água Comprida (substrato rochoso), BO2 – Bocaina (folhiço em corredeira) e BO3 – Bocaina (folhiço em remanso). Amostragem feita mensalmente de Maio/1999 a Junho/2000 em RD, MI, AC1, LG; mensalmente de Setembro/1999 a Setembro/2000 e trimestralmente de Dezembro/2000 a Setembro/2001 em BO1 e AC2, e mensalmente de Novembro/1999 a Junho/2000 em BO2 e BO3.

Figura 8) Valores da vazão e da temperatura registrados mensalmente de Maio/1999 a Junho/2000 no Córrego do Mirante, Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Figura 9) Variação da densidade e da biomassa de ninfas de *Massartella brienii* coletadas mensalmente de Maio/1999 a Junho/2000 no Córrego do Mirante, Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Figura 10) Relação entre a densidade e a vazão no período de Maio/1999 a Junho/2000, córrego do Mirante, Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo..

Figura 11) Relação entre a densidade e a precipitação do mês anterior no período de Maio /1999 a Junho/2000 córrego do Mirante, Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Figura 12) Variação mensal da biomassa por indivíduo de ninfas de *Massartella brienii* coletadas no córrego do Mirante no período de Maio/1999 a Junho/2000 no Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Figura 13) Valores de vazão e de temperatura registrados mensalmente de Novembro/1999 a Junho/2000 córrego Bocaina, Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Figura 14) Variação da densidade de ninfas de *Massartella brienii* coletada mensalmente de Novembro/1999 a Junho/2000, com rede D em folhíço, no mesohabitat de remanso no Ribeirão Bocaina, Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo.

Figura 15) Variação do índice alométrico multivariado para 23 medidas corpóreas de *Massartella brieri* coletadas em riachos do Parque Estadual Intervales, Estado de São Paulo. 1) comprimento do fêmur anterior, 2) largura do fêmur anterior, 3) comprimento da tíbia anterior, 4) comprimento do tarso anterior, 5) comprimento do fêmur posterior, 6) largura do fêmur posterior, 7) comprimento da tíbia posterior, 8) comprimento do tarso posterior, 9) distância da confluência da sutura coronal com a sutura pós-frontal e o clipeo, 10) distância entre ocelos, 11) distância entre olhos, 12) largura clipeo, 13) comprimento do olho, 14) largura do lábio, 15) distância entre as extremidades póstero-lateral e ântero-medial da maxila, 16) distância entre a extremidade ântero-molar e o côndilo lateral da mandíbula, 17) largura do protórax, 18) comprimento do protórax, 19) tamanho do broto alar, 20) largura do mesotórax, 21) comprimento do mesotórax, 22) comprimento abdômen, 23) largura do tergo VII. Intervalo de confiança de 95% obtido pelo Bootstrap.

Figura 16) Variação do índice alométrico multivariado em 4 medidas das pernas anteriores direita de *Massartella brienii*. CFA – comprimento do fêmur anterior, LFA - largura do fêmur anterior, CTIBA - comprimento da tíbia anterior, CTA - comprimento do tarso anterior. O sinal negativo representa alometria negativa, o sinal positivo alometria positiva e zero isometria.

Figura 17) Variação do índice alométrico multivariado em 4 medidas das pernas posteriores direita de *Massartella brienii*. CFP – comprimento do fêmur posterior, LFP - largura do fêmur posterior, CTIBP - comprimento da tíbia posterior, CTP - comprimento do tarso posterior. O sinal negativo representa alometria negativa, o sinal positivo alometria positiva e zero isometria.

Figura 18) Variação do índice alométrico multivariado em 5 medidas da cabeça (vista dorsal) de *Massartella brienii*. CSCC - distância da confluência da sutura coronal com a sutura pós-frontal e o clípeo, DOC - distância entre ocelos, DOL - distância entre olhos, LC - largura clípeo, CO - comprimento do olho. O sinal negativo representa alometria negativa, o sinal positivo alometria positiva e zero isometria.

Figura 19) Variação do índice alométrico multivariado em 3 medidas das peças bucais (vista ventral) de *Massartella brienii*. LL -largura do lábio, EPLAM - distância entre as extremidades póstero-lateral e a ântero-medial da maxila, EAMC - distância entre a extremidade ântero-molar e o côndilo lateral da mandíbula. O sinal negativo representa alometria negativa, o sinal positivo alometria positiva e zero isometria.

Figura 20) Variação do índice alométrico multivariado em 5 medidas corpóreas do tórax (vista dorsal) de *Massartella brieri* LP - largura do protórax, CP - comprimento do protórax, TBA - tamanho do broto alar, LM - largura do mesotórax, CM - comprimento do mesotórax. O sinal negativo representa alometria negativa, o sinal positivo alometria positiva e zero isometria.

Figura 21) Variação do índice alométrico multivariado em 2 medidas corpóreas do abdômen (vista dorsal) de *Massartella brieri*. CA - comprimento abdômen, CT - largura do tergo VII. O sinal negativo representa alometria negativa, o sinal positivo alometria positiva e zero isometria.

Figura 22) Diagrama de dispersão de *Massartella brienii* no espaço das duas primeiras Deformações Relativas. A diferenciação da forma da cabeça ao longo dos dois eixos multivariados é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 23) Diagrama de dispersão entre a primeira Deformação Relativa e o tamanho do centróide da cabeça de indivíduos de *M. brienii*. A diferenciação da forma da cabeça ao longo do eixo é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 24) Diagrama de dispersão entre a segunda Deformação Relativa e o tamanho do centróide da cabeça de indivíduos de *M. brienii*. A diferenciação da forma da cabeça ao longo do eixo é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 25) Diagrama de dispersão de *Massartella brienii* no espaço das duas primeiras Deformações Relativas. A diferenciação da forma da mandíbula ao longo dos dois eixos multivariados é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 26) Diagrama de dispersão entre a primeira Deformação Relativa e o tamanho do centróide da mandíbula de indivíduos de *M. brienii*. A diferenciação da forma da mandíbula ao longo do eixo é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 27) Diagrama de dispersão entre a segunda Deformação Relativa e o tamanho do centróide da mandíbula de indivíduos de *M. brienii*. A diferenciação da forma da mandíbula ao longo do eixo é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 28) Diagrama de dispersão de *Massartella brienii* no espaço das duas primeiras Deformações Relativas. A diferenciação da forma da maxila ao longo dos dois eixos multivariados é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 29) Diagrama de dispersão entre a primeira Deformação Relativa e o tamanho do centróide da maxila de indivíduos de *M. brienii* ($r= 0,202$; $p= 0,0003$). A diferenciação da forma da mandíbula ao longo do eixo é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.

Figura 30) Diagrama de dispersão entre a segunda Deformação Relativa e o tamanho do centróide da maxila de indivíduos de *M. brienii*. A diferenciação da forma da mandíbula ao longo do eixo é mostrada como diagramas *thin plate splines* que representam os pontos extremos da estrutura analisada.