

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**CHIRONOMIDAE (DIPTERA: INSECTA) NA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ-MIRIM (SANTA MARIA, RS)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rodrigo König

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**CHIRONOMIDAE (DIPTERA: INSECTA) NA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ-MIRIM (SANTA MARIA, RS)**

por

Rodrigo König

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,
RS, como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal.

Orientador: Prof. Sandro Santos

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

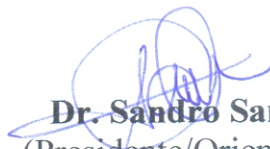
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**CHIRONOMIDAE (DIPTERA: INSECTA) NA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ-MIRIM (SANTA MARIA,
RS)**

Elaborada por
Rodrigo König

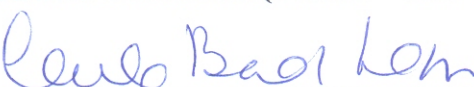
Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal

COMISSÃO EXAMINADORA:



Dr. Sandro Santos
(Presidente/Orientador)


Dr.ª. Edélti Faria Albertoni (FURG – Rio Grande/RS)


Dr.ª. Carla Bender Kotzian (UFSM – Santa Maria/RS)

Santa Maria, 17 de Fevereiro de 2009.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sandro Santos, pela orientação, oportunidade de aprendizagem e crescimento. Agradeço pela confiança em mim depositada.

Aos membros que participaram da banca examinadora, Dra. Carla Bender Kotzian e Dra. Edélti Faria Albertoni, pelas sugestões e contribuições para o enriquecimento desta dissertação.

Ao amigo Luiz Ubiratan Hepp, pelas valiosas contribuições durante o desenvolvimento deste trabalho.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, pelo apoio.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação, pelos ensinamentos e contribuição na formação acadêmica.

Ao Paulo, secretário do Programa de Pós-Graduação, pela amizade e ajuda com a parte burocrática.

A CAPES, pelo auxílio financeiro no segundo ano de mestrado.

Aos colegas do Lactrust Alexandre, Amanda, André, Andrea, Cadidja, Bruna, Davi, Joele, Luciane, Marcelo, pela ajuda, pelos momentos de descontração e, principalmente, pela amizade e companheirismo nesses dois anos.

À Andrea, pelo auxílio na coleta e triagem do material.

Aos colegas do curso, pela amizade e bons momentos nas aulas, churrascos e no futebol semanal.

Aos amigos e companheiros de todos os dias em Santa Maria: Caique, Carlos, André, Marcelo e Luciano. Obrigado pelo convívio, pelas horas de conversa e descontração.

À Catia Suzin, pela paciência, apoio e confiança. Obrigado pelo carinho e por ficar ao meu lado nos momentos mais difíceis.

À minha família, por ter acreditado e pela formação de valores e princípios morais fundamentados no amor e trabalho, sem os quais não alcançaria êxito. Obrigado pelo apoio incondicional.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, **MUITO OBRIGADO!**

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

CHIRONOMIDAE (DIPTERA: INSECTA) NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ-MIRIM (SANTA MARIA, RS)

AUTOR: RODRIGO KÖNIG

ORIENTADOR: SANDRO SANTOS

A família Chironomidae constitui um dos principais grupos de insetos aquáticos, estando presente em uma grande variedade de ambientes e participando de vários processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes e transferência energética. No Sul do país, poucos estudos são direcionados a esta comunidade, não existindo trabalhos na região de Santa Maria, RS. Visando contribuir para o conhecimento do grupo, este trabalho objetivou estudar a fauna de Chironomidae em diferentes ambientes da microbacia do rio Vacacaí-Mirim, analisando a composição e estrutura da comunidade em função das características ambientais físicas, químicas, morfométricas e relacionadas ao substrato. No mês de dezembro de 2007, as larvas de Chironomidae foram coletadas com um amostrador Surber, em quatro locais ao longo do rio Vacacaí-Mirim, com diferentes características ambientais. Foram contemplados os diferentes substratos presentes. Juntamente, foram mensuradas algumas variáveis abióticas dos locais. Os organismos foram triados e identificados em laboratório até nível de gênero e, com esses dados, foram verificados, nos locais e substratos, a densidade absoluta e relativa dos gêneros e das subfamílias e a riqueza taxonômica. Diversidade de Shannon e Equitabilidade dos locais, além da separação da fauna dos diferentes substratos em grupos alimentares funcionais. A composição foi comparada através de estatística multivariada (análises de agrupamento e de variância) e a estrutura das comunidades e substratos (riqueza, densidade dos grupos, diversidade e equitabilidade) comparadas por análise de variância. A subfamília mais representativa foi Chironominae, seguida por Orthoclaadiinae e Tanytopodinae. Foi observada diferença de composição entre todos os locais: os pontos A e B estiveram menos alterados físico-quimicamente, obtendo elevada diversidade e distribuição mais homogênea dos gêneros. Em B, a maior heterogeneidade de habitats é responsável pela presença de táxons exclusivos e pela alta riqueza taxonômica. Em C e D, as atividades agrícolas próximas ao corpo hídrico possivelmente são responsáveis pelas maiores concentrações de nutrientes e de sólidos totais encontradas, resultando na dominância de grupos mais tolerantes a tais condições, principalmente *Rheotanytarsus*. Amostras de areia apresentaram menor densidade e riqueza, por este ser um substrato naturalmente mais pobre. Rochas também abrigaram uma menor quantidade de Chironomidae. Em substratos compostos por vegetação ou mistos, que possuem maior disponibilidade energética e condições de abrigo, foram encontradas densidades mais elevadas. Os fatores físico-químicos e morfométricos foram mais influentes na determinação da estrutura da fauna do que os substratos, os quais apenas complementaram as exigências ecológicas dos grupos. No geral, foram encontradas poucas associações das subfamílias e grupos alimentares com os substratos.

Palavras-chave: Chironomidae; características ambientais; estrutura da comunidade; substratos.

ABSTRACT

CHIRONOMIDAE (DIPTERA: INSECTA) IN THE VACACAÍ-MIRIM HYDROGRAPHIC MICROBASIN (SANTA MARIA/RS)

The Chironomidae family constitutes one of the main groups of aquatic insects, being present in a great variety of environments and participating of various ecological processes, such as nutrients cycle and energetic transference. In the south region of the country, few studies are addressed to this community, not existing works in the region of Santa Maria, in the state of Rio Grande do Sul. Aiming to contribute for the knowledge of the group, this work had as goal to study the Chironomidae fauna in different environments in the Vacacaí-Mirim river microbasin, analyzing the composition and structure of the community in function of the physical, chemical, morphometric and environmental characteristics related to substrata. In December of 2007, the Chironomidae larvae were collected with a Surber sampler, in four locations along the Vacacaí-Mirim river, including the different present substrata. Alongside, some non-biotic variables of these locations were measured. The organisms were sorted and identified in the laboratory up to the level of genus, and based on these data, it was verified, in the locations and substrata, the absolute and relative density of these genera and subfamilies and the taxonomic richness, Shannon diversity and Equitability of these locations, besides the separation of the fauna in different substrata in functional feeding groups. The composition was compared by the multivariate statistics (grouping and variance analyses) and the community structure and substrata (richness, groups density, diversity and equitability) compared by the analysis of variance. The most representative subfamily was the Chironominae, followed by Orthocladiinae and Tanypodinae. Differential composition was observed among all the locations: points A and B were less altered physical-chemically, obtaining high diversity and more homogeneous distribution of the genera. In B, the greater habitats heterogeneity is responsible for the presence of exclusives taxa and for the high taxonomic richness. In C and D, the agricultural activities close to the water body are possibly responsible for the higher concentrations of nutrients and total solids found, resulting in the dominance of groups more tolerant to such conditions, mainly *Rheotanytarsus*. Sand samples presented lower density and richness, since this is a naturally poorer substratum. Rocks also sheltered a lower quantity of Chironomidae. In mixed or vegetation composed substrata, which present higher energetic availability and shelter conditions, higher densities were found. The physical-chemical and morphometric factors were more influent in the fauna structure determination than the substrata, which only complemented the ecological requirements of the groups. In general, few associations among the subfamilies and the feeding groups to the substrata were found.

Key-words: Chironomidae, environmental characteristics, community structure, substrata.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
SUMÁRIO.....	7
1.0 INTRODUÇÃO GERAL.....	8
2.0 MATERIAL E MÉTODOS GERAIS.....	15
2.1 Área de Estudo.....	15
2.2 Coleta de Dados.....	16
3.3 Análise de Dados.....	17
CAPÍTULO 1 – ESTRUTURA DA COMUNIDADE CHIRONOMIDAE (DIPTERA:INSECTA) NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ-MIRIM, SANTA MARIA/RS.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
Área de Estudo	22
Coleta de Dados	23
Análise de Dados	24
RESULTADOS.....	25
DISCUSSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NA DISTRIBUIÇÃO DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA) NA MICROBACIA DO RIO VACACAÍ-MIRIM, SANTA MARIA/RS	41
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	42
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS.....	44
Área de Estudo	44
Coleta de Dados	45
Análise de Dados	46
RESULTADOS.....	47
DISCUSSÃO.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
3.0 CONCLUSÃO GERAL.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	68

1.0 INTRODUÇÃO GERAL

Infelizmente, a existência de ambientes naturais é cada dia mais rara, sendo comum encontrarmos ecossistemas impactados por atividades antrópicas em todo o País e em todas as principais bacias hidrográficas (CALLISTO & GONÇALVES JR., 2005). Muitos rios, lagos e reservatórios têm sido prejudicados como consequência do aumento de atividades antrópicas e a situação é particularmente notável em áreas com densa população humana (POMPEU et al., 2005).

A contaminação através do lançamento de efluentes industriais, a degradação urbana e as atividades agrícolas são algumas das formas pelas quais afetamos a qualidade da água, aumentando ainda mais os problemas relacionados à sua escassez. Dessa forma, a preocupação com os prejuízos causados aos corpos hídricos e, indiretamente ao homem, é inevitável (SALATI & LEMOS, 1999).

A principal fonte de poluição nas águas urbanas são despejos líquidos e sólidos provenientes de conglomerados humanos e de regiões industrializadas. De acordo com o volume do lançamento, as condições físicas, químicas e biológicas da água são modificadas em maior ou menor grau (KLEEREKOPER, 1990). Pode-se verificar a existência de esgotos industriais (cujo conteúdo é principalmente inorgânico) e domésticos (formados, principalmente, por substâncias orgânicas e poucos nutrientes inorgânicos, como detergentes, sabão etc). Da mesma forma, podem-se diferenciar dois grupos de agentes químicos: os degradáveis e os persistentes. Outras alterações, como a destruição da vegetação ripária, também resultam no incremento da erosão do solo e acúmulo de sedimentos, homogeneização de habitats e modificação do balanço trófico entre matéria orgânica alóctone e autóctone (MARIDET et al., 1995; JOLY et al., 2000).

Segundo BRANCO (1993), 90% da água utilizada no mundo é destinada à irrigação. Desses, 70% são desperdiçados e, além de provocar discussões relacionadas à disponibilidade de água, é justamente esta parcela que pode ser o veículo de alguns problemas ambientais como erosão, assoreamento de rios e eutrofização. O autor alerta para o uso excessivo e irracional dos defensivos agrícolas que, associado à irrigação, pode contribuir para a presença de substâncias tóxicas nos corpos d'água. Da mesma forma, em épocas de safra, a quantidade de produtos vegetais que permanece no solo é grande, podendo ser transportada eventualmente para as águas de córregos, provocando a chamada poluição orgânica que compromete o equilíbrio de oxigênio dissolvido.

GRACIOLI (2005) informa que, na região de Santa Maria, um dos principais problemas está relacionado a cultivos agrícolas, principalmente de arroz, utilizando grande quantidade de água para fins de irrigação.

Numa perspectiva biológica, a água é considerada poluída quando suas condições ecológicas são tais que sua flora e fauna originais sofrem as conseqüências prejudiciais de processos ocorridos no ecossistema, provocando desde sua sensível redução até desaparecimento em todo o curso de água ou em grande parte deste (KLEEREKOPER, 1990).

Esta influência é amplamente notada na comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Estes são invertebrados visíveis a olho nu que habitam o substrato do fundo dos sistemas aquáticos, vivendo enterrados na areia e na lama, na superfície de rochas, sobre o sedimento orgânico ou no espaço existente entre pedras e seixos. Os principais representantes da comunidade bentônica pertencem aos filos Anellida e Mollusca e às classes Crustacea e Insecta (Arthropoda), sendo, esta última, representada principalmente por formas imaturas (MARQUES & BARBOSA, 2001).

Além de uma série de estudos ecológicos compreendendo a sua distribuição espacial e temporal, o grupo de macroinvertebrados também é utilizado em programas de biomonitoramento, pois os representantes respondem a diferentes situações ambientais, além da existência de uma série de características que tornam o grupo indicado para tal finalidade: abundância numérica e distribuição cosmopolita, o que permite comparações entre diferentes ambientes; mobilidade limitada, ou seja, refletem as alterações do local em estudo; ciclo de vida longo, que possibilita acompanhar os efeitos das perturbações ao longo do tempo; fácil amostragem e identificação; e métodos de coleta baratos (MARQUES & BARBOSA, 1997).

Dentre os métodos de interpretação ecológica, um dos que inclui aspectos qualitativos e quantitativos é a análise da diversidade. Através da avaliação da estrutura de biocenoses, pelo número de *taxa* e indivíduos, torna-se possível comparar comunidades, considerando sua estrutura (SCHÄFER, 1985; JUNQUEIRA et al., 2000). A diversidade biológica, diversidade de habitat, diversidade de grupos funcionais e índices de comunidade são, dentre outras, algumas das métricas de diagnóstico de características ambientais, podendo, inclusive, ser utilizadas em programas de avaliação da qualidade da água e monitoramento ambiental (THORNE & WILLIAMS, 1997).

Neste sentido, inúmeras ferramentas têm sido utilizadas para avaliar a estrutura da comunidade bentônica, incluindo o índice de diversidade de Shannon-Wiener; estimativas de abundância e densidade de organismos; índices como BMWP (Biological Monitoring Working Party) e ASPT (Average Score Per Taxon); classificações em grupos tróficos

funcionais; identificação de habitats preferenciais; relações entre número de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) *versus* Chironomidae e Oligochaeta; e estimativas de índices de integridade biótica (CALLISTO & GONÇALVES JR., 2005).

Dentre os grupos de macroinvertebrados, o alto número de espécies de dípteros, juntamente com sua extraordinária diversidade de requerimentos ecológicos, faz destes um dos principais grupos de interesse para uso como indicadores ecológicos (GALLARDO & PRENDA, 1994). A família Chironomidae se destaca como o grupo dominante de dípteros na grande maioria dos ambientes e possui potencial para ser usada em estudos sobre os efeitos das dinâmicas espacial e temporal, visto que a comunidade é estruturada e modificada de acordo com as características ecológicas do local estudado (BOTTIS, 1997; ABÍLIO et al., 2005).

As larvas de muitas espécies de Chironomidae vivem sobre ou no sedimento, onde se alimentam de matéria orgânica (detritos) e da microfauna e flora associadas, ocupando posição importante na dinâmica trófica de ecossistemas aquáticos de água doce, devido ao papel que desempenham na reciclagem de nutrientes nos sedimentos. Além de alterar a composição da matéria orgânica particulada, elas proporcionam importantes subsídios energéticos para os predadores (SANKARPERUMAL & PANDIAN, 1992).

MARQUES et al. (1999) descrevem que a grande distribuição da família Chironomidae, tanto em ambientes lênticos como lóticos, se dá pelo fato de possuírem grande tolerância a situações extremas como hipóxia e competitividade com outras famílias. Além disso, os Chironomidae possuem uma maior habilidade fisiológica para tolerar ambientes diversos em relação a outros grupos de insetos aquáticos, suportando extremos de temperatura, pH, profundidade, velocidade de correnteza da água, altitude e latitude (ARMITAGE et al., 1995). Tal fato, segundo COFFMAN (1995) permitiu ao grupo uma ampla distribuição geográfica, com muitas espécies ocupando ambientes de condições extremas ou instáveis como fontes termais, lagoas intermitentes, poças temporárias e pequenos reservatórios de água em folhas e bromélias.

Vários fatores abióticos influenciam e determinam a distribuição e ocorrência sazonal dos grupos de macroinvertebrados (SORIANO, 1997) e, portanto, da comunidade de Chironomidae. BISPO & OLIVEIRA (1998), ROSENBERG & RESH (1982) e ANJOS & TAKEDA (2005) destacam os regimes anuais de pluviosidade, a temperatura, a velocidade e vazão da água, o oxigênio dissolvido, a condutividade, o pH e a turbidez da água, como alguns dos fatores que podem proporcionar uma alteração na riqueza de *taxa* de ambientes aquáticos.

Águas que margeiam terras de culturas, estábulos e aquelas que recebem esgotos, mesmo em pequena quantidade, costumam ser muito ricas em fosfatos (KLEEREKOPER, 1990; ESTEVES, 1998). Esses compostos, juntamente com formas nitrogenadas, são os principais nutrientes que podem provocar prejuízos ao corpo d'água quando em concentrações elevadas. Como consequência, ocorre o rápido crescimento de algas e plantas aquáticas, que, ao morrer, podem liberar substâncias tóxicas, além de matéria orgânica que consome oxigênio durante sua decomposição, diminuindo as concentrações desse gás na água e provocando mortalidade de organismos. Além disso, as altas concentrações de amônia podem ser tóxicas para os insetos aquáticos e outros invertebrados bentônicos (POPP & HOAGLAND, 1995), assim como as concentrações de nitrato e nitrito podem limitar a diversidade de dípteros quironomídeos (GALLARDO & PRENDA, 1994).

Além destes e outros parâmetros físico-químicos, características morfométricas dos corpos d'água são extremamente determinantes no ambiente, sendo influenciadas, principalmente, pela quantidade de chuvas (COFFMAN & FERRINGTON, 1984). A maior heterogeneidade espacial, em termos de velocidade da correnteza e tamanho e qualidade das partículas de substrato, favorece menor variação na amplitude de fatores ambientais como temperatura da água e oxigênio dissolvido (SURIANO & FONSECA-GESSNER, 2004) e, conseqüentemente, contribui para uma maior riqueza taxonômica da fauna de Chironomidae.

Das subfamílias em que está dividido o grupo, três são comuns para o Brasil: Chironominae, Tanypodinae e Orthoclaadiinae. Segundo PINDER (1995), em regiões temperadas, indivíduos da subfamília Chironominae são relativamente raros na composição da fauna de córregos de baixa ordem, os quais possuem águas transparentes, bem oxigenadas e frias, declividade e velocidade de correnteza elevadas, e substrato de fundo duro, com pedras e seixos. Nestes ambientes, geralmente há dominância de espécies estenotermas frias, predominantemente da subfamília Orthoclaadiinae. Estudos realizados por FITTKAU (1964 *apud* PINDER, 1995) mostraram que, em córregos de regiões baixas na Amazônia Central, com a temperatura da água relativamente constante, leito arenoso e com trechos represados por árvores caídas, as espécies da subfamília Chironominae (a maioria euritermas) são favorecidas, enquanto que Orthoclaadiinae e Tanypodinae têm uma menor representatividade.

Os representantes da família Chironomidae também podem ser classificados de acordo com o modo de alimentação, ou seja, as adaptações morfo-comportamentais que possuem para aquisição do alimento. São considerados os seguintes grupos alimentares funcionais, de acordo com BERG (1995): coletores-catadores, que se alimentam de material sedimentado ou depositado sobre substrato submerso; coletores-filtradores, que filtram material alimentar

suspensão na coluna d'água; raspadores, que retiram o alimento da superfície de rochas, madeira, folhas e outros materiais submersos; fragmentadores, cujo alimento normalmente consiste de matéria orgânica particulada grossa; e predadores (engolfadores e perfuradores), que atacam e ingerem partes da presa ou perfuram seus tecidos a fim de sugarem fluidos. Assim, o tipo de substrato presente, que está diretamente relacionado à entrada de material alóctone ou mesmo a aspectos como assoreamento e presença de vegetação ciliar, pode definir características estruturais da comunidade, influenciando na presença e abundância e dos grupos de Chironomidae.

Devido aos seus hábitos de alimentação bentônicos, essas larvas estão diretamente expostas a contaminantes em sedimentos ao longo do seu desenvolvimento (NAZAROVA et al., 2004) e, em alguns casos, uma alta densidade destas pode ser indicativo de distúrbio ambiental (MARQUES et al., 1999). GUERESCHI & MELÃO (1997) informam que, em locais que sofrem maior impacto, observaram uma predominância de grupos resistentes à contaminação, como Chironomidae e Oligochaeta. No entanto, de acordo com POPP & HOAGLAND (1995) e KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO (2005), o diagnóstico de possíveis distúrbios deve ser avaliado junto com o conhecimento dos táxons que compõe a família Chironomidae e suas interações com os componentes ambientais. Nesta e em outras abordagens, as informações frequentemente são discutidas em níveis genéricos pela falta de conhecimento da taxonomia e biologia das espécies, especialmente quando se trabalha com imaturos (CRANSTON, 1995; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995).

A presença de populações do gênero *Chironomus* pode ser um bom indicador do enriquecimento orgânico do sedimento e de condições prejudiciais à riqueza do ambiente. MARQUES et al. (1999), estudando a abundância de Chironomidae em ambientes aquáticos impactados, constataram grande densidade de larvas de *Chironomus* em locais muito eutrofizados, concluindo que este gênero se constitui em um seguro indicador de eutrofização nestes ambientes.

SANKARPERUMAL & PANDIAN (1992) constataram que a densidade larval de *Chironomus circumdatus* em lagoas na Índia foi baixa devido ao baixo conteúdo de matéria orgânica contido no sedimento, sendo a abundância de muitos gêneros de Chironomidae significativamente correlacionado com esta variável. CASEY & KENDALL (1996) observaram que a quantidade de matéria orgânica aderida ao substrato é o principal fator que influencia na colonização de invertebrados, pois altera a área de superfície e a homogeneidade física.

Em rios da região serrana do Estado do Rio de Janeiro, SANSEVERINO & NESSIMIAN (1998) apontam larvas de *Lauterborniella* e *Tanytarsus* como habitantes principalmente do folhiço depositado em áreas de remanso, enquanto *Lopescladius* está presente no sedimento. A maior quantidade e variedade de recurso alimentar também tiveram influência no estudo, visto que representantes de *Cricotopus*, cujas larvas podem ter hábitos cortadores, raspadores e coletores, foram encontrados em altas proporções em locais com grande quantidade de matéria orgânica em suspensão e alta incidência luminosa, o que, segundo KIKUCHI (1996), atua incrementando a quantidade de perifiton e algas.

Os resultados do estudo realizado por SURIANO & FONSECA-GESSNER (2004) no Parque Estadual de Campos do Jordão/SP revelaram maior heterogeneidade faunística em rios com vegetação ripária preservada em detrimento de cursos situados próximos a estradas ou bordas do parque. Os cursos mais preservados estão associados com uma maior riqueza, enfatizando assim a necessidade de uma estratégia de conservação para minimizar influências antrópicas.

Tais resultados englobam alguns dos estudos envolvendo a comunidade de Chironomidae. Segundo FITTKAU (2000), desde a descrição do primeiro Chironomidae na América do Sul, por Fabricius, em 1805, muitos trabalhos foram realizados, mas a maior parte da fauna neotropical ainda não foi descrita, sendo fundamentais intensos estudos envolvendo o grupo. Assim, pequeno é o conhecimento acerca da riqueza de espécies de Chironomidae na região Neotropical. Segundo TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1999), no Brasil, 168 espécies têm sido relatadas, distribuídas em 32 gêneros. Estes autores relatam também que os estudos já realizados oferecem poucas informações, o que sugere a necessidade de novos estudos envolvendo esta fauna.

De acordo com PANATTA et al. (2006), revisões, guias e outros trabalhos com gêneros e espécies de Chironomidae têm sido publicados recentemente, visando aumentar a disponibilidade de informações taxonômicas em regiões neotropicais. Como exemplo, pode-se citar: TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995, 1998); ROQUE et al. (2003, 2004); ROQUE & TRIVINHO-STRIXINO (2005); WIEDENBRÜG & FITTKAU (1997); FITTKAU (2001).

Além disso, várias são as possibilidades de estudos abordando esta comunidade, utilizando uma perspectiva estrutural ou funcional, embora vários autores ressaltem a importância da utilização integrada destes pontos de vista (ROSENFELD, 2002; ZILLI et al., 2008). A análise da diversidade beta constitui um importante estudo acerca da partição de habitats por espécies, sendo uma boa perspectiva para análise da biodiversidade em um

sistema aquático. Já se o interesse é a determinação do papel das espécies no ecossistema, uma abordagem dos grupos alimentares funcionais pode ser utilizada (CUMMINS et al., 2005; ZILLI et al., 2008).

Na região Sul, poucos são os trabalhos direcionados ao estudo do grupo. Mesmo em São Paulo, onde foi desenvolvido um maior número de trabalhos, TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1999) citam que o conhecimento sobre os Chironomidae de ambientes lóticos ainda é incipiente e os estudos publicados estão concentrados na região Centro-Oeste do estado.

Estudos com esta comunidade, no Rio Grande do Sul, são escassos, não tendo sido realizados trabalhos na região de Santa Maria, mais especificamente na microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. Esta microbacia está exposta a diversas ações antrópicas, cujas conseqüências podem incluir a alteração da diversidade da fauna aquática. O cultivo do arroz irrigado coincide com a época de menor disponibilidade de água, gerando o principal conflito de uso da região. Dessa forma, o estudo dos Chironomidae neste local pode contribuir para a avaliação das conseqüências dos processos antrópicos para os corpos d'água e para os organismos a eles associados, além de trazer novas informações acerca da estrutura desta fauna em um ambiente subtropical.

Os objetivos do estudo foram: identificar os Chironomidae do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS; avaliar a composição e distribuição espacial da fauna em locais com diferentes características ambientais; analisar a distribuição e composição taxonômica e funcional em diferentes tipos de substratos; relacionar os resultados biológicos com algumas variáveis abióticas analisadas.

O trabalho inclui, além de componentes gerais (resumo, abstract, introdução, material e métodos, conclusões e referências), dois capítulos em forma de artigo científico, possuindo, cada qual, os itens necessários a esta forma de apresentação: resumo e abstract, introdução, material e métodos, resultados, discussão e referências. No capítulo 1 é apresentada a estrutura da fauna de Chironomidae em diferentes locais do rio Vacacaí-Mirim, comparando suas características biológicas com alguns fatores ambientais. No capítulo 2, foram analisadas a composição e estrutura taxonômica e funcional em diferentes tipos de substratos dos locais estudados.

2.0 MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

2.1 Área de estudo

O local de estudo faz parte da microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, que é formada por várias sangas e arroios. Autores como SOARES (2003) consideram esta microbacia em conjunto com a do Rio Vacacaí, formando uma das grandes bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul. A abrangência total desta grande bacia engloba áreas fisiográficas da Campanha e Depressão Central do Estado e é composta por parte ou pela totalidade da área de quatorze municípios.

Separadamente, a microbacia do rio Vacacaí-Mirim ocupa áreas dos seguintes municípios: Itaára e Santa Maria (entre os quais nasce o rio Vacacaí-Mirim), Restinga Seca, Silveira Martins e São João do Polêsine. Segundo NUNES et al. (2005), a microbacia está situada entre as coordenadas geográficas 29° 27'19" e 29° 57'10" de latitude sul e 53° 06'00" e 53° 50'11" de longitude oeste, drenando uma área total de 11.457,19 hectares, que é ocupada com distintos usos da terra.

O município de Santa Maria, que está inserido na região de abrangência da microbacia do rio Vacacaí-Mirim, localiza-se no centro do Estado e ocupa áreas de Planalto e de Depressão Central (CASTILLERO, 1984). O clima subtropical do município apresenta temperatura média anual de 19,3 °C. A média das temperaturas máximas do mês mais quente, janeiro, é de 31,5 °C, e no mês mais frio, julho, atinge os 9,3 °C. A temperatura mínima absoluta é geralmente de 0 °C e a máxima é de 35 °C. A precipitação média anual é superior a 1.500 mm e a região é periodicamente invadida por massas polares e frentes frias, responsáveis pelas baixas temperaturas no inverno e pela regularidade na distribuição das precipitações (ISAÍÁ, 1992 *apud* GRACIOLI, 2005).

Foram definidos quatro pontos de amostragem ao longo do rio Vacacaí-Mirim, no município de Santa Maria (Figura 1), com as seguintes características ambientais:

Ponto A – Localização: 29°40'08"S/ 53°45'26"O. Rio de primeira ordem, com substrato principalmente rochoso e presença de vegetação rasteira em ambas as margens. Pouca erosão das margens e não possui influências antrópicas aparentes.

Ponto B – Localização: 29°40'27"S/ 53°45'05"O. Segunda ordem. Substrato arenoso, rochoso, com folhiço e galhos. Vegetação arbórea em ambas as margens, com pouca erosão e baixa influência antrópica.

Ponto C – Localização: 29°40'58"S/ 53°43'46"O. Terceira ordem, com substrato rochoso e coberto em grande parte por macrófitas aquáticas. Presença de cultura de arroz próxima ao corpo d'água e pecuária. Curso alterado por influência humana e grande erosão das margens.

Ponto D – Localização: 29°41'44"S/ 53°41'07"O. Terceira ordem. Substrato rochoso e arenoso. Influência de lavoura de arroz, com grande parte do curso normal alterado pela retirada de água no período estudado. Erosão moderada das margens.

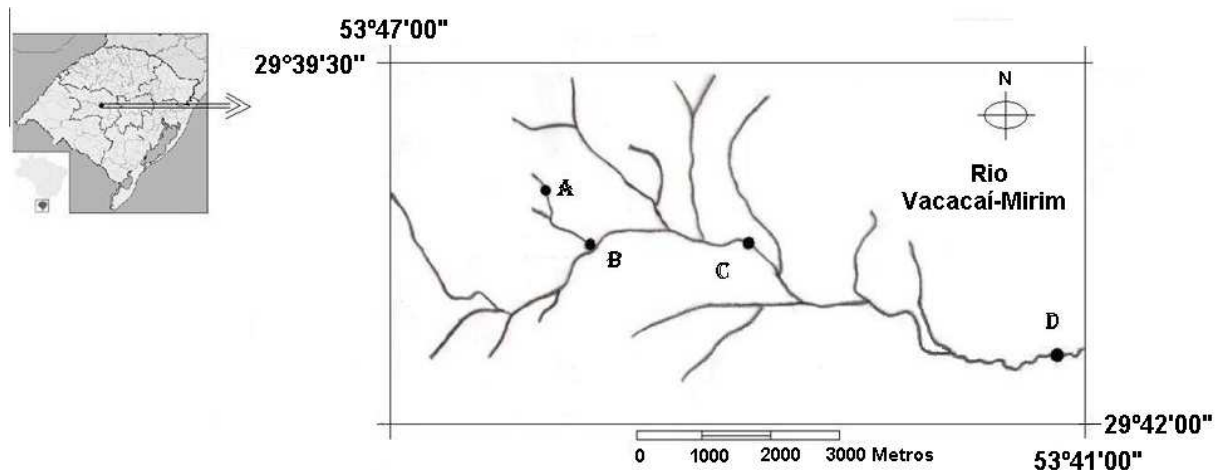


Figura 1 – Localização dos pontos de coleta no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

2.2 Coleta de dados

Nos locais, a fauna de Chironomidae foi coletada juntamente com os demais grupos de macroinvertebrados bentônicos, utilizando para tal um amostrador Surber, com abertura de malha de 0,25 mm e área de 0,1 m². Foram coletadas diferentes amostras em cada ponto de coleta, compreendendo os diferentes substratos presentes. O sedimento foi acondicionado em sacos plásticos (um para cada amostra) e fixado com formaldeído 5%. Em laboratório, este material foi triado em uma série de tamizes com diferentes aberturas de malha (2,00; 1,00; 0,5

e 0,25 mm). O material restante deste processo foi triado com auxílio de estereomicroscópio.

Com os Chironomidae obtidos foram montadas lâminas semipermanentes, utilizando meio de Hoyer (goma-arábica, hidrato de cloral, glicerina e água destilada). Estas foram submetidas à secagem em estufa a 35 °C durante 48 horas, aproximadamente. O processo de montagem das lâminas está detalhado no guia de TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995), que também foi utilizado para identificação até gênero dos Chironomidae, em microscópio óptico, juntamente com chaves de CRANSTON (2000) e EPLER (2001).

Também foram verificados alguns parâmetros físico-químicos e morfométricos dos locais. *In situ*: profundidade; largura; velocidade de correnteza (utilizando flutuador); vazão, determinada pelo produto entre a velocidade e a área de um trecho previamente definido para amostragem; temperatura, utilizando um sensor de temperatura acoplado a um pHmetro; pH (por potenciometria), com um pHmetro Ohaus; condutividade elétrica (método potenciométrico), utilizando um Condutivímetro Marte MB-11P; e oxigênio dissolvido, utilizando Oxímetro Digimed. Em laboratório, utilizando amostras de água da subsuperfície, do corpo hídrico, devidamente conservadas e refrigeradas, foi mensurado: resíduo total (gravimetria), pela secagem das amostras a 105°C; turbidez, (método nefelométrico), utilizando Turbidímetro Policontrol 2000; nitrito, pelo método espectrofotométrico do NED (N-(1-naftil)-etilenodiaminadihidrocloro); nitrato, pelo método espectrofotométrico, utilizando salicilato de sódio como reagente determinante; amônio, pelo método de Nessler; e fósforo total, método espectrofotométrico do molibdato de amônio e ácido ascórbico. As amostras para as análises de nutrientes foram conservadas por meio da adição de cloreto de mercúrio à água. Com amostras de sedimento dos locais foi mensurado o conteúdo de matéria orgânica do sedimento, pelo método das cinzas livres.

Os métodos para análise destes parâmetros estão descritos por MARTINELLI & KRUSCHE (2004) (parâmetros morfométricos) e no *Standart methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 1998) (demais parâmetros).

2.3 Análise de dados

Com os resultados biológicos foi determinada a densidade de organismos (nº de indivíduos/m²), a riqueza e a distribuição relativa dos gêneros de Chironomidae, além de aplicação do índice de diversidade de Shannon e Equitabilidade de Pielou, de acordo com

MAGURRAN (1988). A estrutura funcional das assembleias dos locais foi estabelecida segundo a classificação em guildas de alimentação de MERRIT & CUMMINS (1996). Os locais foram comparados através de testes estatísticos, assim como a associação com os diferentes substratos encontrados. Mais detalhes são apresentados nos capítulos específicos.

CAPÍTULO 1

ESTRUTURA DA COMUNIDADE

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA) NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ-MIRIM, SANTA MARIA/RS.

Rodrigo König & Sandro Santos

RESUMO

A família Chironomidae normalmente é o grupo de macroinvertebrados bentônicos mais representativo em ambientes dulcícolas. Possui papel importante na dinâmica trófica e, por integrar vários processos biológicos, está sujeita a influência de inúmeros fatores ambientais. Este estudo objetivou avaliar a composição e estrutura da comunidade de Chironomidae em diferentes ambientes do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS. Para tal, foi realizada uma coleta em dezembro/07, utilizando um amostrador Surber, em quatro pontos de amostragem com diferentes características. Juntamente, foram analisadas algumas variáveis abióticas dos locais. Os organismos foram identificados até gênero e os resultados expressos em termos de densidade absoluta e relativa dos grupos, riqueza taxonômica, diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou. Os locais foram comparados por análise de variância e estatística multivariada por meio de análises de agrupamento e ordenação. Os pontos A e B foram considerados menos alterados físico-quimicamente, apresentando baixos valores de condutividade elétrica, sólidos totais e nutrientes, além de alta oxigenação, ao contrário dos pontos C e D, mais afetados antropicamente. A subfamília Chironominae foi a mais abundante no estudo, seguida de Orthoclaadiinae e Tanypodinae. O ponto com maior densidade biológica foi C, principalmente pela grande quantidade de *Rheotanytarsus*, o táxon mais abundante do estudo, seguido por *Cricotopus/Orthocladius* e *Thienemannimyia*. O local teve a menor riqueza e diversidade do estudo e foi associado a níveis elevados de formas nitrogenadas, em consequência do cultivo de arroz próximo ao corpo hídrico, promovendo o desaparecimento de grupos mais sensíveis a tais características. No ponto D também pode ser verificada a influência da agricultura, através da retirada da água para irrigação e do incremento nos níveis de fosfato, resultando em grande presença de alguns grupos mais tolerantes a essas condições. O ponto A, apesar da qualidade hídrica satisfatória, apresentou riqueza intermediária, provavelmente pela pouca heterogeneidade de microambientes no local. O ponto B obteve a maior diversidade, riqueza e equitabilidade do estudo, apresentando vários táxons exclusivos. A presença de vegetação ripária, as boas condições abióticas e a maior heterogeneidade de substratos pode ter favorecido a manutenção de uma fauna diversificada.

Palavras-chave: Chironomidae; fatores ambientais; qualidade hídrica; estrutura da comunidade.

CHIRONOMIDAE (DIPTERA) COMMUNITY STRUCTURE IN THE VACACAÍ-MIRIM RIVER HYDROGRAPHIC MICROBASIN, SANTA MARIA/RS.

ABSTRACT

The Chironomidae family is normally the most representative benthic macroinvertebrate group in freshwater environments. It presents important role in the feeding dynamics and as it interacts with many biological processes, it is subjected to the influence of various environmental factors. This study aimed at evaluating the Chironomidae community structure and composition in different environments in the Vacacaí-Mirim river, in Santa Maria, in the state of Rio Grande do Sul. For this, a collection was carried out in December of 2007, utilizing a Surber sampler, in four sampling points with different characteristics. Concomitantly, some non-biotic variables of these locations were analyzed. The organisms were identified up to genus level and the results were expressed in terms of the groups absolute and relative density, taxonomic richness, Shannon diversity and Pielou equitability. The locations were compared by variance analysis and multivariate statistics by grouping and ordination analyses. The points A and B were considered the least physical-chemically altered, having low values of electric conductivity, total solids and nutrients, besides having high oxygenation, in opposition to the points C and D, more affected by human activities. The subfamily Chironominae was the most abundant in this study, followed by Orthoclaadiinae and Tanypodinae. The point with highest biological density was C, mainly because of its large quantity of *Rheotanytarsus*, the most abundant taxon in this study, followed by *Cricotopus/Orthocladius* and *Thienemannimyia*. This location presented the lower richness and diversity of this study and it was associated to high levels of nitrogen forms, as a consequence of rice cultivation close to the water body, promoting the disappearance of more sensitive groups to these characteristics. In the point D, it can also be checked the agriculture influence by the water removal for irrigation and by increasing of phosphate levels, resulting in the great presence of some groups more tolerant to such conditions. Point A, in spite of the satisfactory water quality, showed intermediate richness, probably because of the low heterogeneity of microenvironments in this location. Point B obtained the highest diversity, richness and equitability of the study, presenting various exclusive taxa. The presence of riparian vegetation, the good non-biotic conditions and the highest substrata heterogeneity might have favored the maintenance of a diverse fauna.

Key-words: Chironomidae; environmental factors; water quality; community structure.

INTRODUÇÃO

Em rios, várias investigações têm sido conduzidas para avaliar como fatores ambientais influenciam padrões de diversidade (FESL, 2002). Qualquer mudança ambiental afeta a estrutura (densidade, riqueza e diversidade) ou a organização funcional de diferentes comunidades, como a de macroinvertebrados bentônicos, em ambientes aquáticos (PEREIRA & DE LUCA, 2003).

Dentro deste grupo, a família Chironomidae (Diptera) destaca-se e, normalmente, suas larvas predominam em sistemas aquáticos dulcícolas (COHEN, 1986; BRITO JR. et al., 2005). As larvas de Chironomidae geralmente vivem sobre ou no sedimento, se alimentando de detritos e da microfauna e flora associadas, ocupando posição importante na dinâmica trófica de ecossistemas aquáticos de água doce ao reciclar nutrientes no sedimento e alterar a composição da matéria orgânica particulada (SANKARPERUMAL & PANDIAN, 1992).

Muitas vezes, estes são os organismos que primeiro colonizam alguns habitats, além de modificar a composição da comunidade de acordo com as condições físicas, químicas e tróficas do ambiente ao longo do tempo. Por esta razão, exibem potencial para serem usados em estudos sobre os efeitos da dinâmica espacial (BOTTS, 1997; ABÍLIO et al., 2005) e, por possuírem um ciclo de vida suficientemente longo e se moverem pouco, integram muito bem vários processos biológicos aquáticos e podem servir como indicadores de condições ambientais (SEMINARA & BAZZANTI, 1988). Assim, estudos sobre a distribuição de gêneros de Chironomidae podem fornecer dados adicionais para avaliação do sistema, informando sobre a influência de alterações no substrato, nas variáveis hídricas, na vegetação de entorno, dentre outras (KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO, 2005).

Alguns gêneros de Chironomidae possuem grande habilidade fisiológica para tolerar ambientes diversos, superando a de outros grupos de insetos aquáticos e conquistando, dessa forma, ampla distribuição geográfica (COFFMAN, 1995). Inúmeras são as descrições para as regiões Paleártica e Neártica, entretanto, considerando a grande diversidade do grupo, somente 709 espécies em 155 gêneros são registradas para a região Neotropical (SPIES & REIS, 1996). Apenas as subfamílias Chironominae, Orthoclaadiinae e Tanypodinae são comuns no Brasil e a riqueza de espécies destes grupos é ainda pouco conhecida no país. No entanto, vários trabalhos têm sido publicados recentemente, visando aumentar a disponibilidade de informações taxonômicas em regiões neotropicais (PANNATA et al., 2006).

O presente trabalho constitui o primeiro estudo dessa comunidade na região de Santa Maria, mais especificamente na microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, que está exposta a diversas ações antrópicas, cujas conseqüências podem incluir a alteração da diversidade da fauna aquática. O cultivo do arroz irrigado coincide com a época de menor disponibilidade de água, gerando o principal conflito de uso da região. Dessa forma, o estudo dos Chironomidae nesta área pode contribuir para a avaliação das conseqüências dos processos para os corpos d'água e para os organismos a eles associados, além de trazer novas informações acerca dos grupos representantes dessa fauna, em um ambiente subtropical. O objetivo foi avaliar a composição e estrutura da comunidade de Chironomidae em diferentes locais do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS, relacionando os resultados com as características ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O local estudado faz parte da microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, que, juntamente com a microbacia do rio Vacacaí forma uma das grandes Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul. A abrangência total desta grande bacia engloba áreas fisiográficas da Campanha e Depressão Central do Estado e é composta por parte ou pela totalidade da área de quatorze municípios.

Segundo NUNES et al. (2005), a microbacia do rio Vacacaí-Mirim drena uma área total de 11.457,19 hectares, que é ocupada com distintos usos da terra. O município de Santa Maria, que está inserido na região de abrangência da microbacia, localiza-se no centro do Estado e ocupa áreas de Planalto e de Depressão Central (CASTILLERO, 1984). O clima subtropical do município apresenta temperatura média anual de 19,3 °C. A precipitação média anual é superior a 1.500 mm e a região é periodicamente invadida por massas polares e frentes frias, responsáveis pelas baixas temperaturas no inverno e pela regularidade na distribuição das precipitações (ISAÍA, 1992 *apud* GRACIOLI, 2005).

Foram definidos quatro pontos de amostragem ao longo do rio Vacacaí-Mirim, no município de Santa Maria (Figura 1), com diferentes características ambientais (Quadro 1), sendo o ponto A de primeira ordem, o ponto B de segunda e os pontos C e D de terceira.

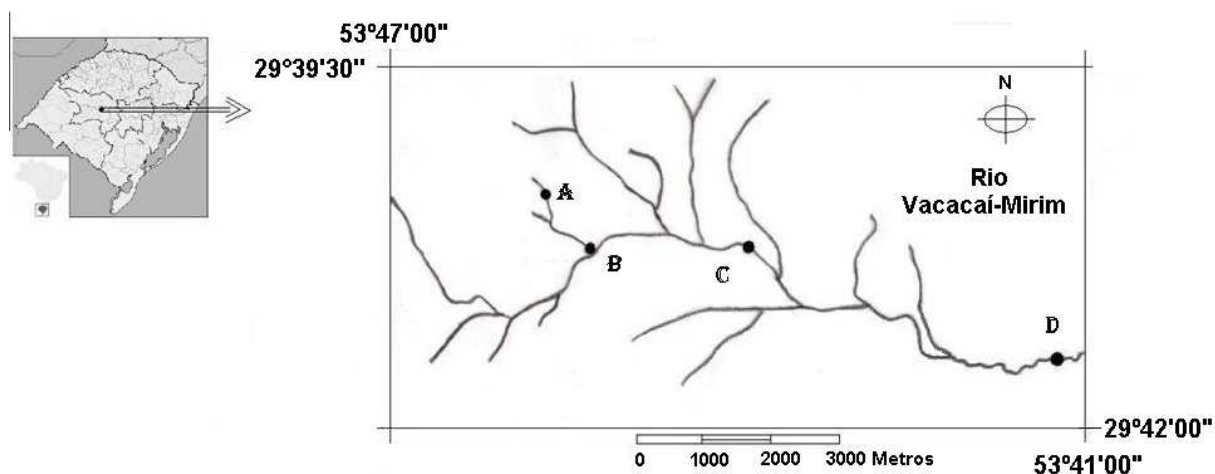


Figura 1 – Localização dos pontos de coleta no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Características	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D
Localização (latitude/longitude)	29°40'08" S/ 53°45'26" O	29°40'27" S/ 53°45'05" O	29°40'58" S/ 53°43'46" O	29°41'44" S/ 53°41'07" O
Substrato	- Rochoso - Folhiço	- Rochoso - Arenoso - Folhiço	- Rochoso - Vegetação submersa	- Rochoso - Arenoso
Vegetação Ciliar	Rasteira em ambas as margens	Arbórea em ambas as margens	Ausente	Arbórea, principalmente na margem direita
Característica Impactante	Ausente	Ausente	Agricultura (arroz) e pecuária	Agricultura (arroz)
Erosão próxima às margens	Pouca	Pouca	Acentuada	Moderada

Quadro 1 – Caracterização (determinação visual) e localização geográfica dos pontos de coleta do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Coleta de dados

No mês de dezembro de 2007, a fauna de Chironomidae de cada local foi coletada juntamente com os demais grupos de macroinvertebrados bentônicos, utilizando para tal um amostrador Surber, com abertura de malha de 0,25 mm e área de 0,1 m². Foram realizadas diferentes amostragens em cada local (A: 7; B:8; C: 6; D:5), de acordo com os diferentes substratos presentes.

O sedimento obtido foi acondicionado em sacos plásticos (um para cada amostra) e fixado com formaldeído 5%. Em laboratório, foi triado em uma série de tamizes com diferentes aberturas de malha (2,00; 1,00; 0,5 e 0,25 mm). O material restante deste processo foi triado com auxílio de estereomicroscópio e, após montagem de lâminas semipermanentes

(utilizando meio de Hoyer), a identificação dos Chironomidae até gênero foi realizada em microscópio óptico, utilizando chaves de TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995), CRANSTON (2000) e EPLER (2001).

Foram verificados alguns parâmetros morfométricos dos locais: profundidade, largura, velocidade de correnteza (utilizando flutuador) e vazão. Os métodos para a análise destes parâmetros estão descritos por MARTINELLI & KRUSCHE (2004).

Também foram mensuradas algumas variáveis físico-químicas. *In situ*: temperatura, utilizando um sensor de temperatura acoplado a um pHmetro; pH (por potenciometria), com um pHmetro Ohaus; condutividade elétrica (método potenciométrico), utilizando um Condutímetro Marte MB-11P; e oxigênio dissolvido, utilizando Oxímetro Digimed. Em laboratório, utilizando amostras de água coletadas na subsuperfície dos corpos hídricos, devidamente conservadas e refrigeradas: sólidos totais (gravimetria), turbidez, (método nefelométrico), utilizando Turbidímetro Policontrol 2000; nitrito, nitrato, amônio e fosfato total (pelo método espectrofotométrico, utilizando amostras anteriormente conservadas pela adição de cloreto de mercúrio à água). Com amostras de sedimento dos locais foi mensurado o conteúdo de matéria orgânica do sedimento, por meio do método das cinzas livres. Procedimentos utilizados para as análises encontram-se no *Standart methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 1998).

Análise de dados

Com os resultados biológicos foi determinada a densidade média de organismos (n° de indivíduos/ m^2) em função do número de amostras obtidas de cada área, a riqueza taxonômica e a distribuição relativa (%) dos gêneros de Chironomidae, além de aplicação do índice de diversidade de Shannon e Equitabilidade de Pielou, de acordo com MAGURRAN (1988). Para a riqueza, curvas de rarefação foram construídas para cada local, utilizando a densidade média das amostras de cada ponto. Nesta análise, o número de gêneros é estimado para k indivíduos, visto as diferenças de densidade dos locais. As quatro curvas foram comparadas para uma amostra de 1.001 indivíduos, por este representar o maior valor de densidade passível de comparação entre os quatro pontos. A análise, juntamente com os índices de diversidade e equitabilidade, foi realizada no Programa Biodiversity Pro (MCALECEE et al., 1997).

Para verificar se existiram diferenças na estrutura da comunidade (riqueza, densidade, diversidade e equitabilidade) foram utilizados os dados das diferentes amostras de cada local

para aplicação de uma ANOVA, por meio do programa Bioestat 3.0 (AYRES et al., 2003). Para riqueza, foram utilizados os dados da análise de rarefação, considerando o maior valor de densidade comparável. Os ambientes também foram submetidos às seguintes análises:

- agrupamento dos locais com todas as variáveis abióticas, utilizando o índice de similaridade de Gower como medida de semelhança e ligação média não-ponderada (UPGMA) como método de agrupamento;
- agrupamento dos táxons, com exceção dos grupos menos representativos, utilizando os dados da densidade média destes nos ambientes, distância euclidiana como medida de dissimilaridade e ligação média não-ponderada;
- análise de correspondência canônica (ACC), conduzida com base em uma matriz contendo os dados de algumas variáveis abióticas (velocidade de correnteza, condutividade, sólidos totais, pH, oxigênio dissolvido, nitrato, fosfato e matéria orgânica) e outra com os táxons mais representativos.
- com os dados da composição de cada amostra, foi conduzida uma análise de variância multivariada (MANOVA), realizando testes de aleatorização (10.000 iterações) para comparação dos grupos de unidades amostrais (verificando-se todos contrastes entre pares).

Nas análises, foram utilizados dados logaritmizados ($\log x+1$), exceto pH. Foram considerados menos representativos os grupos com densidade média inferior a 0,2%. Para as análises de agrupamento e correspondência foi utilizado o programa Multivariate Statistical Package (MVSP) e para MANOVA o aplicativo MULTIV (PILLAR, 1997).

RESULTADOS

A análise de agrupamento utilizando todas as variáveis abióticas consideradas no estudo caracteriza dois tipos de ambientes: um formado pelos pontos A e B e outro por C e D (Figura 2). Comparativamente, o ponto C apresentou maiores valores para velocidade de correnteza (0,30 m/s), concentração das formas nitrogenadas (15,87 mg/L) e percentual de matéria orgânica (16,3%) (Tabela 1). O ponto D caracteriza-se por possuir elevados níveis de sólidos totais e fosfato (256,7 e 0,56 mg/L, respectivamente), além da baixa concentração de oxigênio dissolvido. Os pontos A e B, além da pouca profundidade, apresentaram menores valores para sólido totais (63,3 e 50,0 mg/L, respectivamente), condutividade elétrica (131,3 e 148,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente), percentual de matéria orgânica (9,2% em A e 6,5% em B) e para a maioria dos nutrientes analisados.

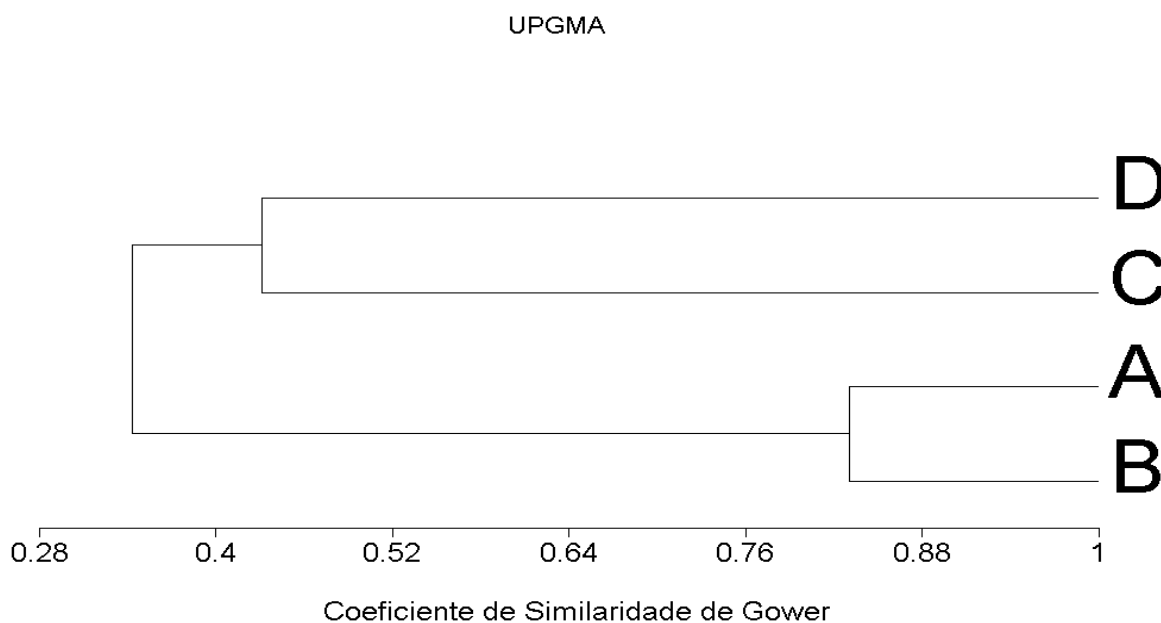


Figura 2 – Dendrograma dos pontos de coleta do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS, a partir da Análise de Agrupamento pelo método da ligação média não-ponderada (UPGMA) usando o coeficiente de similaridade de Gower.

Tabela 1 – Médias das variáveis abióticas consideradas nos quatro pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Ponto	A	B	C	D
Largura (m)	1,85	1,98	4,83	1,13
Profundidade (m)	0,19	0,13	0,18	0,04
Velocidade (m/s)	0,08	0,09	0,30	0,15
Vazão (m ³ /s)	0,03	0,02	0,26	0,01
Temperatura da água (°C)	18,4	18,9	28,0	23,53
Sólidos Totais (mg/L)	63,3	50,0	108,0	256,7
Condutividade (μS/cm)	131,3	148,3	383,0	319,7
Turbidez (UNT)	5,8	3,3	15,2	18,9
pH	8,1	8,4	8,3	7,9
Oxigênio Dissolvido.	10,4	9,7	10,9	4,8
Matéria Orgânica (%)	9,2	6,5	16,3	11,7
Amônia + Nitrato + Nitrito (mg/L)	2,02	1,82	15,87	6,96
Fósforo (mg/L)	0,07	0,14	0,25	0,56

As três subfamílias amostradas (Chironominae, Orthocladiinae e Tanypodinae) ocorreram em todos os pontos, porém em maior quantidade em C (Figura 3), sendo, portanto, o local com maior densidade média de organismos. Chironominae só não foi a mais representativa no ponto A, no qual houve predominância de Orthocladiinae (Figura 4). A

representatividade de cada subfamília foi: 48% de Chironominae, 32% Orthoclaadiinae e 20% Tanypodinae. A maior riqueza taxonômica também foi da subfamília Chironominae (15 táxons), seguido de Orthoclaadiinae (8) e Tanypodinae (7) (Figura 5).

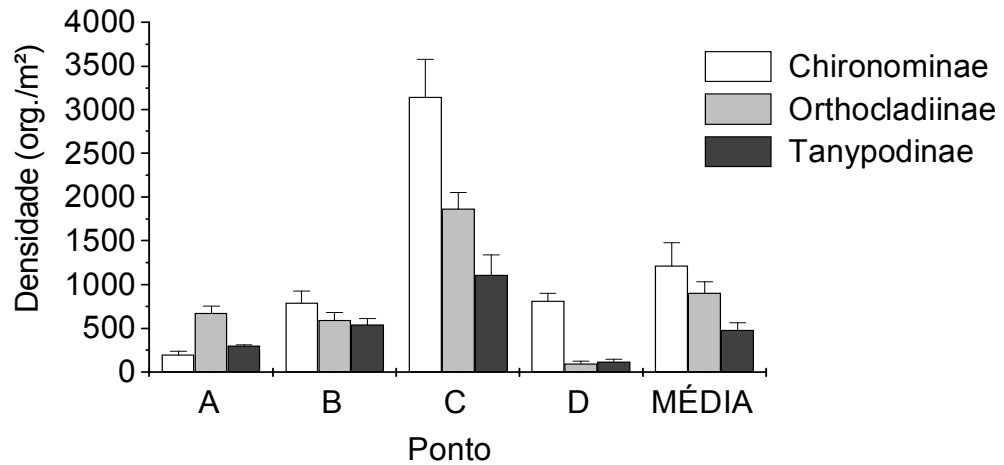


Figura 3 – Densidade (organ./m²) das subfamílias de Chironomidae nos quatro pontos de amostragem e densidade média no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

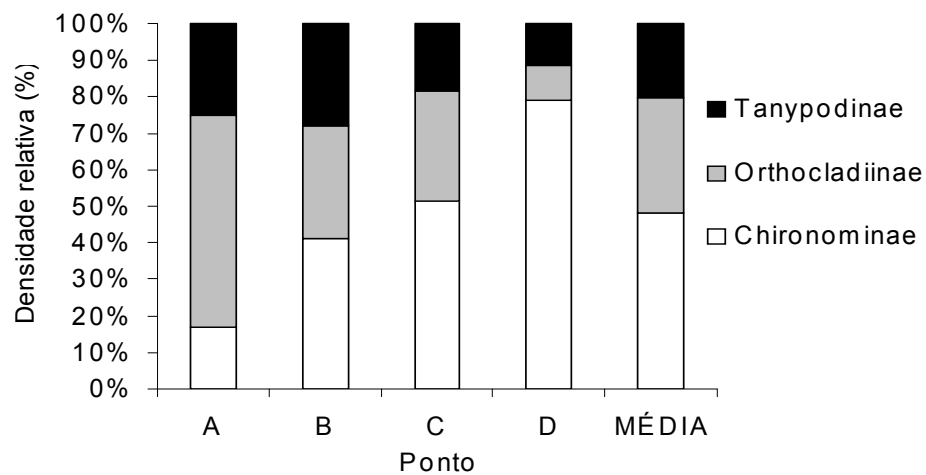


Figura 4 – Densidade relativa (%) das subfamílias de Chironomidae nos quatro pontos de amostragem e densidade relativa média no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

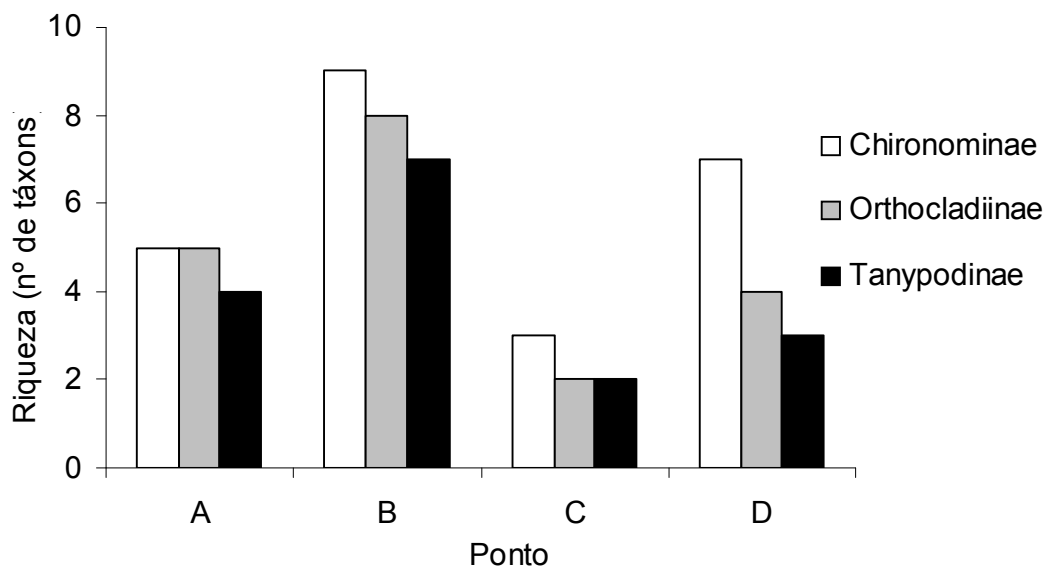


Figura 5 – Riqueza taxonômica das subfamílias de Chironomidae nos quatro pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Foram amostrados 30 gêneros de Chironomidae nos quatro pontos de coleta. Conforme recomendado por EPLER (2001), algumas larvas foram citadas como *Cricotopus/Orthocladius*, devido à grande semelhança entre os grupos, o que dificultou a identificação precisa. Os gêneros mais abundantes foram: *Rheotanytarsus* (31,2% do total), *Cricotopus/Orthocladius* (14,5%), *Thienemannimyia* (14,4%) e *Polypedilum* (11,1%) (Tabela 2). *Parametriocnemus* e *Polypedilum* foram mais representativos nos pontos A e B, respectivamente, enquanto *Rheotanytarsus* predominou em C e D.

Na estimativa da riqueza para os quatro pontos estudados (Figura 6), pela técnica de rarefação, observou-se que, em uma amostra de 1.001 indivíduos retirados ao acaso, o ponto B foi o mais rico (21,9 gêneros), seguido pelos pontos A e D (14 cada) e por C (7). Além da maior riqueza, o ponto B também apresentou a maior diversidade do estudo (Tabela 3). Em contrapartida, no ponto C obteve-se a menor diversidade dentre os locais.

Tabela 2 – Densidade média absoluta (nº de larvas/m²) e relativa (%) dos gêneros de Chironomidae, nos quatro pontos de amostragem e densidade média geral encontrada no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Taxa	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D	Densidade Média
Chironominae					
<i>Apedilum</i>	0	0	0	2 (0,19)	0,5 (0,02)
<i>Caladomyia</i>	0	3,75 (0,19)	0	0	0,94 (0,04)
<i>Chironomus</i>	27,14 (2,26)	0	111,67 (1,82)	56 (5,42)	48,7 (1,89)
<i>Cryptochironomus</i>	0	6,25 (0,32)	0	0	1,56 (0,06)
<i>Dicrotendipes</i>	0	0	0	124 (11,99)	31 (1,21)
<i>Endotribelos</i>	0	1,25 (0,06)	0	0	0,31 (0,01)
<i>Harnischia</i>	20 (1,66)	6,25 (0,32)	0	0	6,56 (0,26)
<i>Kiefferulus</i>	0	0	0	4 (0,39)	1 (0,04)
<i>Parachironomus</i>	0	0	0	136 (13,15)	34 (1,32)
<i>Paratendipes</i>	22,86 (1,90)	0	0	0	5,71 (0,22)
<i>Polypedilum</i>	101,43 (8,45)	526,25 (27,22)	503,33 (8,22)	8 (0,77)	284,75 (11,07)
<i>Rheotanytarsus</i>	31,43 (2,62)	162,5 (8,40)	2525 (41,27)	486 (47,00)	801,23 (31,16)
<i>Stenochironomus</i>	0	3,75 (0,19)	0	0	0,94 (0,04)
<i>Tanytarsus</i>	0	83,75 (4,33)	0	0	20,94 (0,81)
Tanytarsini tipo I	0	1,25 (0,06)	0	0	0,31 (0,01)
Orthoclaadiinae					
<i>Corynoneura</i>	0	120 (6,20)	0	0	30,0 (1,17)
<i>Cricotopus</i>	0	116,25 (6,01)	0	16 (1,55)	33,06 (1,29)
<i>Cricotopus/ Orthoclaadius</i>	70 (5,83)	168,75 (8,72)	1216,67 (19,88)	38 (3,68)	373,35 (14,51)
<i>Lopescladius</i>	180 (15,00)	81,25 (4,20)	0	0	65,31 (2,54)
<i>Nanocladius</i>	0	5 (0,26)	0	20 (1,93)	6,25 (0,24)
<i>Parametrioctenemus</i>	377,14 (31,45)	2,5 (0,13)	0	0	94,91 (3,69)
<i>Rheocricotopus</i>	21,43 (1,79)	10 (0,52)	0	0	7,86 (0,31)
<i>Thienemanniella</i>	47,14 (3,93)	96,25 (4,97)	648,33 (10,59)	28 (2,71)	204,93 (7,97)
Tanypodinae					
<i>Ablabesmyia</i>	0	112,5 (5,81)	0	8 (0,77)	30,12 (1,17)
<i>Labrundinia</i>	40 (3,33)	56,25 (2,91)	0	0	24,06 (0,94)
<i>Larsia</i>	42,86 (3,57)	58,75 (3,04)	31,66 (0,52)	20 (1,93)	38,32 (1,49)
<i>Pentaneura</i>	191,43 (15,95)	25 (1,29)	0	0	54,11 (2,10)
<i>Thienemannimyia</i>	27,14 (2,26)	282,5 (14,60)	1083,33 (17,70)	88 (8,51)	370,24 (14,39)
<i>Zavrelimyia</i>	0	3,75 (0,19)	0	0	0,94 (0,04)
Pentaneurini tipo I	0	1,25 (0,06)	0	0	0,31 (0,01)
TOTAL	1200	1935	6120	1034	2572,25

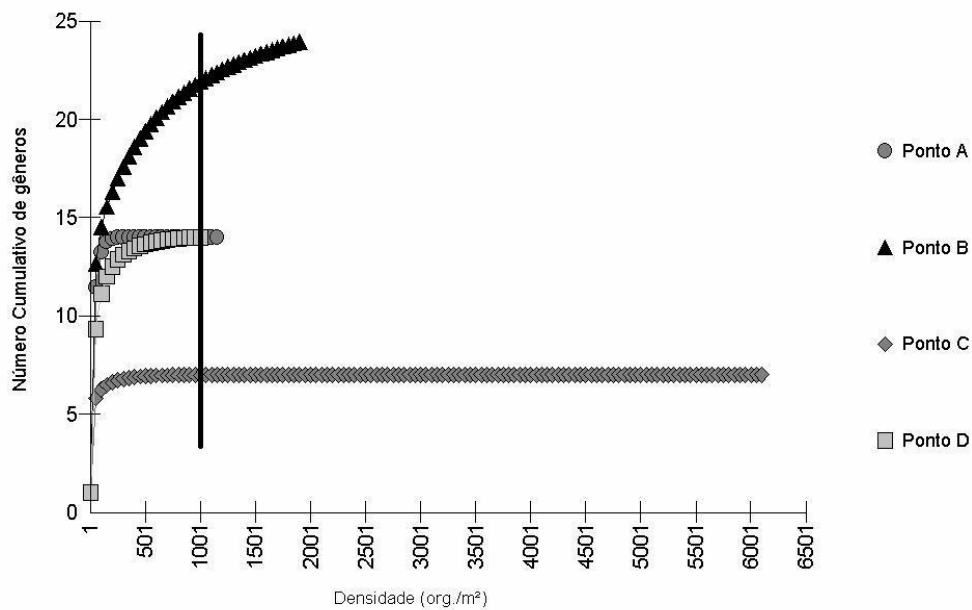


Figura 6 – Curvas de rarefação para as comunidades de Chironomidae dos quatro pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS. A barra indica a maior subamostra comparável (1.001 indivíduos).

Tabela 3 – Riqueza taxonômica, Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade (J) nos quatro pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D	Total
Riqueza (rarefação)	14	21,93	7	14	30
H'	3,11	3,44	2,22	2,58	3,23
J	0,82	0,75	0,79	0,68	0,66

A análise multivariada comparando a composição dos locais revelou diferença entre todos os pontos (Tabela 4). A análise da estrutura através da ANOVA revelou que: os pontos A e B não diferiram estatisticamente quanto à diversidade e equitabilidade, assim como C e D; o ponto C foi diferente dos demais quanto à densidade e riqueza; o ponto D apresentou equitabilidade estatisticamente menor em relação a A e B.

Tabela 4 – Comparação da composição dos locais amostrados no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS, pela análise de variância multivariada (MANOVA) e da estrutura das comunidades pela análise de variância (ANOVA).

MANOVA	P	SQ entre grupos - dentro de grupos	Contrastes entre grupos: soma de quadrados (* = p<0,01)					
			A-B	A-C	A-D	B-C	B-D	C-D
	0,001	289,49 – 113,08	102,2*	105,6*	107,0*	94,9*	101,8*	62,5*
ANOVA	p	F	Teste de Tukey: Valores de Q (* = p<0,05; ** = p<0,01)					
			A-B	A-C	A-D	B-C	B-D	C-D
Diversidade	4.10 ⁻⁶	28,53	2,51	8,77**	5,95**	11,44**	8,38**	2,31
Densidade	3.10 ⁻⁶	30,26	3,22	11,62**	1,00	8,88**	3,96*	11,64**
Riqueza	8.10 ⁻⁵	14,23	1,51	7,18**	1,95	8,85**	3,38	4,71*
Equitabilidade	0,008	5,18	1,06	0,98	4,31*	2,02	5,39**	3,27

Os gêneros *Thienemannimyia*, *Rheotanytarsus*, *Cricotopus/Orthocladius*, *Polypedilum*, *Thienemanniella* e *Larsia* foram encontrados em todos os locais e formam um dos clados da análise de agrupamento (Figura 7). A maior parte destes gêneros ocorreu em grande quantidade no ponto C. *Chironomus*, *Nanocladius*, *Parachironomus* e *Dicrotendipes* ocorreram principalmente no ponto D. A maioria dos demais gêneros considerados na análise esteve presente somente nos pontos A e/ou B.

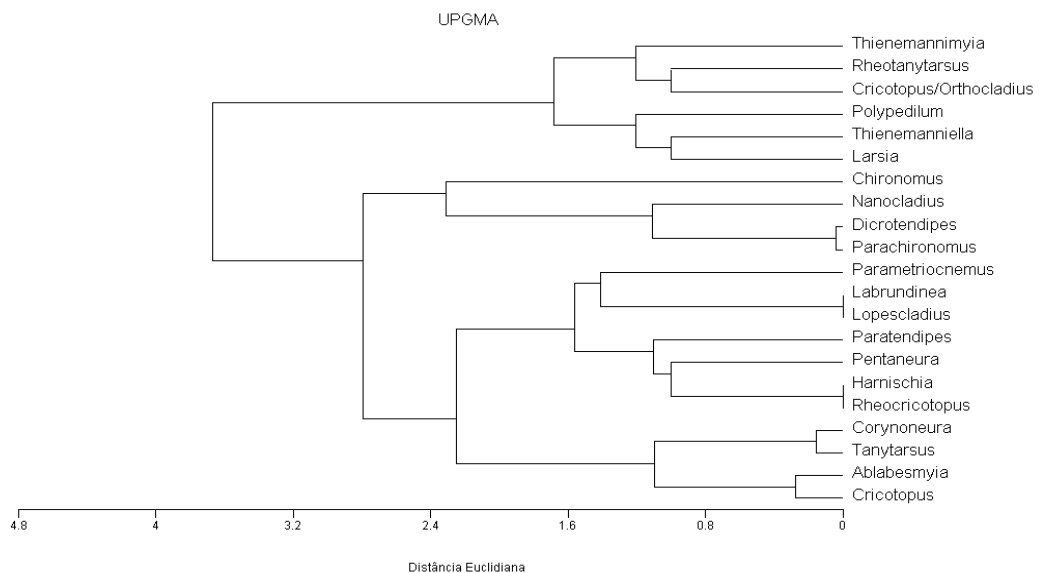


Figura 7 – Dendrograma dos táxons mais representativos no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS, a partir da análise de agrupamento pelo método da ligação média não-ponderada (UPGMA) usando a distância euclidiana.

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica (ACC) explicaram 79,2% da variância total dos dados (Figura 8). O eixo 1 explicou 50,5% da variância e esteve positivamente relacionado com elevados valores de nutrientes (fosfato e nitrato), condutividade elétrica, sólidos totais, matéria orgânica e velocidade de correnteza, que caracterizaram os pontos C e D. A este estiveram associados, principalmente, os gêneros *Parachironomus* e *Dicrotendipes*.

O eixo 2 explicou 28,7% da variância total dos dados e esteve positivamente relacionado com pH e fosfato. Altas concentrações de oxigênio projetam-se negativamente ao eixo 2 e 1, caracterizando principalmente o ponto A. *Paratendipes* foi o grupo mais fortemente associado a este local, enquanto *Tanytarsus* e *Corynoneura* destacam-se em B.

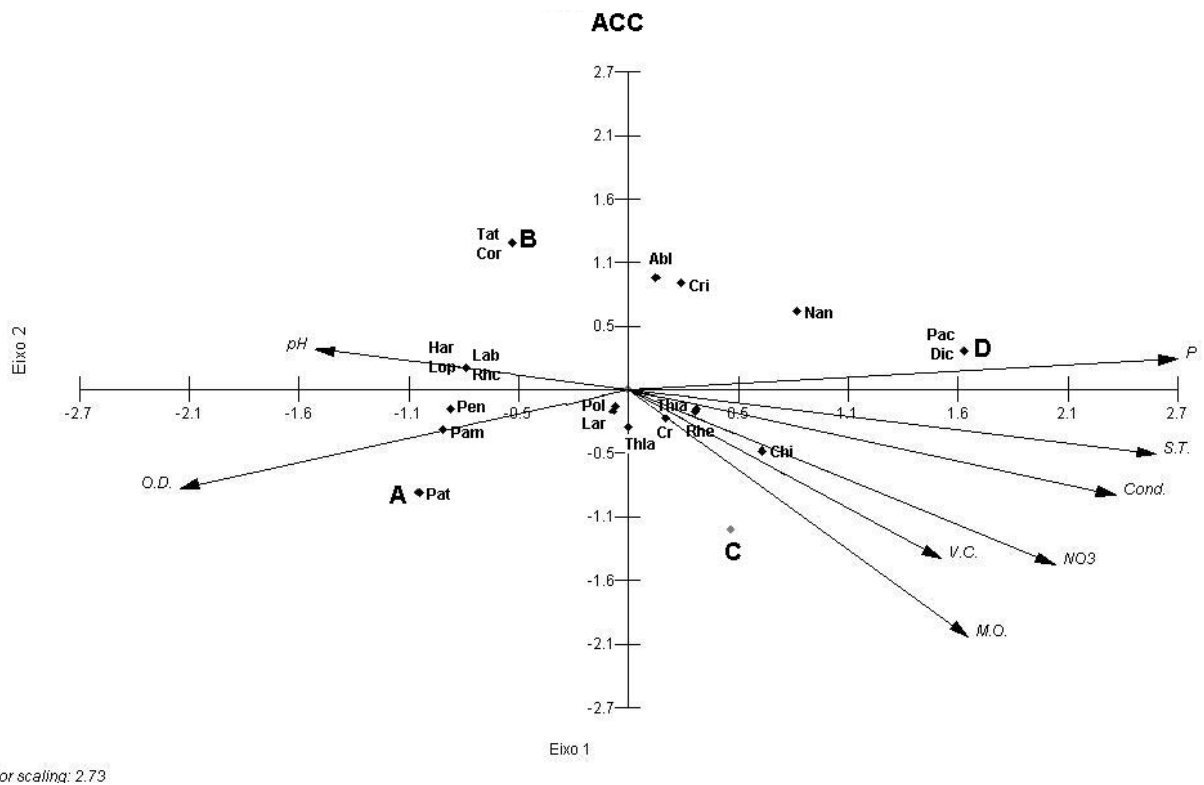


Figura 8 – Diagrama de ordenação da ACC com os gêneros de Chironomidae mais representativos e algumas das variáveis abióticas mensuradas nos quatro pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Abl (*Ablabesmyia*), Cri (*Cricotopus*), Nan (*Nanocladius*), Pac (*Parachironomus*), Dic (*Dicrotendipes*), Chi (*Chironomus*), Rhe (*Rheotanytarsus*), Thia (*Thienemannimyia*), Cr (*Cricotopus/Orthocladius*), Lar (*Larsia*), Pol (*Polypedilum*), Pat (*Paratendipes*), Pam (*Parametriocnemus*), Pen (*Pentaneura*), Rhc (*Rheocricotopus*), Lop (*Lopescladius*), Lab (*Labrundinea*), Har (*Harnischia*), Cor (*Corynoneura*), Tat (*Tanytarsus*). pH, P (fosfato total), S.T. (sólidos totais), Cond. (Condutividade), NO₃ (nitrato), V.C. (velocidade de correnteza), M.O. (percentual de matéria orgânica), O.D. (oxigênio dissolvido).

DISCUSSÃO

A divisão dos pontos de estudo em dois grupos distintos pode ser explicada por algumas das variáveis ambientais avaliadas neste estudo. As propriedades morfométricas semelhantes, os baixos valores de sólidos totais, de porcentagem de matéria orgânica, condutividade e nutrientes, e os altos valores de oxigênio dissolvido, caracterizam os pontos A e B como os ambientes menos alterados físico-quimicamente, possuindo características mais próximas de ambientes naturais e rios de menor ordem.

Por outro lado, os pontos C e D apresentaram padrões de ambientes mais influenciados antropicamente. Os resultados apontam para o enriquecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio, no ponto C, sugerindo maior grau de eutrofização. A pouca profundidade e largura do ponto D são explicadas pela drenagem da água do local nos dias próximos à coleta, visando sua utilização em lavouras de arroz adjacentes. Tal fato provocou a diminuição da correnteza no local, o que pode ter contribuído para os menores valores de oxigênio dissolvido.

A riqueza total encontrada está próxima a de outros estudos realizados no Brasil. KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO (2005) obtiveram 33 gêneros de Chironomidae em alguns rios do estado de São Paulo, sendo 24 destes em um ambiente com vegetação preservada, resultados semelhantes ao encontrado, neste estudo, no ponto B. Poucos estudos consideram os dados em termos de densidade, no entanto, comparativamente, o número de indivíduos/m² pode ser considerado alto no presente trabalho. TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (2005), em um estudo comparando diferentes rios, encontraram uma densidade inferior a 1.000 larvas/m² em 80% das amostras, enquanto que nesta avaliação obteve-se uma densidade média geral de, aproximadamente, 2.570 larvas/m².

Conforme observado no rio Vacacaí-Mirim e ao contrário do que é encontrado em rios de regiões temperadas, a dominância da subfamília Chironominae normalmente ocorre em trabalhos em rios brasileiros, principalmente os de características ritrais, com altitude, velocidade de correnteza e concentração de oxigênio altas (SURIANO & FONSECA-GESSNER, 2004; ROQUE et al., 2000).

As diferenças significativas de composição biológica entre todos os locais podem indicar a influência de fatores físico-químicos que agem espacialmente ou das características de cada ponto de amostragem quanto à variedade e disponibilidade de substratos. Dessa forma, foi encontrada uma comunidade característica para cada situação, mesmo sendo

notadas algumas semelhanças na estrutura das comunidades entre os locais (riqueza, densidade e diversidade).

Os pontos A e B obtiveram as maiores diversidades e não diferiram em nenhum aspecto estrutural. O Ponto B teve um número maior de táxons, mas a distribuição dos organismos, em A, foi mais equilibrada. O que pode ter contribuído para a grande riqueza no ponto B foi a maior heterogeneidade de substratos presente (folhas, rochas de variados tamanhos e areia), que favorece uma grande quantidade de grupos. De acordo com COFFMAN (1995), os rios maximamente heterogêneos para o maior número de variáveis geralmente estão associados com a maior riqueza de espécies. O ponto foi o que apresentou maior extensão de mata ciliar no entorno, a qual possui função de proteção de impactos provenientes de regiões adjacentes e previne a erosão marginal (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Além disso, este componente aumenta a oferta de folhas que podem ser utilizadas como fonte alimentar pelos organismos, contribuindo para a variedade de recursos. Assim, o local permitiu o desenvolvimento de uma comunidade diversificada e com grande quantidade de organismos, visto que a densidade foi considerada estatisticamente superior ao ponto D.

Em A, apesar dos fatores físico-químicos aparentemente não terem sido prejudiciais à comunidade de Chironomidae, a menor diversidade de habitats pode ter contribuído para uma riqueza moderada, pois o local era composto basicamente por substrato rochoso. A riqueza intermediária, igual a do ponto D, poderia sugerir também um grau de degradação equivalente, porém, a análise de outros componentes biológicos, como diversidade e equitabilidade, sugere o contrário, com os grupos presentes estando distribuídos de forma mais homogênea. Além disso, foram encontrados alguns grupos considerados sensíveis a alterações ambientais, como *Paratendipes* e *Rheocricotopus* (RUSE & WILSON, 1995).

No ponto C, onde se observou o maior prejuízo à qualidade hídrica, houve diferença acentuada para os demais ambientes, tanto para riqueza quanto para a densidade. Várias características do local contribuíram para a configuração encontrada, principalmente os valores de nutrientes e de correnteza elevados e a presença de grande quantidade de vegetação submersa. O primeiro possivelmente foi responsável pela baixa riqueza, sendo que apenas grupos mais tolerantes às condições ambientais impostas permaneceram no local. Os táxons mais favorecidos, como *Thienemanyimia*, *Cricotopus/Orthocladius* e *Rheotanytarsus* desenvolveram grandes populações, contribuindo para a densidade geral elevada. Destaca-se, principalmente, *Rheotanytarsus*, presente em grande número nas macrófitas abundantes do ambiente.

A forma de obtenção de alimento desse gênero, enquadrado na categoria funcional dos filtradores (MERRITT & CUMMINS, 1996), é favorecida pela correnteza e o grupo normalmente está associado a ambientes com maiores valores desta variável (SANSEVERINO & NESSIMIAN, 2001), ainda que alguns autores, como COFFMAN & FERRINGTON (1984) apontem o contrário, salientando que pode ocorrer o carreamento dos tubos de detritos construídos por esses organismos como abrigo. A grande abundância de macrófitas possivelmente diminuiu o efeito da corrente, fornecendo substrato seguro para a permanência da fauna.

Além disso, esta vegetação favoreceu o desenvolvimento de uma grande quantidade de organismos. Uma das funções mais importantes das macrófitas nos sistemas dulcícolas é servir como substrato adicional para os invertebrados, proporcionando abrigo, possibilidades de refúgio contra eventuais predadores, local de oviposição e diversificação de recursos alimentícios (BECKETT et al., 1992). Porém, em ambientes perturbados, apesar de haver aumento da biomassa, ocorre a diminuição da riqueza, provocada pelo desaparecimento dos organismos mais sensíveis (AMORIM et al., 2004). Dessa forma, a alta densidade é resultado dessas poucas espécies oportunistas monopolizando os recursos disponíveis e melhor adaptadas para sobreviver às condições impostas.

No ponto D a diversidade também foi baixa em comparação aos pontos A e B, apesar da riqueza não ser significativamente diferente dos locais considerados de melhor qualidade ambiental. Essa diminuição da diversidade é devida, em parte, às menores concentrações de oxigênio que, apesar de não consideradas drásticas, prejudicam grupos mais sensíveis e promovem uma distribuição menos equitativa dos gêneros. A menor abundância de Orthocladinae, por exemplo, pode ter sido influenciada pela baixa oxigenação. Sendo altamente aerobiontes, a subfamília possui ampla relação com esta variável, diminuindo em proporção ou mesmo estando ausente de águas menos oxigenadas (NAZAROVA et al., 2004). *Rheotanytarsus* foi responsável pela maior representatividade local de um grupo, tornando os valores de equitabilidade do ponto os menores do estudo e também contribuindo para a menor diversidade. Da mesma forma que em C, a maior concentração de nutrientes, principalmente fosfato, pode ter afetado a estrutura observada.

No entanto, vale ressaltar que a diversidade dos pontos C e D é menor em relação aos demais locais do estudo, mas os valores obtidos pelo índice de Shannon não são considerados muito baixos. Com base nas informações de BARBOSA et al. (2001), a diversidade encontrada nos pontos A e B é característica de ambientes pouco alterados e a obtida em C e D representa ambientes medianamente afetados (de qualidade razoável), normalmente

constituídos por populações com capacidade de se adaptar a novas condições impostas, como as já citadas nesse estudo. Assim, nenhum dos ambientes estudados apresenta condição crítica, na qual a diversidade biológica é amplamente afetada como resultado de atividades humanas severas, que alteram drasticamente o ecossistema. Da mesma forma, os valores de equitabilidade dos locais não foram considerados baixos.

Dentre os grupos encontrados no presente trabalho e que raramente são encontrados em estudos envolvendo a diversidade de Chironomidae, pode-se citar, principalmente, *Apedilum*, *Kiefferulus*, *Zavreliomyia* e *Dicrotendipes*. No entanto, com exceção deste último, encontrado em grande quantidade no ponto D, os demais gêneros foram pouco representativos.

Fica claro no estudo que alguns gêneros foram característicos dos locais menos alterados e outros dos mais impactados. ROQUE et al. (2000) indica *Corynoneura*, *Lopescladius*, *Harnischia* e *Labrundinia* dentre os táxons encontrados sob condições ambientais características de áreas pouco impactadas. Juntamente com *Tanytarsus*, *Parametriocnemus*, *Rheocricotopus*, *Ablabesmyia* e *Pentaneura*, tais grupos estiveram relacionados aos pontos A e/ou B. *Dicrotendipes*, aqui encontrado somente no ponto D, é característico de áreas agrícolas (RAE, 1989). Também foi típico deste local *Parachironomus* que, segundo FAGUNDES & SHIMIZU (1996), está relacionado a águas de qualidade intermediária. Confirmando outra tendência do estudo, ROQUE et al. (2000) sugere que os gêneros *Rheotanytarsus* e *Polypedilum* possuem tolerância a uma grande variedade de alterações ambientais, ocorrendo na maior parte dos ambientes contemplados nos seus estudos.

Percebe-se a grande dominância de *Rheotanytarsus* em dois ambientes afetados pelo enriquecimento de nutrientes (C e D), possivelmente originado das culturas de arroz próximas ao corpo d'água. TUNDISI (2003) denomina de eutrofização cultural o processo de enriquecimento das águas superficiais, principalmente dos níveis de nitrogênio e fósforo, através da descarga de fertilizantes aplicados na agricultura. Com o tempo, o processo pode levar a queda drástica nos níveis de oxigênio, provocando prejuízos à fauna aquática e favorecendo grupos melhor adaptados.

No entanto, os resultados não corroboram os obtidos por MARQUES et al. (1999), que observaram uma grande abundância de *Chironomus* na grande maioria de cursos d'água impactados, em resposta ao enriquecimento orgânico e deficiência de oxigênio. Em todos os locais do presente estudo, inclusive no ponto C, cujos valores de matéria orgânica foram maiores, a representatividade do grupo pode ser considerada baixa. Os efeitos da elevada

correnteza do local, que aumenta a dissolução de gases na água (OLIVEIRA et al., 1997), pode ter abrandado os efeitos da grande carga de material orgânico, que promove o consumo de oxigênio por organismos decompositores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABÍLIO, F. J. P.; FONSECA-GESSNER, A. A.; WATANABE, T.; LEITE, R. L. Fauna de Chironomidae e outros insetos aquáticos de açudes do semi-árido paraibano, Brasil. **Entomol. Vect.** 12 (2): 255-264, 2005.

AMORIM, R. M; HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Lundiana** 5(2):119-127, 2004.

APHA – American Public Health Association. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington, 1998.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 3.0. Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 2003.

BARBOSA, F. A. R; CALLISTO, M.; GALDEAN, N. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, 4 (1):51-59, 2001.

BECKETT, D.C.; AATILA, T.P.; MILLER, A.C. Invertebrate abundance on Potamogeton nodosus, effects of plant surface area na condiction. **Can. J. Zool.** 70:300-306, 1992.

BOTTS, P.S. Spatial pattern, patch dynamics and successional change: chironomid assemblages in a Lake Erie coastal wetland. **Freshwater Biol.** 37:277-286, 1997.

BRITO JR., L.; ABÍLIO, F. J. P.; WATANABE, T. Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae. **Entomol. Vect.** 12 (2): 149-157, 2005.

CASTILLERO, A. C. **Uso da terra por fotografias aéreas no município de Santa Maria, RS**. Monografia de Especialização. Santa Maria: UFSM, 1984.

COFFMAN, W. P. Conclusions. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V (ed.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 436-447.

COFFMAN, W. P.; FERRINGTON, L. C. Chironomidae. In: MERRITT, K. W.; CUMMINS, R. W. **An introduction of aquatic insects of North America**. 2nd Ed. Kendall/ Hunt Pub.Co. Dubuque, 1984. 660p.

COHEN, A.S. Distribution and faunal associations of benthic invertebrates at Lake Turkana, Kenya. **Hydrobiologia**, 134:179-197, 1986.

CRANSTON, P. S. **Electronic guide to the Chironomidae of Australia**. Disponível em: <http://www.science.uts.edu.au/sasb/chiropage/>. 2000.

EPLER, J. H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina**. A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC, and St. Johns River Water Management District, Palatka, FL, 2001.

FAGUNDES, R. C.; SHIMIZU, G. Y. Utilização da fauna de Chironomidae (Diptera) como indicadora de qualidade da água, através da correlação entre os gêneros e parâmetros ambientais. In: II Encontro Brasileiro sobre Chironomidae. São Carlos. **Resumos**, 1996.

FESL, C. Biodiversity and resource use of larval chironomids in relation to environmental factors in a large river. **Freshwater Biology** 47: 1065–1087, 2002.

GRACIOLI, C. R. **Impactos ambientais na microbacia do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria – RS**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 2005.

KLEINE, P.; TRIVINHO–STRIXINO, S. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. **Acta Limnol. Bras.**, 17(1):81-90, 2005.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and his measurement**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press., 1988.

MARQUES, M.M.G.S.M.; BARBOSA, F.A.R.; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera) in impacted watershed in south-east Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, 59:553-561, 1999.

MARTINELLI, L. A.; KRUSCHE, A. V. Amostragem em Rios. p. 263-279. In: Bicudo, C. E. M.; Bicudo, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: RiMa, 2004.

MCALECEE, N.; LAMBSHEAH, P.J.D.; PATERSON, G.L.J.; GAGE, J.G. **Bio Diversity Professional Beta-Version**. London: The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Sciences, 1997.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **Introduction to aquatic insect of North America**. 3rd ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.720p.

NAZAROVA, L. B.; RISS, H. W.; KAHLHEBER, A.; WERDING, B. Some observations of buccal deformities in chironomid larvae (Diptera: Chironomidae) from the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. **Caldasia** 26 (1): 275-290, 2004.

NUNES, G. M.; SOUZA FILHO, C. R.; VICENTE, L. E.; MADRUGA, P. R. A.; WATZLAWICK, L. F. Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS). **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil**, 2005. p. 3183-3189.

OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C.; SÁ, N. C. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 14 (4):867-876, 1997.

PANATTA, A.; STERNET, C.; FREITAS, S. M. F.; MALTCHIK, L. Diversity of chironomid larvae in palustrine wetlands of the coastal plain in the south of Brazil. **Limnology** 7:23-30, 2006.

PEREIRA, D.; DE LUCA, S. J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnol. Bras.** 15(2):57-68, 2003.

PILLAR, V. P. Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV. **Coenoses**, Gorizias, 12: 145-148, 1997.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2001.

RAE, J. G. Chironomidae midges as indicadores of organic pollution in the Scioto River Basin. **Ohio J. Sci.** 89 (1): 5-9, 1989.

ROQUE, F.O.; CORBI, J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Considerações sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Diptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo. In: ESPÍNDOLA, E.L.G.; BOTTA-PASCOAL, C. M. R.; ROCHA, O.; BOHRER, M. B. C.; OLIVEIRA-NETO, A. L. de (ed.). **Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI**. São Carlos: Rima, 2000. p.115-123.

RUSE, L. P.; WILSON, L. P. Long-term assessment of water and sediment quality of the river Thaming using chironomidae pupal skins. In: Craston, P. (ed.). **Chironomidae from genes to ecosystems**. Melbourne: Csiro, 1995. p. 113-131.

SANKARPERUMAL, G.; PANDIAN, T. J. Larval abundance of *Chironomus circumdatus* in relation to biotic and abiotic factors. **Hydrobiol.** 246:205-212, 1992.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnol. Bras.** 13 (1): 29-38, 2001.

SEMINARA, M.; BAZZANTI, M. Trophic level assessment of profundal sediments of the artificial lake Campotosto (Central Italy), using midge larval community (Diptera: Chironomidae). **Hydrobiol. Bull.** 22 :183-193, 1988.

SPIES, M.; REIS, F. Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae (Insecta, Diptera). **Spixiana**, v. 22, p.61-119, 1996. Suplemento.

SURIANO, M. T.; FONSECA-GESSNER, A.A. Chironomidae (Diptera) Larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo State, Brazil. **Acta Limnol. Bras.**, 16(2):129-136, 2004.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo**: Guia de identificação e diagnose dos gêneros. PPG-ERN/UFSCar, São Carlos, São Paulo, 1995.229 p.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Chironomidae (Diptera) do Rio Ribeira (divisa dos Estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. **Entomol. Vect.** 12 (2): 243-253, 2005.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: Enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, 2003.

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NA DISTRIBUIÇÃO DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA) NA MICROBACIA DO RIO VACACAÍ-MIRIM, SANTA MARIA/RS

Rodrigo König & Sandro Santos

RESUMO

O tipo de substrato presente em um corpo hídrico pode determinar padrões de distribuição e abundância dos táxons de macroinvertebrados, incluindo os representantes da família Chironomidae. Alguns grupos alimentares funcionais podem ser favorecidos pela presença de determinado substrato e a composição da fauna é moldada de acordo com tais características, juntamente com a influência de outros fatores abióticos, principalmente físico-químicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a composição e estrutura da fauna de Chironomidae em ambientes diversos com diferentes substratos (folhas, rochas, areia, vegetação), ao longo do rio Vacacaí-Mirim, em Santa Maria/RS. Foi realizada uma coleta em dezembro/2007, utilizando Surber em quatro locais do rio (A-D), compreendendo diferentes substratos em cada um destes. Os organismos foram identificados até gênero. Também foram mensuradas algumas variáveis físico-químicas e morfométricas de cada local. Foi determinada a densidade de organismos, riqueza taxonômica e a distribuição relativa dos grupos em cada substrato, além da separação em grupos alimentares funcionais. Tais componentes foram utilizados para comparação dos substratos, através de ANOVA, análises de agrupamento e de variância multivariada. Nas amostras de areia foram obtidas as menores densidades e riquezas, diferindo dos demais substratos quanto à composição. O substrato rochoso apresentou maior densidade em relação à areia e menor quando comparado a substratos orgânicos ou mistos, considerando-se as melhores condições alimentares e de abrigo destes. A representatividade das guildas e subfamílias nos substratos, no geral, apresentou pouca variação. *Cricotopus/Orthocladius*, *Polypedilum* e *Rheotanytarsus* obtiveram altas densidades na maioria dos substratos. *Larsia* e *Tanytarsus* não ocorrerem em areia e rocha, respectivamente, apesar de aparecerem nos demais substratos. De maneira geral, em função da análise de agrupamento, embora hajam algumas diferenças significativas na estrutura da comunidade de Chironomidae entre os substratos, as variáveis físico-químicas dos locais de coleta parecem contribuir de forma mais significativa para a composição da fauna. Os pontos A e B possuem menores velocidades de correnteza, favorecendo os gêneros coletores, além de qualidade hídrica mais favorável, que promove distribuição mais equitativa dos grupos. Em C e D, a correnteza mais forte e a qualidade hídrica prejudicada promovem a formação de uma fauna menos diversificada, com o predomínio de filtradores.

Palavras-chave: Chironomidae; composição da fauna; substratos; grupos alimentares.

SUBSTRATUM INFLUENCE ON CHIRONOMIDAE (DIPTERA) DISTRIBUTION IN THE VACACAÍ-MIRIM RIVER MICROBASIN, SANTA MARIA/RS

ABSTRACT

The kind of substratum present in a water body can determine distribution patterns and macroinvertebrate taxa abundance, including species of the Chironomidae family. Some functional feeding groups can be favored by the presence of certain substratum and the fauna composition is molded according to such characteristics, along with the influence of other non-biotic factors, mainly physical-chemical. The goal of this study was to evaluate the Chironomidae fauna composition and structure in various environments with different substrata (leaves, rocks, sands, plants), along the Vacacaí-Mirim river, in Santa Maria, in the state of Rio Grande do Sul. A collection was carried out in December/2007, using Surber in four different locations in the river (A-D), approaching different substrata in each one of them. The organisms were identified up to genus level. Some physical-chemical and morphometric variables were also measured in each location. It was determined the organisms density, taxonomic richness and relative distribution of the groups in each substratum. Such compounds were used for substrata comparison, by the ANOVA method, by grouping analyses and multivariate variance. The smallest densities and richness were found in the sand samples, differing from the other substrata regarding its composition. The rocky substratum presented higher density in relation to the sand and lower when compared to organic or mixed substratum, considering the best feeding and shelter conditions of the latter. The representativeness of the guilds and subfamilies, in general, presented low variation in the substrata. *Cricotopus/Orthocladius*, *Polypedilum* and *Rheotanytarsus* obtained high density in most of the samples. *Larsia* and *Tanytarsus* did not appear in sand and rock, respectively, although they occurred in the other substrata. In general, due to the grouping analysis, even though there are some significant differences in the Chironomidae community structure among the substrata, the physical-chemical variables of the collection locations seem to contribute more significantly for the fauna composition. The points A and B present slower water flow, favoring the collector genera, besides having a more favorable water quality, which promotes a more equitable distribution of the groups. In the points C and D, the stronger water flow and the damaged water quality promote the formation of a less diverse fauna, with the dominance of filterers.

Key-words: Chironomidae, fauna composition, substrata, feeding groups.

INTRODUÇÃO

Vários fatores ambientais podem afetar os padrões de diversidade em ambientes aquáticos e, dentre estes, um dos mais óbvios é o substrato (ERMAN & ERMAN, 1984). Muitos insetos aquáticos estão intimamente associados com o tipo de substrato onde são encontrados, tornando este fator um dos principais determinantes da distribuição e abundância de suas populações (MINSHALL, 1984; HENRIQUES-OLIVEIRA et al., 2003). Esses componentes normalmente possuem estrutura complexa e são ricos em matéria orgânica aderida, funcionando também como refúgios contra predadores (ATILLA & FLEEGER, 2000).

O tamanho e a heterogeneidade dos substratos são parâmetros importantes no estudo de padrões de colonização e de preferências de habitats (RAE, 2004), exercendo uma forte influência sobre a distribuição, interações bióticas e estrutura trófica das comunidades biológicas. Dentre estas, a família Chironomidae é o grupo de maior riqueza específica e o mais amplamente distribuído e abundante nos ecossistemas de águas continentais (PINDER, 1986; COFFMAN, 1995; CRANSTON, 1995). Substratos utilizados por Chironomidae são categorizados por PINDER (1986) como seixo, sedimento leve (incluindo areia e argila), partes de vegetais submersos (madeira, folhas etc) e plantas aquáticas. Substratos complexos, como folhas e madeira, geralmente abrigam mais táxons do que substratos estruturalmente mais simples, como areia e pedras (VINSON & HAWKINS, 1998). Ambientes de corredeira normalmente são caracterizados pelo predomínio de substratos rochosos, enquanto que em locais com menor velocidade da corrente são encontrados, principalmente, detritos orgânicos e substratos finos (CRISCI-BISPO et al., 2007).

Larvas de Chironomidae podem ingerir uma variedade de tipos de alimento, como algas, detritos e microorganismos associados, macrófitas e invertebrados (BERG, 1995). Os acúmulos de folhiço em riachos parecem ser o habitat preferencial ocupado por tais larvas (SANSEVERINO & NESSIMIAN, 2008) visto que, quando entram no sistema aquático, as folhas são expostas a uma série de processos, incluindo colonização e decomposição microbiana, fragmentação por forças físicas e alimentação por invertebrados (BOULTON & BOON, 1991).

Dessa forma, arranjos diferenciais são determinados pela presença ou ausência de vegetação ripária, que fornece suprimento de folhas e galhos para o corpo d'água, pela erosão em maior ou menor grau, que carrega compostos para o leito, por características

morfométricas do ambiente, como profundidade e velocidade da correnteza, dentre outros aspectos ecológicos que direcionam a presença e abundância dos grupos funcionais.

A complexidade das comunidades de macroinvertebrados pode ser avaliada a partir de uma perspectiva estrutural e, em se tratando de estudos sobre a composição em determinado substrato, é principalmente orientada por aspectos funcionais. A maioria das espécies de Chironomidae está creditada no grupo funcional de coletores e, em uma menor extensão, predadores e fragmentadores (COFFMAN & FERRINGTON, 1984). Assim, as preferências alimentares e as formas de obtenção desse alimento também podem definir padrões de distribuição da comunidade.

O objetivo do estudo foi verificar e comparar a estrutura da fauna de Chironomidae em diferentes substratos e locais, na microbacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, em Santa Maria/RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O local estudado faz parte da microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, que, juntamente com a microbacia do rio Vacacaí forma uma das grandes Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul. A abrangência total desta grande bacia engloba áreas fisiográficas da Campanha e Depressão Central do Estado e, segundo NUNES et al. (2005), a microbacia do rio Vacacaí-Mirim drena uma área total de 11.457,19 hectares, que é ocupada com distintos usos da terra. O município de Santa Maria está inserido na região de abrangência desta microbacia, localiza-se no centro do Estado e seu clima subtropical apresenta temperatura média anual de 19,3 °C. A precipitação média anual é superior a 1.500 mm e a região é periodicamente invadida por massas polares e frentes frias, responsáveis pela regularidade na distribuição das precipitações (ISAÍÁ, 1992 *apud* GRACIOLI, 2005).

Foram definidos quatro pontos de amostragem ao longo do rio Vacacaí-Mirim, no município de Santa Maria, denominados A (primeira ordem), B (segunda), C e D (terceira) (Figura 1, Quadro 1).

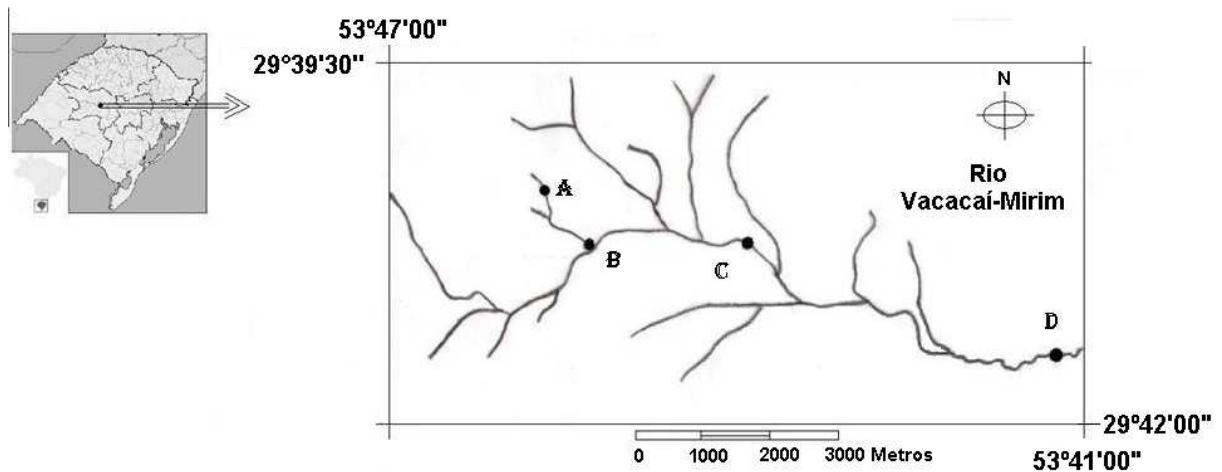


Figura 1 – Localização dos pontos de coleta no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Características	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D
Localização (latitude/longitude)	29°40'08" S/ 53°45'26" O	29°40'27" S/ 53°45'05" O	29°40'58" S/ 53°43'46" O	29°41'44" S/ 53°41'07" O
Substrato	- Rochoso - Folhiço	- Rochoso - Arenoso - Folhiço	- Rochoso - Vegetação submersa	- Rochoso - Arenoso
Vegetação Ciliar	Rasteira em ambas as margens	Arbórea em ambas as margens	Ausente	Arbórea, principalmente na margem direita
Característica Impactante	Ausente	Ausente	Agricultura (arroz) e pecuária	Agricultura (arroz)
Erosão próxima às margens	Pouca	Pouca	Acentuada	Moderada

Quadro 1 – Características ambientais (determinação visual) e coordenadas geográficas dos pontos de coleta no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Coleta de Dados

No mês de dezembro de 2007 (verão), a fauna de Chironomidae foi coletada em diferentes substratos de cada local, utilizando um amostrador Surber, com abertura de malha de 0,25 mm e área de 0,1 m². Foram realizadas diferentes amostragens em cada ambiente, de acordo com os substratos presentes, possuindo tanto amostras em substratos separados quanto algumas com mistura de componentes:

Ponto A: rochas (3 amostras); folhas (2); rochas/folhas (2).

Ponto B: rochas (2); areia (2); folhas (2); rochas/folhas/galhos (2).

Ponto C: vegetação submersa (2); rochas (2); rochas/vegetação submersa (2).

Ponto D: rochas (3); areia (2).

O material obtido foi acondicionado em sacos plásticos (um para cada amostra) e fixado com formaldeído 5%. Em laboratório, foi triado em uma série de tamizes com diferentes aberturas de malha (2,00; 1,00; 0,5 e 0,25 mm). O material restante deste processo foi triado com auxílio de estereomicroscópio e a fauna de Chironomidae foi submetida à montagem de lâminas semipermanentes (utilizando meio de Hoyer) e identificação até gênero em microscópio óptico, utilizando chaves de TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995), CRANSTON (2000) e EPLER (2001).

Foram verificados alguns parâmetros morfométricos dos locais: profundidade, largura, velocidade de correnteza (utilizando flutuador) e vazão. Os métodos para análise destes parâmetros estão descritos por MARTINELLI & KRUSCHE (2004).

Também foram mensuradas algumas variáveis físico-químicas. *In situ*: temperatura, utilizando um sensor de temperatura acoplado a um pHmetro; pH (por potenciometria), com um pHmetro Ohaus; condutividade elétrica (método potenciométrico), utilizando um Condutivímetro Marte MB-11P; e oxigênio dissolvido, utilizando Oxímetro Digimed. Em laboratório, utilizando amostras de água coletadas na subsuperfície do corpo hídrico, devidamente conservadas e refrigeradas: sólidos totais (gravimetria), turbidez, (método nefelométrico), utilizando Turbidímetro Policontrol 2000; nitrito, nitrato, amônio e fosfato total (pelo método espectrofotométrico, utilizando amostras conservadas em campo com cloreto de mercúrio). Com amostras do sedimento foi determinado o percentual de matéria orgânica do sedimento (método das cinzas livres). Procedimentos utilizados para as análises encontram-se no *Standart methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 1998).

Análise de Dados

Com os dados biológicos foi determinada a densidade média de organismos (indivíduos/m²), a riqueza taxonômica e a distribuição relativa dos grupos de Chironomidae em cada substrato. Os organismos foram separados em guildas tróficas, de acordo com classificação de MERRITT & CUMMINS (1996), sendo considerados os grupos: coletores (coletores-catadores), filtradores (coletores-filtradores), fragmentadores e predadores.

Foi aplicado ANOVA para comparar a estrutura da comunidade dos substratos (riqueza geral, densidade e representatividade de subfamílias e grupos tróficos), utilizando o programa Bioestat 3.0 (AYRES et al., 2003). As assembléias dos substratos foram comparadas através da análise de agrupamento, com as médias obtidas em cada substrato. Foi

utilizada distância euclidiana e o método de agrupamento com médias aritméticas não-ponderadas (UPGMA), no programa Multivariate Statistical Package (MVSP). Com os dados da composição de cada amostra foi conduzida uma análise de variância multivariada, realizando testes de aleatorização (10.000 iterações) para comparação dos grupos de unidades amostrais dos substratos e verificando todos os contrastes entre pares. Foi utilizado o aplicativo MULTIV (PILLAR, 1997) e a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Para esta análise foram desconsiderados os pontos de coleta, com os substratos separados em: rocha, areia, material vegetal e misto. As análises estatísticas foram realizadas com os dados logaritmizados ($\log x+1$).

RESULTADOS

Dentre as variáveis abióticas consideradas, destacam-se os maiores valores de sólidos totais, condutividade e concentração de nutrientes dos dois pontos situados mais à jusante, além da alta porcentagem de matéria orgânica e baixa concentração de oxigênio, em C e D, respectivamente (Tabela 1). Os pontos A e B apresentaram valores menores para a maioria das variáveis, com altas concentrações de oxigênio.

Tabela 1 – Médias das variáveis abióticas consideradas nos quatro pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Ponto	A	B	C	D
Largura (m)	1,85	1,98	4,83	1,13
Profundidade (m)	0,19	0,13	0,18	0,04
Velocidade (m/s)	0,08	0,09	0,30	0,15
Temperatura da água (°C)	18,4	18,9	28,0	23,53
Sólidos Totais (mg/L)	63,3	50,0	108,0	256,7
Turbidez (UNT)	5,8	3,3	15,2	18,9
pH	8,1	8,4	8,3	7,9
Oxigênio Dissolvido.	10,4	9,7	10,9	4,8
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	131,3	148,3	383,0	319,7
Matéria Orgânica (%)	9,2	6,5	16,3	11,7
Amônia + Nitrato + Nitrito (mg/L)	2,02	1,82	15,87	6,96
Fósforo (mg/L)	0,07	0,14	0,25	0,56

A comunidade de larvas de Chironomidae dos substratos dos quatro ambientes consistiu de 30 gêneros, distribuídos nas subfamílias Chironominae, Orthocladiinae e Tanyptodinae (Tabela 2). As densidades médias nos locais foram: A – 1200 larvas/m² (14 gêneros), B – 1935 (24), C – 6120 (7) e D – 1034 (14).

Tabela 2 – Densidade dos táxons de Chironomidae nos substratos dos quatro pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Taxa	A			B				C			D	
	R	F	R-F	A	R	F	R-F	R	V	V-R	R	A
Chironominae												
<i>Apedilum</i>												O
<i>Caladomyia</i>						O	O					
<i>Chironomus</i>	O		X					X	□	□	X	X
<i>Cryptochironomus</i>					O	O	O					
<i>Dicrotendipes</i>											□	□
<i>Endotribelos</i>						O						
<i>Harnischia</i>		X	X			O	O					
<i>Kiefferulus</i>											O	
<i>Parachironomus</i>											□	□
<i>Paratendipes</i>		X	X									
<i>Polypedilum</i>	X	X	□	□	□	Δ	Δ	□	□	Δ	O	O
<i>Rheotanytarsus</i>	X	X	X	X	□	□	□	Δ	Δ	Δ	Δ	□
<i>Stenochironomus</i>					O							
<i>Tanytarsus</i>				X		□	□					
Tanytarsini tipo I							O					
Orthoclaadiinae												
<i>Corynoneura</i>				X	□	□	X					
<i>Cricotopus</i>				X	□	□	□				O	O
<i>Cricotopus/ Orthocladius</i>	X	X	X	□	□	□	□	Δ	Δ	Δ	X	X
<i>Lopescladius</i>	□	□	□		□	□	X					
<i>Nanocladius</i>				O	O						O	X
<i>Parametrioctenus</i>	□	□	Δ			O						
<i>Rheocricotopus</i>	O	X	X		X		O					
<i>Thienemanniella</i>	X	X	X	O	□	□	□	□	Δ	Δ	X	X
Tanypodinae												
<i>Ablabesmyia</i>				X	□	X	□				O	O
<i>Labrundinia</i>	X	X	X	X	X	X						
<i>Larsia</i>	X	X	X		□	X	X	X	X	X	X	
<i>Pentaneura</i>	□	□	□		X		X					
<i>Thienemannimyia</i>	O	X	X	□	□	□	□	Δ	Δ	Δ	□	X
<i>Zavrelimyia</i>							O					
Pentaneurini tipo I							O					

(R: Rocha; F: Folha; A: Areia; V: Vegetação. O: 0-20 organismos/m²; X: 20-100; □: 100-500; Δ: >500)

Ponto A – O substrato misto (folhas e rochas) teve a maior densidade de Chironomidae (média de 1.520 larvas/m²) e, de acordo com a ANOVA, esta foi estatisticamente superior a densidade em rochas (963,33 larvas/m²). O substrato com folhas não diferiu dos demais (1.235 larvas/m²). Em todos os tipos de substrato, Orthoclaadiinae foi a subfamília com maior densidade, com quantidade estatisticamente superior no substrato misto em relação a rochas (Figura 2-A). O mesmo ocorreu com Chironominae, que também apresentou diferença nas demais comparações (rocha<folha; folha<misto). Orthoclaadiinae obteve sua maior representatividade em componente misto e rochoso (60% e 59%, respectivamente) (Figura 2-B). No entanto, somente foram encontradas diferenças significativas de representatividade para Tanypodinae, mais numeroso em rochas (33%) em relação ao substrato misto (19%), e para Chironominae, com menor proporção em rochas em relação a folhas e substrato misto (12%, 17% e 21%, respectivamente).

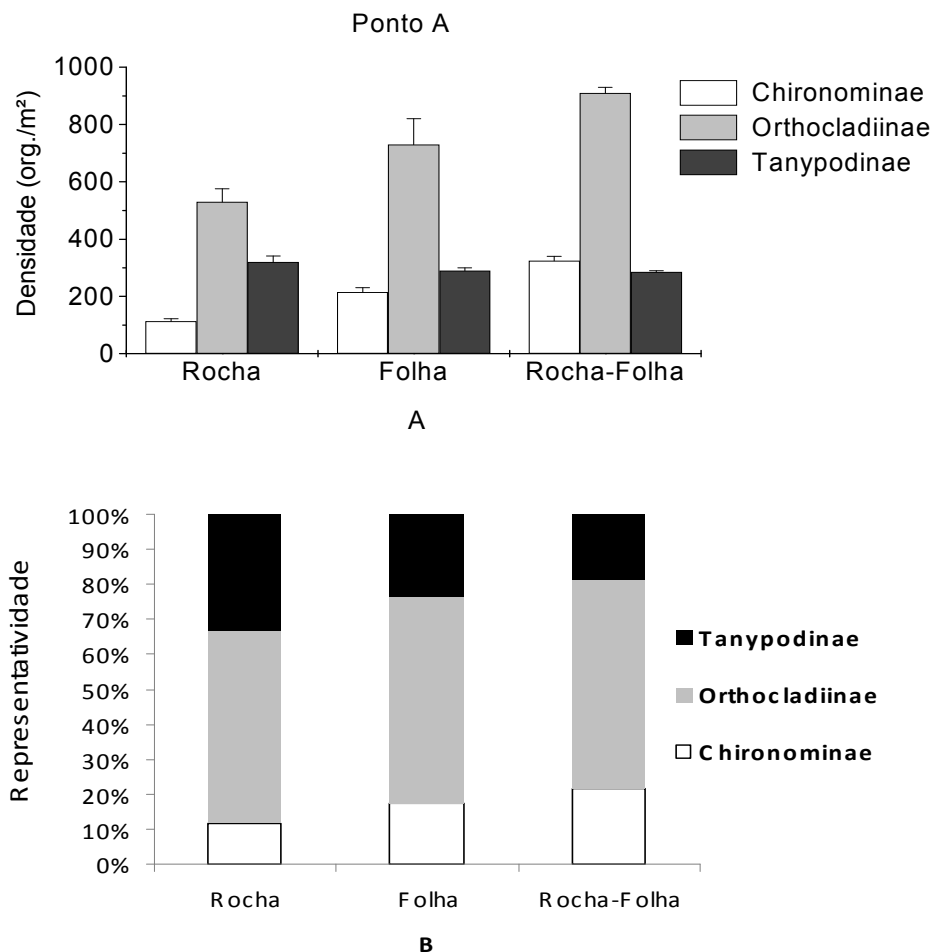


Figura 2 – Densidade média (A) e relativa (B) das subfamílias de Chironomidae nos substratos do ponto A do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Dentre os grupos alimentares, os coletores predominaram em todas as amostras (Figura 3-A) e, juntamente com fragmentadores, apresentaram densidade estatisticamente superior em substrato misto na comparação com rochas. Estes grupos atingiram suas maiores representatividades no componente misto (Figura 3-B), enquanto predadores aumentaram proporcionalmente em rochas, e filtradores em folhas. No entanto, nenhuma diferença significativa foi obtida.

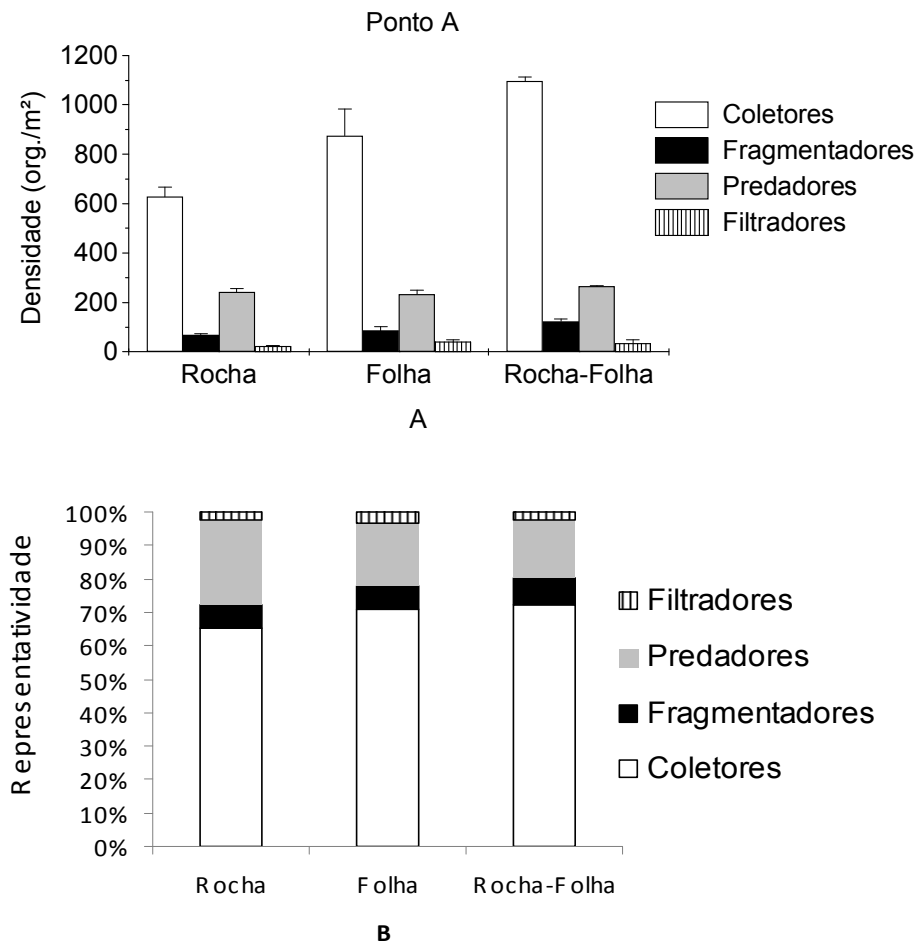


Figura 3 – Densidade média (A) e relativa (B) dos grupos alimentares funcionais de Chironomidae nos substratos do ponto A do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

A riqueza total também não diferiu consideravelmente entre os substratos, sendo encontrados 14 gêneros no misto, 13 em folhas e 12 em rochas. *Harnischia* e *Paratendipes* não estiveram presentes em rochas e *Chironomus* em folhas.

Ponto B – Considerando a comunidade geral, os substratos mais abundantes foram, em ordem decrescente de densidade: misto (rocha e folha), folha, rocha e areia (2.490; 2.355; 2.045; e 850 larvas/m², respectivamente) (Figura 4-A). Assim, a densidade geral foi significativamente inferior no substrato arenoso em relação aos demais, com as três subfamílias apresentando quantidades consideravelmente menores neste substrato. Além disso, Chironominae também apresentou densidade significativamente inferior em rochas na comparação com o substrato misto. Quanto à representatividade, o grupo apresentou diferença estatística para o substrato rochoso (29%) em relação aos demais (48% em misto, 44% em folhas e 42% em areia) (Figura 4-B). Orthoclaadiinae e Tanypodinae atingiram maiores proporções em rochas (40% e 31%, respectivamente).

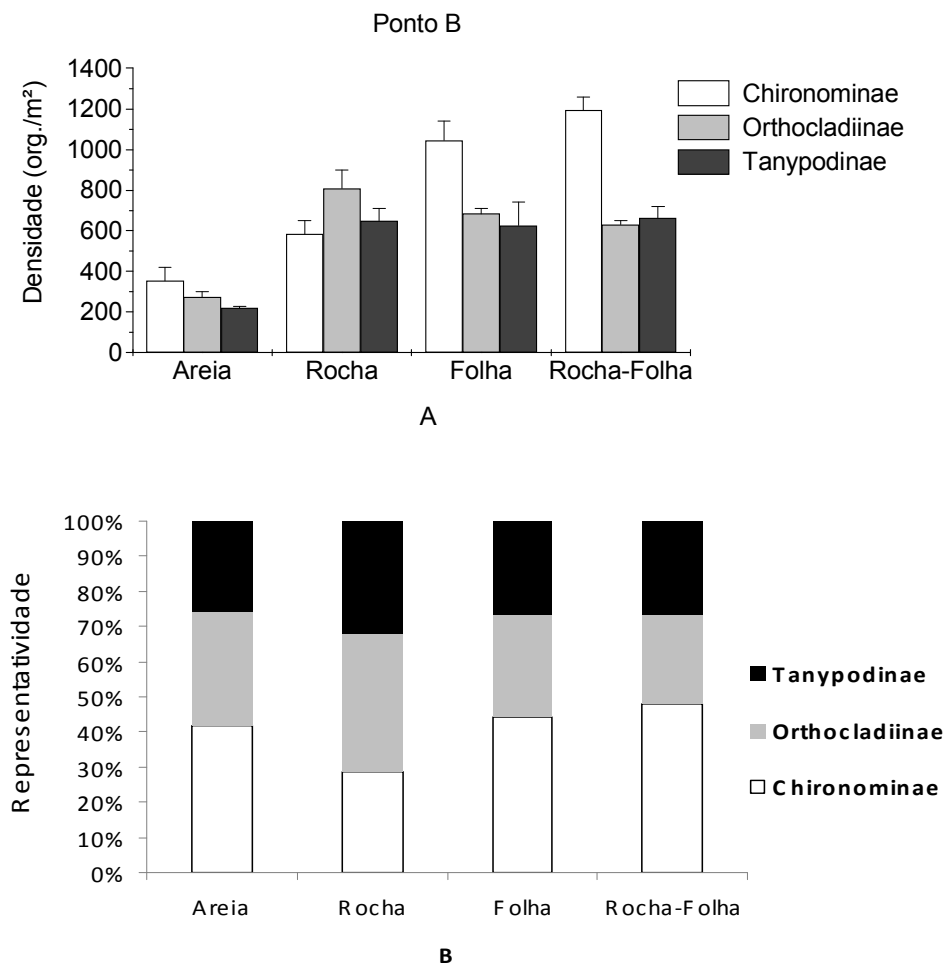


Figura 4 – Densidade média (A) e relativa (B) das subfamílias de Chironomidae nos substratos do ponto B do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Coletores e predadores foram os grupos alimentares mais abundantes em todos os tipos de substratos. Todos os grupos tiveram menores densidades em areia (Figura 5-A) e,

com exceção de filtradores, foram obtidas diferenças significativas entre este e os demais substratos. Coletores tiveram mais representatividade em rochas (39%) (Figura 5-B) e fragmentadores em areia (21%). Predadores tiveram proporções próximas em todos os substratos (entre 35 e 38%). Nenhuma diferença considerável foi observada para representatividade nos substratos.

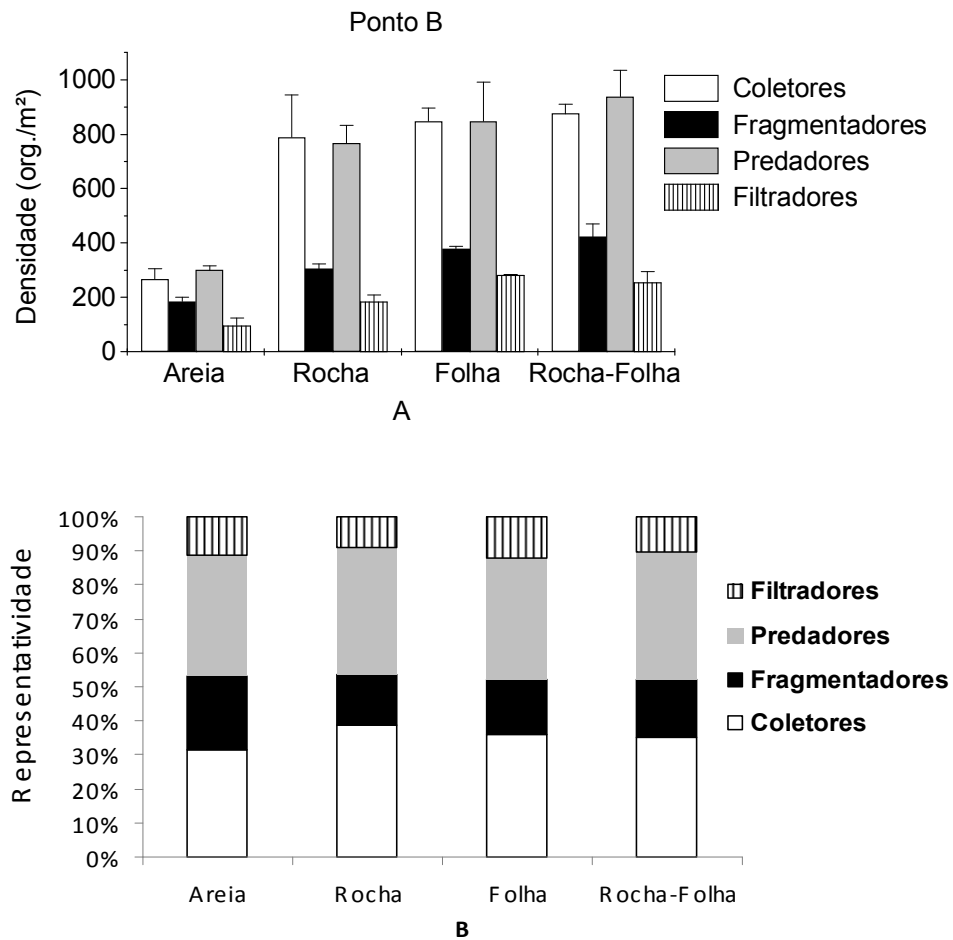


Figura 5 – Densidade média (A) e relativa (B) dos grupos alimentares funcionais de Chironomidae nos diferentes substratos do ponto B do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

As riquezas obtidas foram: 11 (areia), 16 (rocha), 17 (folha) e 19 (misto), com o substrato de areia sendo o menos diferenciado e o misto o mais diferenciado. A riqueza de organismos (nº de espécies) seguida da diversidade (H') e do índice de Pielou em rocha (Bab75) (Figura 6-A), cuja substrato de rocha foi considerado significativamente diferente em um teste de Tukey. A diversidade de organismos (nº de espécies) seguida da diversidade (H') e do índice de Pielou em rocha e misto (Bab75) (Figura 6-B). Tanypodinae, grupo mais representativo em todos os substratos.

Orthoclaadiinae e Chironominae atingiram suas maiores porcentagens, respectivamente, em vegetação (22%), rocha (36%) e misto (55%), apesar de não terem sido observadas diferenças consideráveis, entre os substratos, para a representatividade das subfamílias.

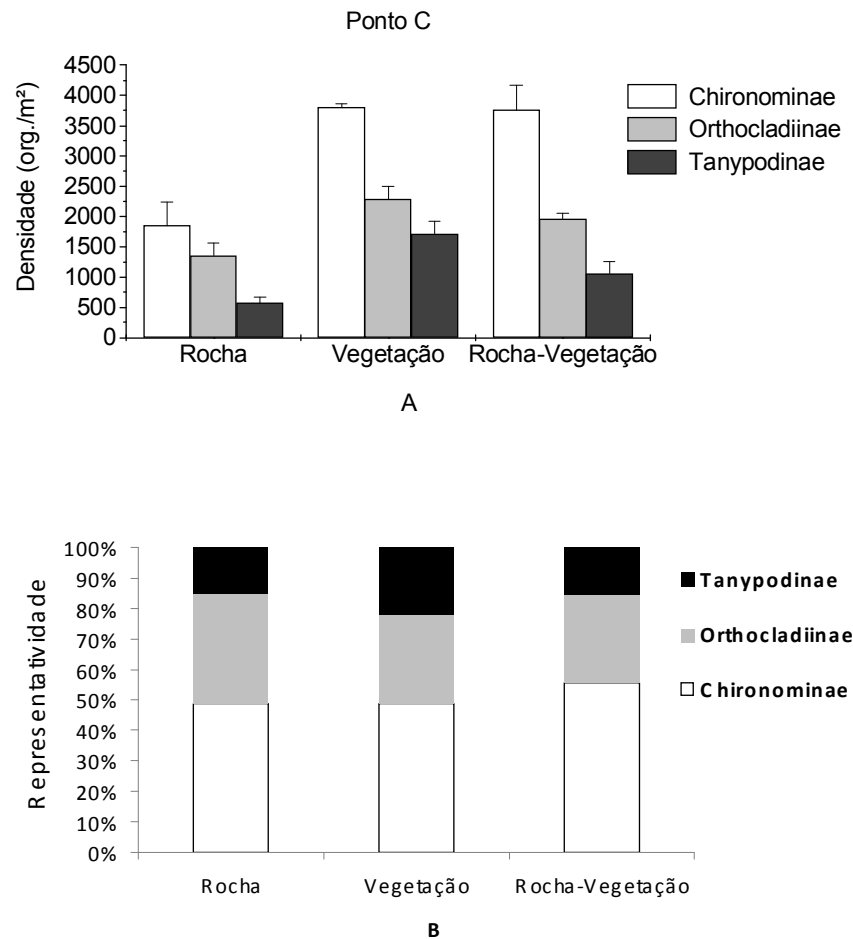


Figura 6 – Densidade média (A) e relativa (B) das subfamílias de Chironomidae nos substratos do ponto C do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Filtradores foram responsáveis pela maior densidade e representatividade em todos os componentes (Figura 7-A e B), apresentando uma quantidade expressivamente menor em rochas em ambas as comparações, assim como predadores também foram significativamente menos numerosos neste substrato em relação ao componente com vegetação. Em rochas, coletores e fragmentadores aumentaram em porcentagem, enquanto predadores em vegetação. No entanto, não houve diferença expressiva para os grupos alimentares em nenhuma comparação, quando considerada a representatividade nos substratos.

A riqueza foi de sete táxons em todos os componentes, com nenhum substrato apresentando grupos exclusivos (Tabela 2).

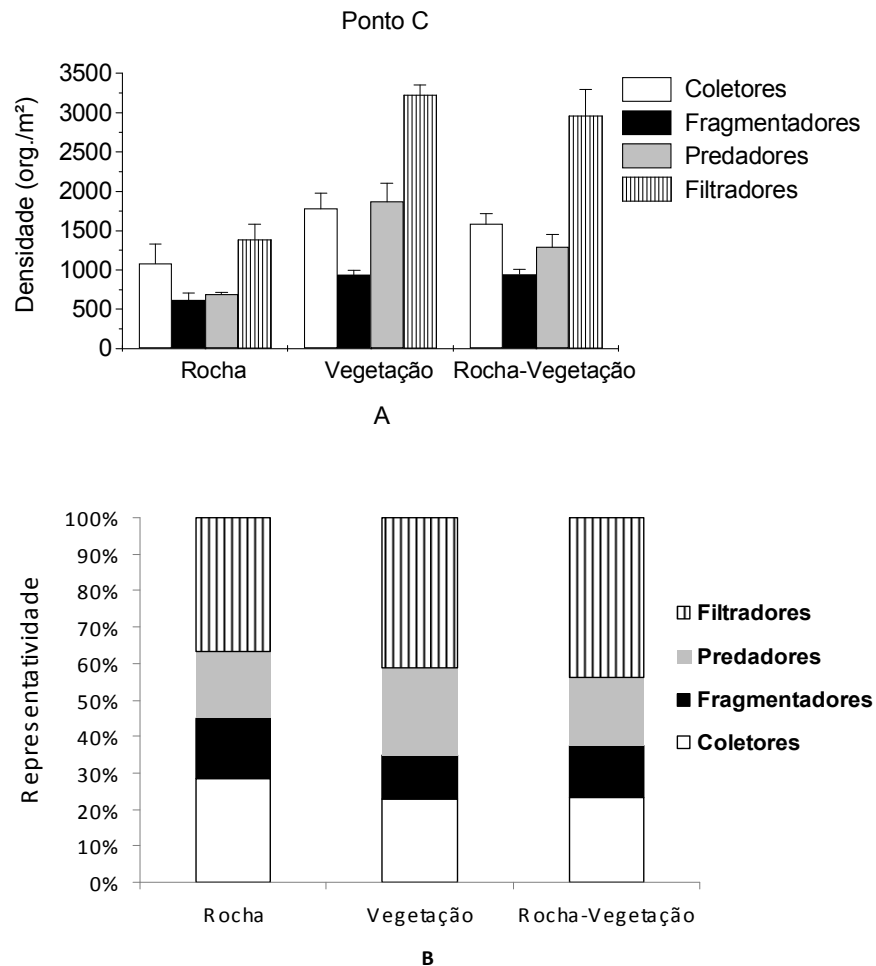


Figura 7 – Densidade média (A) e relativa (B) dos grupos alimentares funcionais de Chironomidae nos substratos do ponto C do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Ponto D – O substrato rochoso obteve densidade estatisticamente superior em relação ao arenoso (1.180 contra 815 organismos/m²) (Figura 8-A), principalmente pela diminuição considerável na quantidade de Chironominae neste. A subfamília teve ampla dominância em ambos os substratos (80% em rochoso e 76% arenoso) (Figura 8-B). Tanypodinae foi mais representativo em rocha (13% do total de organismos), enquanto Orthocladiinae em areia (15%). No entanto, não foi encontrada diferença significativa nas comparações de substratos para representatividade.

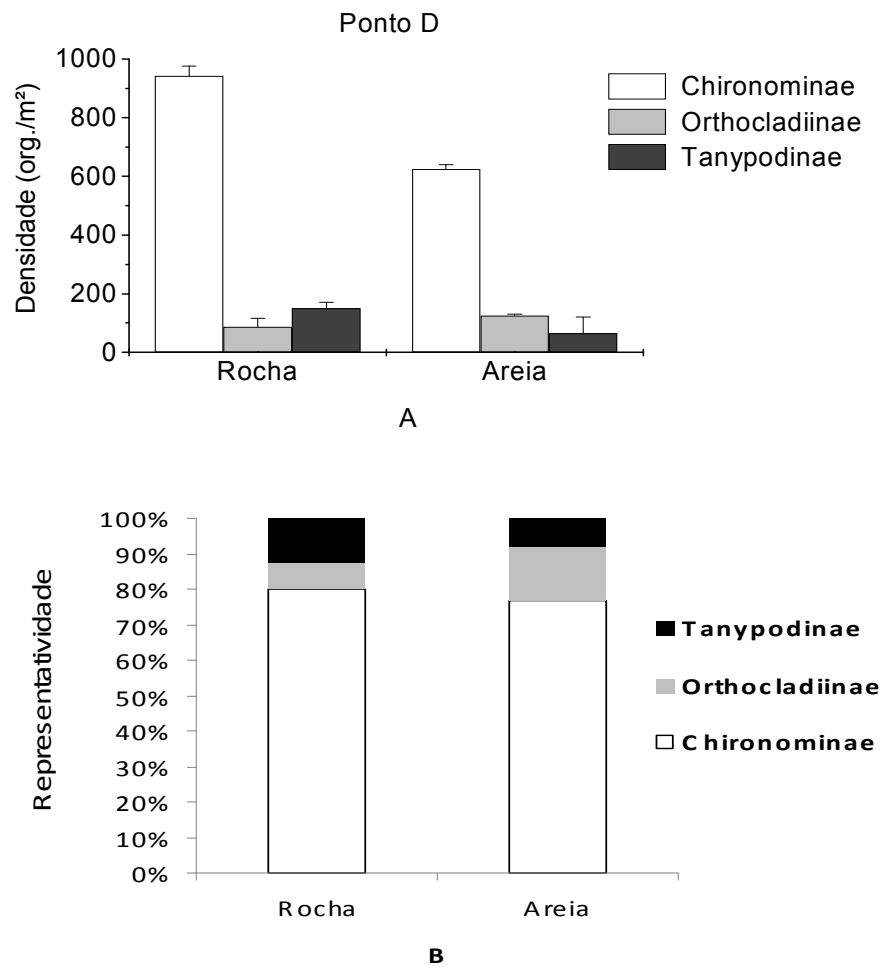


Figura 8 – Densidade média (A) e relativa (B) das subfamílias de Chironomidae nos substratos do ponto D do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Todos os grupos alimentares, exceto fragmentadores, diminuíram em densidade nas amostras de areia (Figura 9-A). Filtradores dominaram nos dois substratos (Figura 9-B), apresentando quantidade consideravelmente menor em areia. Para representatividade, nenhuma diferença foi verificada.

Da mesma forma, a riqueza também foi considerada parecida entre os substratos. Foram obtidos 11 gêneros em areia e 14 em rochas, visto que *Apedilum*, *Kiefferulus* e *Larsia* só ocorreram neste último.

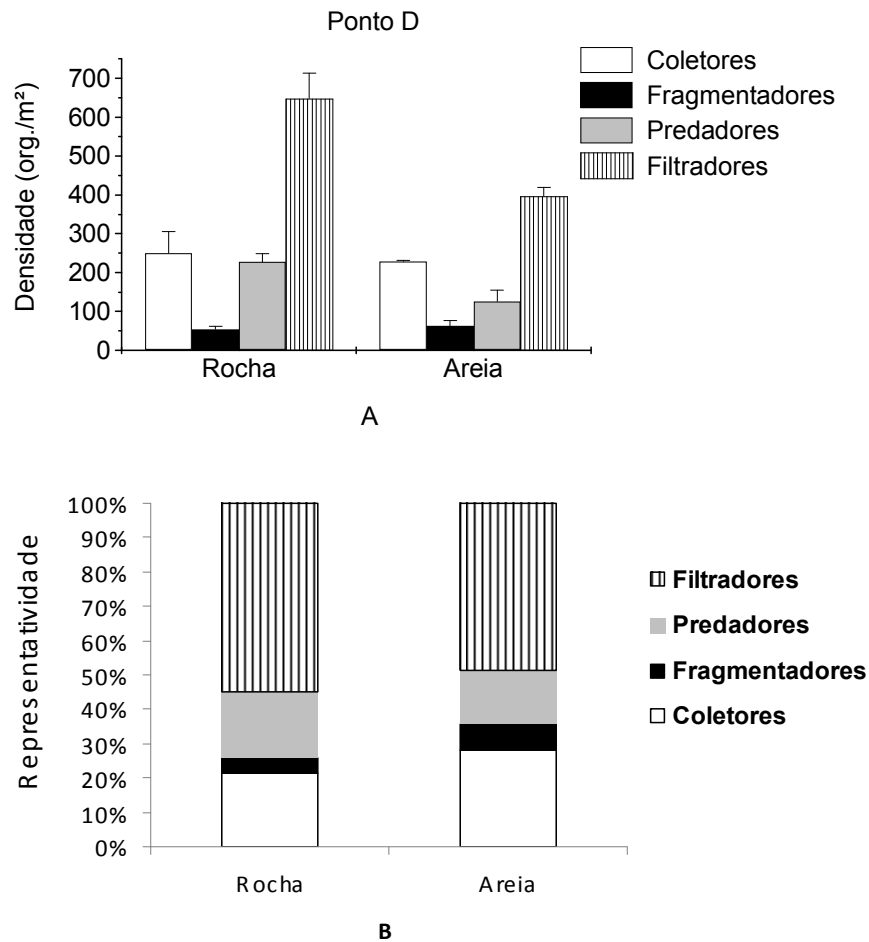


Figura 9 – Densidade média (A) e relativa (B) dos grupos alimentares funcionais de Chironomidae nos substratos do ponto D do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Na análise de agrupamento, destaca-se a agregação de todos os substratos de um mesmo ponto (Figura 10).

A análise de variância considerando os substratos em conjunto (sem distinção de locais), revelou um aumento significativo ($p < 0,05$) na densidade de Chironomidae do substrato arenoso para o rochoso e deste para os substratos com vegetação e mistos, os quais não diferenciaram entre si. Não houve diferença na proporção dos grupos nos substratos.

Também houve diferença na composição da fauna de areia em relação aos demais substratos ($p < 0,05$), detectada pela análise multivariada (MANOVA), não considerando os locais.

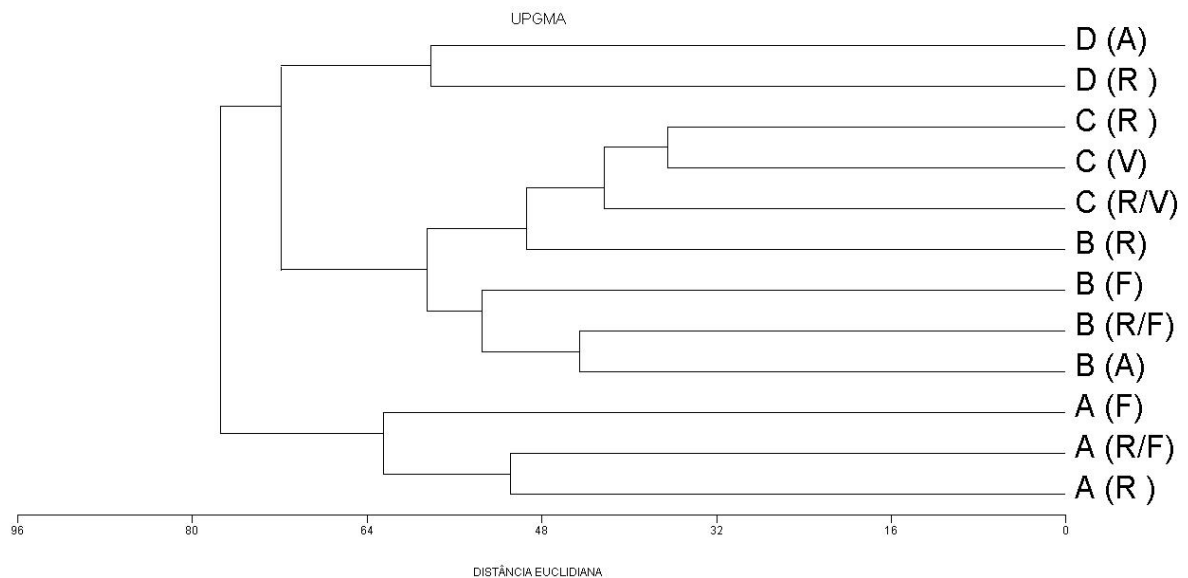


Figura 10 – Rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS: Dendrograma obtido a partir da análise de agrupamento pelo método da ligação média não-ponderada (UPGMA), utilizando distância euclidiana como medida de semelhança. Pontos de coleta: A-D. Entre parênteses estão representados os tipos de substrato.

A: areia; R: rocha; V: vegetação submersa; F: folhas)

DISCUSSÃO

Muitos grupos de insetos aquáticos possuem sua distribuição definida de acordo com o tipo de substrato disponível e, muitas vezes, este fator determina a presença e abundância de várias populações (FEND & CARTER, 1995). No presente estudo, os substratos influenciaram, principalmente, a densidade da comunidade, com a riqueza e a proporção dos grupos (subfamílias e guildas alimentares) sendo afetados em menor escala.

A natureza dos substratos foi fundamental nos casos em que ocorrerem diferenças de distribuição dos grupos, sendo que substratos contendo pelo menos uma fração de material orgânico apresentaram, no geral, maior riqueza e densidade, reforçando as conclusões de BAPTISTA et al. (2001), ao informar que tais componentes, principalmente folhas, podem ser favoráveis por oferecerem melhores condições alimentares e de abrigo, além de possuírem uma rica flora perifítica. Desde que folhas em pequenos cursos d'água sejam conspícuas e os Chironomidae numerosos, é plausível que um grande número utilize este componente como uma fonte de energia potencial (CALLISTO & GONÇALVES JR., 2007). Além de se

alimentarem, vários Chironomidae também contribuem para a decomposição de folhas facilmente degradáveis (GRUBBS et al., 1995).

O substrato arenoso foi menos favorável ao desenvolvimento da fauna de Chironomidae, afetando tanto a riqueza taxonômica quanto a abundância. Provavelmente a instabilidade e pouca disponibilidade de matéria orgânica em substratos arenosos promoveram a menor riqueza taxonômica e menor densidade de organismos, o que corrobora as afirmações de HAWKINS (1984). A estabilidade do substrato é proporcional ao tamanho das partículas, visto que pedras menores, como as encontradas em substratos considerados arenosos, podem ser arrastadas mais facilmente (MINSHALL, 1984). HENRIQUES-OLIVEIRA et al. (2003) também encontraram menor riqueza taxonômica em um local caracterizado pelo predomínio de substrato arenoso, no estado do Rio de Janeiro. A diminuição significativa na densidade da maioria dos grupos alimentares e subfamílias, neste tipo de substrato, no ponto B, revela uma diminuição considerável na disponibilidade de recursos ecológicos para a fauna de Chironomidae, com conseqüente prejuízo ao desenvolvimento de uma fauna mais abundante e diversificada.

O substrato rochoso também apresentou menor abundância de Chironomidae em relação aos componentes orgânicos, no entanto, não houve diferença acentuada na composição da fauna, com a maior parte dos grupos que ocorreram nestes substratos também sendo encontrados nas amostras em rocha. LENAT et al. (1981) informa que a comunidade bentônica de áreas rochosas é mais estável que a de áreas arenosas, sendo controlada por interações biológicas entre os organismos, enquanto em areia é fisicamente determinada e, portanto, mais suscetível às variações ambientais.

No entanto, mesmo nos casos em que o substrato afetou a abundância das subfamílias e grupos alimentares (areia e, em menor extensão, rochas), a ação foi homogênea, com as densidades diminuindo de forma proporcional entre os grupos. Dessa forma, dificilmente foi perceptível alguma relação entre grupo e substrato. Algumas associações normalmente citadas, como a maior proporção de fragmentadores em folhas e, portanto, em ambientes sujeitos a entradas sustanciais desse componente (VANNOTE et al., 1980), não foram encontradas. Tais padrões geralmente estão relacionados a ambientes naturais, quando variáveis físico-químicas não são o fator determinante principal para a fauna bentônica.

Além disso, embora algumas espécies sejam restritas a determinada categoria alimentar, vários táxons de Chironomidae apresentam considerável grau de flexibilidade (BERG, 1995; NESSIMIAN et al., 1999), ou seja, são grupos oportunistas não seletivos, utilizando o recurso disponível e ingerindo alimentos de diferentes categorias alimentares.

Para outros grupos, a dificuldade em determinar a preferência de habitats pode não ser devida a maior amplitude de distribuição, mas pela proximidade ou contato direto entre os substratos, ocorrendo a mistura nas amostras ou mesmo o carreamento dos organismos pela correnteza (SANSEVERINO & NESSIMIAN, 2001).

Os casos mais perceptíveis de alteração da representatividade se referem a subfamília Chironominae, que teve sua densidade prejudicada em componentes rochosos, ainda que tal fato não tenha ocorrido em todos os locais. Para as guildas tróficas, não houve relação constante de influência de algum substrato sobre a representatividade. Outras deduções podem ser estabelecidas observando a presença e abundância de alguns gêneros nos substratos.

Alguns gêneros de Chironomidae possuem ampla distribuição, ocorrendo abundantemente em vários sistemas e substratos. ABURAYA & CALLIL (2007) informam sobre a característica cosmopolita de *Polypedilum*, representado por várias espécies, e atingindo elevadas densidades em diferentes ambientes. No rio Vacacaí-Mirim, *Polypedilum* geralmente apareceu em altas densidades, mas apresentou maior representatividade em substratos com vegetação ou mistos.

Outro grupo bastante representativo foi *Cricotopus/Orthocladius*, possuindo densidade homogênea nos diferentes substratos. De acordo com MERRITT & CUMMINS (1996), suas larvas podem ter diferentes hábitos, principalmente fragmentadores e coletores, sendo encontrados, portanto, em uma maior variedade de substratos, utilizando diferentes recursos alimentares. Dessa forma, a grande amplitude ecológica explica sua presença e abundância na maioria dos substratos.

Ainda citando grupos com representatividade considerável, dentre os Tanypodinae, *Larsia* não ocorreu nos substratos arenosos, apesar de estar presente nos demais substratos considerados. WIEDERHOLM (1983) informa sobre a tendência, não confirmada no presente estudo, de Tanypodinae estar presente em quantidades mais elevadas em substratos arenosos, visto sua melhor adaptação a tais condições, em relação as demais subfamílias. A maior parte dos Tanypodinae tem hábitos de predação e, segundo WETZEL (1993), entre as larvas de Chironomidae predadoras, o alimento a partir do segundo instar é constituído por alguns grupos de invertebrados, incluindo outros Chironomidae. Assim, a diminuição, em areia, dos grupos que servem de alimento, pode ter contribuído para a menor abundância de Tanypodinae e ausência de *Larsia* neste substrato.

No ponto em que ocorreu (B), *Tanytarsus* não esteve presente em substratos rochosos, apesar da elevada densidade nos componentes orgânicos. SANSEVERINO & NESSIMIAN

(1998) confirmam essa preferência, tendo apontado larvas do gênero como habitantes principalmente do folhicho depositado, em um estudo em rios no Estado do Rio de Janeiro.

Dentre as relações verificadas entre grupo e substrato, a maioria refere-se apenas a algum dos ambientes, não sendo comprovadas ou mesmo ocorrendo de forma contraditória. No ponto B, por exemplo, todos os grupos e guildas, com exceção de filtradores, apresentaram densidade superior estatisticamente em substratos rochosos, em relação a arenosos. Já em D, somente filtradores tiveram densidade superior nesta mesma comparação de substratos.

Dessa forma, percebe-se que a conjuntura global dos locais exerceu grande influência sobre a distribuição da fauna, com os substratos diferentes de um mesmo ambiente sendo mais parecidos entre si do que o mesmo substrato em diferentes ambientes (Figura 10). A proporção dos grupos alimentares e subfamílias variou em função do local e, de forma menos acentuada, do substrato.

A espacialidade na distribuição de insetos aquáticos está relacionada de forma direta à velocidade de correnteza do rio, temperatura da água, taxas de oxigênio dissolvido, pH, tamanho das partículas de substrato, disponibilidade de alimento, dentre outros, sendo que os parâmetros físico-químicos e morfométricos definem a macrodistribuição, enquanto o substrato e alimento exercem influência sobre a microdistribuição (CUMMINS & LAUFF, 1969; FESL, 2002). No estudo, os primeiros foram mais determinantes na definição da estrutura da fauna de Chironomidae e podem explicar de maneira satisfatória a distribuição de algumas subfamílias, gêneros e grupos alimentares.

A grande diferença de características abióticas (físicas, químicas e morfométricas) entre os locais do estudo foi responsável pela formação de distintas comunidades. Estas resultaram das consequências da destruição da vegetação ripária, influência da agricultura (através de alterações nas características morfométricas e físico-químicas), além de características naturais diferentes entre os locais, relacionadas à diversidade de recursos ecológicos. Mesmo os locais mais parecidos entre si (A e B; C e D) possuem características particulares que promoveram uma diferença de composição da fauna.

As condições físico-químicas mais satisfatórias do ponto B, juntamente com a ampla disponibilidade alimentar e de substrato no local, contribuem para o desenvolvimento de uma fauna rica e a distribuição mais homogênea dos grupos. O ponto foi o que apresentou maior extensão de vegetação ripária no entorno, a qual aumenta a oferta de folhas que podem ser utilizadas como fonte alimentar pelos organismos, contribuindo para a variedade de recursos. *Polypedilum* foi o grupo mais representativo, com suas larvas sendo fragmentadoras,

coletoras ou predadoras (COFFMAN & FERRINGTON, 1984) e, portanto, favorecidas pela maior heterogeneidade oferecida no local.

A ocorrência de coletores foi elevada, assim como no ponto A, no qual *Parametriocnemus* foi o principal contribuinte para essa categoria funcional. Os dois locais possuem baixas velocidades de correnteza e os resultados confirmam os obtidos por AMORIM et al. (2004), que encontraram maior quantidade de coletores-catadores nessas zonas, onde ocorre acúmulo de material, que facilita a ação dos organismos dessa categoria funcional.

Em C e D, o enriquecimento por nutrientes devido às práticas agrícolas próximas ao corpo d'água, além da maior condutividade e quantidade de sólidos, revelam prejuízos à qualidade hídrica, afetando a riqueza taxonômica e favorecendo alguns gêneros, como *Rheotanytarsus*, que teve ampla dominância nestes ambientes. Assim, o aumento expressivo da representatividade de Chironominae e de filtradores nos pontos C e D também está associado a tais fatores e ocorrem principalmente devido a este aumento de *Rheotanytarsus*. SANSEVERINO & NESSIMIAN (2001) verificaram altas quantidades e preferência deste gênero em áreas caracterizadas por elevadas velocidades de correnteza, conforme encontrado no ponto C, que são favoráveis aos hábitos alimentares de filtradores. No entanto, a preferência por substrato rochoso, conforme indicado por COFFMAN & FERRINGTON (1984), não foi confirmada, pois o grupo atingiu maior densidade nos componentes vegetais e mistos do local.

Em D, a retirada da água pouco tempo antes da coleta alterou o canal do rio, resultando na menor profundidade e largura do ambiente. Em condições normais, este é um local comparável ao ponto C, com velocidade de correnteza ainda mais elevada que a obtida e maior profundidade. Assim, a fauna pode não ter sido modificada consideravelmente no intervalo entre a alteração ambiental e a amostragem, refletindo ainda características anteriores.

Dessa forma, notou-se uma influência maior de fatores físicos, químicos e morfométricos, que agem especialmente, sobre a fauna aquática, com o substrato exercendo papel secundário na determinação do componente biológico, apenas complementando as exigências ecológicas dos grupos. A maioria dos gêneros encontrados variou em densidade e presença de acordo com os locais, não necessariamente seguindo um padrão regido pelos microambientes e tornando possível a existência de distribuições diferenciais no mesmo tipo de substrato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABURAYA, F. H.; CALLIL, C.T. Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no alto Rio Paraguai (Cáceres, Mato Grosso, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** 24 (3): 565-572, 2007.
- AMORIM, R. M; HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Lundiana** 5(2):119-127, 2004.
- APHA – American Public Health Association. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington, 1998.
- ATILLA N.; FLEEGER, J.W. Meiofaunal colonization of artificial substrates in a estuarine embayment. **Mar Ecol** 21(1): 69-83, 2000.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 3.0. Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 2003.
- BAPTISTA, D. F., BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; NESSIMIAN, J. L. 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, 2001.
- BERG, M.B. Larval food and feeding behavior. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V. (eds.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. p.136-167.
- BOULTON, A. J.; BOON, P. J. A review of methodology used to measure leaf litter decomposition in lotic environments: time to turn over an old leaf? **Australian Journal of Marine and Freshwater Research** 42:1–43, 1991.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES JR.; J. F. Leaf litter as a possible food source for chironomids (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams. **Revista Brasileira de Zoologia**. 24 (2): 442–448, 2007.
- COFFMAN, W. P. Conclusions. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V (ed.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 436-447.

COFFMAN, W. P.; FERRINGTON, L. C. Chironomidae. In: MERRITT, K. W.; CUMMINS, R. W. **An introduction of aquatic insects of North America**. 2nd ed. Kendall/ Hunt Pub.Co. Dubuque, 1984. 660p.

CRANSTON, P. S. Introduction. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V (ed.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. p.1-7.

CRANSTON, P. S. **Electronic guide to the Chironomidae of Australia**. Disponível em: <http://www.science.uts.edu.au/sasb/chiropage/>. 2000.

CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in litter in a mountain stream of the Atlantic Rainforest from Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24 (3): 545-551, 2007.

CUMMINS, K.W.; LAUF, G.H. The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos. **Hydrobiologia**, 34:145-181, 1969.

EPLER, J. H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina**. A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC, and St. Johns River Water Management District, Palatka, FL, 2001.

ERMAN D.C.; ERMAN N.A. The response of stream macroinvertebrates to substrate size and heterogeneity. **Hydrobiologia**, 26, 173–183, 1984.

FEND, S.V.; CARTER, J.L. The relationship of habitat characteristics to the distribution of Chironomidae (Diptera) as measured by pupal exuviae collection in a large river system. **J. Freshw. Ecol.** 10 (4): 343-359, 1995.

FESL, C. Biodiversity and resource use of larval chironomids in relation to environmental factors in a large river. **Freshwater Biology** 47: 1065–1087, 2002.

GRACIOLI, C. R. **Impactos ambientais na microbacia do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria – RS**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 2005.

GRUBBS, S.A.; R.E. JACOBSEN; K.W. CUMMINS. Colonization by Chironomidae (Insecta, Diptera) on three distinct leaf substrates in an Appalachian mountain stream. **Annals de Limnologie** 31: 105-118, 1995.

HAWKINS, C. P. Substrate associations and longitudinal distributions in species of Ephemerellidae (Ephemeroptera: Insecta) from western Oregon. **Freshw. Invertebr. Biol.**, 3(4): 181-188, 1984.

HENRIQUES-OLIVEIRA, A.L.; DORVILLÉ, L.F.M.; NESSIMIAN, J.L. Distribution of Chironomidae larvae fauna (Insecta: Diptera) on different substrates in a stream at Floresta da Tijuca, RJ, Brazil. **Acta Limnol. Bras.** 15(2):69-84, 2003.

LENAT, D. R.; PENROSE, D. L.; EAGLESON, K. W. Variable effects of sediment addition on stream benthos. **Hydrobiologia**, 79: 187-194, 1981.

MARTINELLI, L. A.; KRUSCHE, A. V. Amostragem em Rios. p. 263-279. In: Bicudo, C. E. M.; Bicudo, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: RiMa, 2004.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **Introduction to aquatic insect of North America**. 3rd ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.720p.

MINSHALL, G.W. Aquatic insect-substratum relationships. In: RESH, V.H.; ROSENBERG, D.M. (eds.) **The ecology of Aquatic Insects**. Praeger Publishers, New York, 1984. p.358-400.

NESSIMIAN, J. L.; SANSEVERINO, A. M.; OLIVEIRA, A. L. H. Relações tróficas de larvas de Chironomidae (Diptera) e sua importância na rede alimentar em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, 43: 47-53, 1999.

NUNES, G. M.; SOUZA FILHO, C. R.; VICENTE, L. E.; MADRUGA, P. R. A.; WATZLAWICK, L. F. Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS). **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil**. 2005. p. 3183-3189.

PILLAR, V. P. Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV. **Coenoses**, Gorizias, 12: 145-148, 1997.

PINDER, L.C.V. Biology of Freshwater Chironomidae. **Ann. Rev. Entomol.**, 31:1-23, 1986.

RAE, J. G. The colonization response of lotic chironomid larvae to substrate size and heterogeneity. **Hydrobiologia** 524: 115– 124, 2004.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Habitat preferences of Chironomidae larvae in an upland stream of Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 26: 2141-2144, 1998.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnol. Bras.** 13 (1): 29-38, 2001.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhicho submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia** 52(1): 95-104, 2008.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo**: Guia de identificação e diagnose dos gêneros. PPG-ERN/UFSCar, São Carlos, São Paulo, 1995. 229 p.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 37: 130-137, 1980.

VINSON, M. R.; HAWKINS, C. P. Biodiversity of stream insects: variation at local, basin and regional scales. **Annual Review of Entomology** 43: 271-93, 1998.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. 2 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

WIEDERHOLM, T. **Chironomidae of Holartic Region**: keys and diagnoses. Part 1. Larvae. *Entomologica Scandinavica*, 1983. 457p. Suplemento 19.

3.0 CONCLUSÃO GERAL

A distribuição de Chironomidae no rio Vacacaí-Mirim evidenciou que a subfamília Chironominae foi o grupo com maior abundância e riqueza na maioria dos locais e substratos, seguido de Orthoclaadiinae e Tanypodinae. O estudo aponta para a influência de fatores relacionados ao uso do solo, variáveis físico-químicas e disponibilidade de substratos sobre a comunidade de Chironomidae. A atuação diferencial desses fatores no espaço foi fundamental para determinar a composição e estrutura do grupo. Fatores morfométricos, como a velocidade de correnteza, também contribuíram para a composição da comunidade, com valores mais elevados favorecendo filtradores e menores contribuindo para a predominância de coletores. A maior riqueza taxonômica foi encontrada na área com vegetação ripária mais preservada, ressaltando o papel dessas áreas para a manutenção da biodiversidade. Mesmo com nenhum ambiente apresentando valores de diversidade considerados críticos, percebe-se a diminuição na riqueza taxonômica em função da retirada da água para abastecimento de culturas, assim como do enriquecimento por nutrientes e maior quantidade de sólidos, originados das práticas agrícolas próximas ao corpo hídrico.

Tais condições espaciais foram mais efetivas em determinar a composição da fauna de Chironomidae do que as diferenças nos microhábitats, com diferentes substratos de um mesmo ambiente sendo mais parecidos estruturalmente do que substratos equivalentes em locais diferentes.

Com exceção do substrato arenoso, os demais não diferiram do padrão estrutural da comunidade apresentado em cada ponto. Os hábitos alimentares não estiveram associados aos padrões de distribuição em substratos normalmente esperados, indicando uma maior amplitude na utilização dos recursos disponíveis. Os substratos considerados exerceram influência principalmente sobre a densidade de organismos, com características de menor abundância em arenosos e rochosos, por serem substratos naturalmente mais pobres, e maior abundância em componentes vegetais ou mistos (orgânicos/inorgânicos), cujos recursos energéticos e condições de abrigo foram mais favoráveis.

No entanto, são necessárias amostragens em outros períodos do ano, aumentando a confiabilidade dos resultados e contribuindo para o conhecimento acerca da distribuição taxonômica espacial e temporal. Da mesma forma, estudos aplicados podem vir a confirmar o potencial de determinados gêneros como indicadores das perturbações antrópicas citadas,

visto a grande predominância, nesse estudo, de alguns táxons nos ambientes com tais condições. Estudos com variáveis físico-químicas padronizadas e direcionados especificamente para verificar a preferência de substratos dos grupos podem responder questões de associação das subfamílias e das guildas alimentares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- ABÍLIO, F. J. P.; FONSECA-GESSNER, A. A.; WATANABE, T.; LEITE, R. L. Fauna de Chironomidae e outros insetos aquáticos de açudes do semi-árido paraibano, Brasil. **Entomol. Vect.** 12 (2): 255-264, 2005.
- ABURAYA, F. H.; CALLIL, C.T. Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no alto Rio Paraguai (Cáceres, Mato Grosso, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** 24 (3): 565-572, 2007.
- AMORIM, R. M; HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Lundiana** 5(2):119-127, 2004.
- ANJOS, A. F.; TAKEDA, A. M. Colonização de Chironomidae (Diptera: Insecta) em diferentes tipos de substratos artificiais. **Acta Sci. Biol. Sci.** 27 (2):147-151, 2005.
- APHA – American Public Health Association. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington, 1998.
- ARAÚJO, A. M. Qualidade das Águas Estuárias e Recife. **Ciência & Engenharia**, 9(1): 32-39, 2000.
- ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V. **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. 572p.
- ATILLA N.; FLEEGER, J.W. Meiofaunal colonization of artificial substrates in a estuarine embayment. **Mar Ecol** 21(1): 69-83, 2000.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 3.0. Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 2003.
- BAPTISTA, D. F., BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; NESSIMIAN, J. L. 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, 2001.

BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M.; GALDEAN, N. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, 4 (1):51-59, 2001.

BECKETT, D.C.; AATILA, T.P.; MILLER, A.C. Invertebrate abundance on *Potamogeton nodosus*, effects of plant surface area na condiction. **Can. J. Zool.** 70:300-306, 1992.

BERG, M.B. Larval food and feeding behavior. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V. (eds.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. p.136-167.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, GO. In: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, E. (ed.). **Ecologia de insetos aquáticos. Série Oecologia Brasiliensis**. Vol. V. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998.

BOULTON, A. J.; BOON, P. J. A review of methodology used to measure leaf litter decomposition in lotic environments: time to turn over an old leaf? **Australian Journal of Marine and Freshwater Research** 42:1-43, 1991.

BOTTS, P.S. Spatial pattern, patch dynamics and successional change: chironomid assemblages in a Lake Erie coastal wetland. **Freshwater Biol.** 37:277-286, 1997.

BRANCO, S. M. Recursos hídricos e impactos ambientais da irrigação e drenagem. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. p. 44-48. Santa Maria, 1993.

BRITO JR., L.; ABÍLIO, F. J. P.; WATANABE, T. Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae. **Entomol. Vect.** 12 (2): 149-157, 2005.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JR, J. F. Bioindicadores bentônicos. In: ROLAND, F., CESAR, D.; MARINHO, M.(ed.). **Lições de Limnologia**. São Carlos: RiMa, 2005.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JR.; J. F. Leaf litter as a possible food source for chironomids (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams. **Revista Brasileira de Zoologia**. 24 (2): 442-448, 2007.

CASEY, T.J.; KENDALL, S.A. Comparisons among colonization of artificial substratum types and natural substratum by benthic macroinvertebrates. **Hydrobiologia**, 341: 54-64, 1996.

CASTILLERO, A. C. **Uso da terra por fotografias aéreas no município de Santa Maria, RS.** Monografia de Especialização. Santa Maria: UFSM, 1984.

COFFMAN, W. P.; FERRINGTON, L. C. Chironomidae. In: MERRITT, K. W.; CUMMINS, R. W. **An introduction of aquatic insects of North America.** 2nd Ed. Kendall/ Hunt Pub.Co. Dubuque, 1984. 660p.

COFFMAN, W. P. Conclusions. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V (ed.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges.** London: Chapman & Hall, 1995. p. 436-447.

COHEN, A.S. Distribution and faunal associations of benthic invertebrates at Lake Turkana, Kenya. **Hydrobiologia**, 134:179-197, 1986.

CRANSTON, P. S. Introduction. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V (ed.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges.** London: Chapman & Hall, 1995.p.1-7.

CRANSTON, P. S. **Electronic guide to the Chironomidae of Australia.** Disponível em: <http://www.science.uts.edu.au/sasb/chiropage/>. 2000.

CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in litter in a mountain stream of the Atlantic Rainforest from Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24 (3): 545-551, 2007.

CUMMINS, K.W.; LAUF, G.H. The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos. **Hydrobiologia**, 34:145-181, 1969.

CUMMINS, K.W., MERRITT, R.W., ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 40, 69–89, 2005.

EPLER, J. H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina.** A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC, and St. Johns River Water Management District, Palatka, FL, 2001.

ERMAN D.C.; ERMAN N.A. The response of stream macroinvertebrates to substrate size and heterogeneity. **Hydrobiologia**, 26, 173–183, 1984.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Interciência, Rio de Janeiro, 1998.

FAGUNDES, R. C.; SHIMIZU, G. Y. Utilização da fauna de Chironomidae (Diptera) como indicadora de qualidade da água, através da correlação entre os gêneros e parâmetros ambientais. In: II Encontro Brasileiro sobre Chironomidae. São Carlos. **Resumos**, 1996.

FEND, S.V.; CARTER, J.L. The relationship of habitat characteristics to the distribution of Chironomidae (Diptera) as measured by pupal exuviae collection in a large river system. **J. Freshw. Ecol.** 10 (4): 343-359, 1995.

FESL, C. Biodiversity and resource use of larval chironomids in relation to environmental factors in a large river. **Freshwater Biology** 47: 1065–1087, 2002.

FITTKAU, E. J. Chironomidae Research in South America – review and outlook for the future. In: XIV International Symposium on Chironomidae. **Programa e resumos**. Rio de Janeiro, Fio Cruz, 2000.

FITTKAU, E.J. Amazonian Chironomidae (Diptera, Chironomidae): A contribution to chironomid research in the Neotropics. **Amazoniana**, 16:313-323, 2001.

GALLARDO, A.; PRENDA, J. Influence of some environmental factors on the freshwater macroinvertebrates distribution in two adjacent river basins under Mediterranean climate. I. dipteran larvae (excepting chironomids and simuliids) as ecological indicators. **Arch. Hydrobiol.** 131:435-447, 1994.

GRACIOLI, C. R. **Impactos ambientais na microbacia do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria – RS**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 2005.

GRUBBS, S.A.; JACOBSEN, R. E.; CUMMINS, K. W. Colonization by Chironomidae (Insecta, Diptera) on three distinct leaf substrates in an Appalachian mountain stream. **Annals de Limnologie** 31: 105-118, 1995.

GUERESCHI, R. M.; MELÃO, M. G. G. Monitoramento da bacia hidrográfica do rio do Monjolinho pelo uso de macroinvertebrados bentônicos. **Anais do VII Seminário Regional de Ecologia**. UFSCar. São Carlos (SP). v. 8, p. 61-76, 1997.

HAWKINS, C. P. Substrate associations and longitudinal distributions in species of Ephemerellidae (Ephemeroptera: Insecta) from western Oregon. **Freshw. Invertebr. Biol.**, 3(4): 181-188, 1984.

HENRIQUES-OLIVEIRA, A.L.; DORVILLÉ, L.F.M.; NESSIMIAN, J.L. Distribution of Chironomidae larvae fauna (Insecta: Diptera) on different substrates in a stream at Floresta da Tijuca, RJ, Brazil. **Acta Limnol. Bras.** 15(2):69-84, 2003.

JOLY, C.A.; SPIGOLON, J.R.; LIEBERG, S. A.; SALIS, S.M.; AIDAR, M.P.M.; METZGER, J.R.W.; ZICKEL, C.S.; LOBO, P.C.; SHIMABUKURO, M.T.; MARQUES, M.C.M.; SALINO, A. O projeto Jacaré Pepira: o desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. EDUSP/FAPESP, São Paulo, 2000. p.223-232.

JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S.; FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/ Brasil) através de macroinvertebrados. **Acta Limnol. Bras.**, 12:73-87, 2000.

KIKUCHI, R. M. **Composição e distribuição das comunidades animais em um curso de água corrente (córrego Itaúna, Itatinga – SP)**. Dissertação de Mestrado. Botucatu: UNESP, 1996. 112p.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. 2ª edição (fac-similar). Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1990. 330p.

KLEINE, P.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. **Acta Limnol. Bras.**, 17(1):81-90, 2005.

LENAT, D. R.; PENROSE, D. L.; EAGLESON, K. W. Variable effects of sediment addition on stream benthos. **Hydrobiologia**, 79: 187-194, 1981.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and his measurement**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press., 1988.

MARIDET, L.; WASSON, J.G.; PHILIPPE, M.; AMOROS, C. Benthic organic matter dynamics in three streams: riparian vegetation or bed morphology control? **Arch. Hydrobiol.** 132:415-425, 1995.

MARQUES, M. M. G. S.; BARBOSA, F. A. R. Eficiência de alguns parâmetros da comunidade de macroinvertebrados utilizados na avaliação da qualidade de água. **Anais VIII Seminário Regional de Ecologia**. n. 8, p. 113-126. São Carlos: UFSCar, 1997.

MARQUES, M. M. G. S. M.; BARBOSA, F. A. R. Na fauna do fundo, o retrato da degradação. **Ciência Hoje**.175:72-75, 2001.

MARQUES, M.M.G.S.M.; BARBOSA, F.A.R.; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera) in impacted watershed in south-east Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, 59:553-561, 1999.

MARTINELLI, L. A.; KRUSCHE, A. V. Amostragem em Rios. p. 263-279. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: RiMa, 2004.

MCALECEE, N.; LAMBSHEAH, P.J.D.; PATERSON, G.L.J.; GAGE, J.G. **Bio Diversity Professional Beta-Version**. London: The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Sciences, 1997.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **Introduction to aquatic insect of North America**. 3rd ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996. 720p.

MINSHALL, G.W. Aquatic insect-substratum relationships. In: RESH, V.H.; ROSENBERG, D.M. (eds.) **The ecology of Aquatic Insects**. Praeger Publishers, New York. p.358-400. 1984.

NAZAROVA, L. B.; RISS, H. W.; KAHLHEBER, A.; WERDING, B. Some observations of buccal deformities in chironomid larvae (Diptera: Chironomidae) from the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. **Caldasia** 26 (1): 275-290, 2004.

NESSIMIAN, J. L.; SANSEVERINO, A. M.; OLIVEIRA, A. L. H. Relações tróficas de larvas de Chironomidae (Diptera) e sua importância na rede alimentar em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**, 43: 47-53, 1999.

NUNES, G. M.; SOUZA FILHO, C. R.; VICENTE, L. E.; MADRUGA, P. R. A.; WATZLAWICK, L. F. Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS). **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil**, 2005. p. 3183-3189.

OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C.; SÁ, N. C. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 14(4):867-876, 1997.

PANATTA, A.; STERNET, C.; FREITAS, S. M. F.; MALTCHIK, L. Diversity of chironomid larvae in palustrine wetlands of the coastal plain in the south of Brazil. **Limnology** 7:23–30, 2006.

PEREIRA, D.; DE LUCA, S. J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnol. Bras.** 15(2):57-68, 2003.

PILLAR, V. P. Multivariate exploratory analysis and randomization testing with MULTIV. **Coenoses**, Gorizias, 12: 145-148, 1997.

PINDER, L.C.V. Biology of Freshwater Chironomidae. **Ann. Rev. Entomol.**, 31:1-23, 1986.

PINDER, L. C. V. The habitats of chironomid larvae. In: ARMITAGE, P. D.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V (ed.). **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. p.107-133.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M.; CALLISTO, M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas Basin, Brazil. **American Fisheries Society Symposium**, 2005. p. 1-11.

POPP; A.; HOAGLAND, K.D. Changes in benthic community composition in response to reservoir aging. **Hydrobiol.** 306:159 –171, 1995.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2001.

RAE, J. G. Chironomidae midges as indicadores of organic pollution in the Scioto River Basin. **Ohio J. Sci.** 89 (1): 5-9, 1989.

RAE, J. G. The colonization response of lotic chironomid larvae to substrate size and heterogeneity. **Hydrobiologia** 524: 115– 124, 2004.

ROQUE, F.O.; CORBI, J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Considerações sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Diptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo. In: ESPÍNDOLA, E.L.G.; BOTTA-PASCOAL, C. M. R.; ROCHA, O.; BOHRER,

M. B. C.; OLIVEIRA-NETO, A. L. de (ed.). **Ecotoxicologia**: Perspectivas para o Século XXI. São Carlos: Rima, 2000. p.115-123.

ROQUE F. O.; CORREIA L. C. S.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. A review of Chironomidae studies in lentic systems in the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica** 4:1-19, 2003.

ROQUE F. O.; TRIVINHO-STRIXINO S. *Xenochironomus ceciliae* (Diptera: Chironomidae), a new chironomid species inhabiting freshwater in Brazil. **Hydrobiologia** 534:231-238, 2005.

ROQUE F. O.; TRIVINHO-STRIXINO S.; JANCO M.; FRAGOSO E. N. Records of Chironomidae larvae living on other aquatic animals in Brazil. **Biota Neotropica** 4:1-9, 2004.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. In: CAIRNS, J. (Ed.) **Artificial Substrates**. Michigan: Ann Arbor Science Publishers Inc., p. 175-235, 1982.

ROSENFELD, J.S. Logical fallacies in the assessment of functional redundancy **Conservation Biology** 16, 837-839, 2002.

RUSE, L. P.; WILSON, L. P. Long-term assessment of water and sediment quality of the river Thaming using chironomidae pupal skins. In: Craston, P. (ed.). **Chironomidae: from genes to ecosystems**. Melbourne: Csiro, 1995. p. 113-131.

SALATI, E.; LEMOS, H. M. Água e o Desenvolvimento Sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. & TUNDISI, J. G. (org). **Águas Doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 39-64.

SANKARPERUMAL, G.; PANDIAN, T. J. Larval abundance of *Chironomus circumdatus* in relation to biotic and abiotic factors. **Hydrobiol.** 246:205-212, 1992.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Habitat preferences of Chironomidae larvae in an upland stream of Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 26: 2141-2144, 1998.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnol. Bras.** 13 (1): 29-38, 2001.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhço submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia** 52(1): 95-104, 2008.

SEMINARA, M.; BAZZANTI, M. Trophic level assessment of profundal sediments of the artificial lake Campotosto (Central Italy), using midge larval community (Diptera: Chironomidae). **Hydrobiol. Bull.** 22 :183-193, 1988.

SOARES, E. M. F. **Proposta de modelo de SGABH – Sistema de Gestão das águas para bacias hidrográficas**: Microbacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, a montante da RS 287 – Santa Maria – RS. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2003.

SORIANO, A. J. S. **Distribuição espacial e temporal de invertebrados bentônicos da Represa de Barra Bonita (SP)**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: UFSCar, 1997.

SPIES, M.; REIS, F. Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae (Insecta, Diptera). **Spixiana**, v. 22, p.61-119, 1996. Suplemento.

SURIANO, M. T.; FONSECA-GESSNER, A.A. Chironomidae (Diptera) Larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo State, Brazil. **Acta Limnol. Bras.** 16(2):129-136, 2004.

THORNE, R. S. J.; WILLIAMS, W. P. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. **Freshwater Biology**, 37:671-686, 1997.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo**: Guia de identificação e diagnose dos gêneros. PPG-ERN/UFSCar, São Carlos, São Paulo, 1995.229 p.

TRIVINHO-STRIXINO, S; STRIXINO, G. *Goeldichironomus neopictus*, a new species from the southeast of Brazil: description and bionomic information. **Spixiana** 21:271–278, 1998.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Insetos dípteros: quironomídeos. In: Joly, C.A.; Bicudo, C.E.M. **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil**: síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: FAPESP, 1999.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Chironomidae (Diptera) do Rio Ribeira (divisa dos Estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. **Entomol. Vect.** 12 (2): 243-253, 2005.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: Enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, 2003.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 37: 130-137, 1980.

VINSON, M. R.; HAWKINS, C. P. Biodiversity of stream insects: variation at local, basin and regional scales. **Annual Review of Entomology** 43: 271-93, 1998.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. 2 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

WIEDENBRÜG S.; FITTKAU E. J. *Oliveiriella almeidai* (Oliveira, 1946), gen. nov., comb. nov., from South America with description of the pupae (Insecta, Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae). **Spixiana** 20:167-172, 1997.

WIEDERHOLM, T. **Chironomidae of Holartic Region**: keys and diagnoses. Part 1. Larvae. *Entomologica Scandinavica*, 1983. 457p. Suplemento 19.

ZILLI, F. L.; MONTALTO, L.; MARCHESE, M. R. Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Parana River floodplain (Argentina). **Limnologica** 38: 159-171, 2008.