

Composição e distribuição de insetos aquáticos no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, Rio Grande do Sul

Ludmilla Oliveira Ribeiro¹, Rodrigo König¹, Érico Marlon de Moraes Flores², Sandro Santos¹

¹*Laboratório de Carcinologia, Departamento de Biologia
CCNE/Universidade Federal de Santa Maria/RS*

²*Laboratório de Química Industrial e Ambiental, Departamento de Química
CCNE/Universidade Federal de Santa Maria/RS
e-mail: ssantos@smail.ufsm.br*

Resumo

Em ambientes aquáticos dulcícolas, os insetos ocupam a maior parte da fauna de invertebrados e várias características ambientais são determinantes para a estrutura e ocorrência sazonal do grupo. Os insetos têm um papel ecológico importante para os corpos d'água e vêm sendo utilizados em estudos de biomonitoramento. O objetivo deste estudo foi verificar a composição da entomofauna aquática do rio Vacacaí-Mirim e a relação dessa comunidade com as características ambientais de diferentes locais. Quatro coletas sazonais foram realizadas em três pontos com características ambientais distintas ao longo do rio Vacacaí-Mirim. Em cada ponto foram mensurados parâmetros abióticos (pH, oxigênio dissolvido, DQO e turbidez) e os insetos capturados utilizando-se um puçá. No ponto 2, caracterizado por entrada excessiva de material orgânico, a família Chironomidae foi a mais abundante, visto que tolera mudanças repentinas nas condições do habitat, possuindo alta adaptabilidade. Nos pontos 1 e 3, grupos pertencentes às ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, caracterizados por possuírem maior sensibilidade a distúrbios, foram mais abundantes. Nestes locais, principalmente no ponto 3, a presença de vegetação ciliar abundante pode ter abrandado a influência das atividades antropogênicas sobre a qualidade hídrica. Os resultados confirmam a eficiência dos grupos estudados em responder a alterações ambientais, sugerindo-se sua utilização em programas de monitoramento aquático. Também atentam para a necessidade da implementação de programas visando à recuperação de áreas de entorno dos corpos d'água.

Palavras-chave: biomonitoramento, qualidade hídrica, atividades antropogênicas.

Abstract

In freshwater environments, insects correspond to the major part of the invertebrate fauna and several environmental characteristics are determinant to the structure and seasonal occurrence of the group. Insects play an important role in water bodies and have been used in biomonitoring studies. The present study aimed to verify the aquatic entomofauna composition from Vacacaí-Mirim River, analyzing the relation between the community and the environmental characteristics from different locals. Four seasonal samplings were realized in three points along Vacacaí-Mirim River. Some abiotic parameters were also recorded in each local (pH, Dissolved oxygen, COD and turbidity) and insects were captured by a dip net. At point 2, where there is an excessive entry of organic material, the family Chironomidae was the most abundant since it tolerates abrupt changes in habitat conditions, with high adaptability. At points 2 and 3, groups belonging to orders Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, which are characterized by presenting more sensitivity to disturbances, were more abundant. In these places, mainly at point 3, the presence of abundant riparian vegetation might have softened the influence of anthropogenic activities on the water quality. The results validate the group efficiency in responding to environmental alterations, suggesting its application in monitoring programs. They also emphasize the need of implementation of programs aiming to recover the areas around of water bodies.

Key words: biomonitoring, water quality, anthropogenic activities.

Introdução

Os invertebrados de água doce constituem um grupo diversificado e onipresente, possuindo representantes tanto em ambientes preservados como em locais ambientalmente degradados (HAUER; RESH, 1996). Essa fauna encontra-se, na sua maioria, representada pelo filo Platyhelminthes, Nematoda, Annelida e Arthropoda (MERRIT; CUMMINS, 1996), sendo que, em ambientes lóticos, os insetos constituem a maior parte da comunidade de invertebrados bentônicos (HYNES, 1970). Estes constituem importantes componentes na dinâmica de tais locais, participando da ciclagem de materiais e das transferências energéticas (VANNOTE *et al.*, 1980; CUMMINS *et al.*, 1989; BISPO *et al.*, 2006).

Fatores como morfologia do corpo d'água e disponibilidade alimentar podem influenciar a distribuição da comunidade de insetos aquáticos (ALLAN, 1995; DINIZ-FILHO *et al.*, 1998; ESTEVES, 1998). Além disso, aspectos relacionados à qualidade da água também são determinantes para a estrutura e ocorrência sazonal do grupo (SORIANO, 1997). Bispo e Oliveira (1998) citam que, em regiões de clima tropical, os regimes anuais

de pluviosidade e a velocidade e vazão da água são os principais fatores que atuam diretamente na distribuição da macrofauna bentônica, na qual incluem-se os insetos. Os autores ressaltam que o oxigênio dissolvido e o pH, bem como a ação antrópica e a vegetação ripária, também são de grande importância em estudos dessa natureza. Dentre as ações humanas que podem alterar o balanço hídrico e, conseqüentemente, a fauna aquática de invertebrados, destacam-se, em escala local e regional, o desmatamento, a mudança do uso do solo e os projetos de irrigação, também estando associados o desenvolvimento industrial e a urbanização (SALATI; LEMOS, 1999).

Todos estes fatores influenciam aspectos ligados ao crescimento, alimentação, reprodução e sobrevivência dos organismos aquáticos, determinando, de acordo com a intensidade da sua ação, quais grupos permanecerão nos locais (WETZEL, 1993). Representantes de algumas ordens de insetos, como Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), vêm sendo utilizados em estudos de monitoramento biológico como indicadores de boa qualidade de água, pois sua frequência nesses locais tem sido maior do que em ambientes impactados (MARQUES; BARBOSA, 1997). Outros grupos, como a família Chironomidae (Diptera), normalmente se apresentam como dominantes nos ambientes aquáticos e, devido à tolerância a situações extremas e grande capacidade competitiva de alguns gêneros, sua presença é verificada em todos os ambientes que apresentam características eutróficas (CALLISTO *et al.*, 2001; BRITO JR. *et al.*, 2005).

Dessa forma, assim como outros grupos de macroinvertebrados, a entomofauna aquática permite o diagnóstico das condições limnológicas, pois qualquer mudança ambiental afeta características da comunidade como densidade, riqueza e diversidade do grupo (PEREIRA; DE LUCA, 2003). Algumas das razões que tornam esse grupo apropriado para utilização como bioindicadores são: abundância numérica e distribuição cosmopolita, que permitem realizar comparações entre diferentes ambientes; mobilidade limitada, refletindo 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; LAZARIDOU-DIMITRIADOU, 2002).

O objetivo deste estudo foi verificar a composição da fauna de insetos aquáticos do rio Vacacaí-Mirim, analisando a relação da comunidade com as características ambientais de diferentes locais.

O rio Vacacaí-Mirim é um dos principais contribuintes do rio Jacuí na Depressão Central e estudos com a comunidade de insetos na região de Santa Maria, mais especificamente na Microbacia Hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, são escassos.

Material e método

Área de estudo

O local de estudo faz parte da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, que é formada por duas microbacias hidrográficas distintas, com foz no rio Jacuí: a do rio Vacacaí, com aproximadamente 10.000 Km², e a do rio Vacacaí-Mirim, com aproximadamente 1.000 Km². A abrangência total da Bacia engloba áreas das regiões fisiográficas da Campanha e Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul (SOARES, 2003).

O município de Santa Maria, o qual 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 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).

O trabalho foi desenvolvido em três pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, localizados no município de Santa Maria (figura 1).

O ponto 1 situa-se à aproximadamente 1 km da nascente (29°39'46"S – 53°47'47"W), caracterizando-se por apresentar pouca profundidade (aproximadamente 20 cm) e fundo rochoso. Possui alguma vegetação marginal que sofreu pequena ação antrópica, principalmente pela presença de pastagem.

No ponto 2 (29°41'45"S – 53°43'34"W) o rio percorreu parte da zona leste da cidade de Santa Maria, estando localizado a cerca de 5 km do ponto 1. Sofre impacto do despejo de esgoto doméstico e não apresenta vegetação arbórea marginal. Possui profundidade intermediária (cerca de 30 cm) com fundo predominantemente arenoso.

O ponto 3 (29°43'10"S – 53°39'18"W) compreende uma área afastada da cidade, recebendo águas de outros arroios e possuindo, portanto, um volume de água maior que os demais. Apresenta fundo rochoso-arenoso e vegetação arbórea marginal que separa o corpo d'água de uma área de rizicultura.

Coleta e análise de dados

Foram realizadas quatro coletas, compreendendo as estações de outono, inverno e primavera de 2000 e verão de 2001. Os insetos foram amostrados com auxílio de um puçá, com abertura de malha de 1 mm, e esforço amostral de 20 minutos, abrangendo as margens e o centro do lei-

to. O material foi acondicionado em frascos plásticos contendo álcool 70%. Em laboratório procedeu-se a triagem do material sob estereomicroscópio, o qual também foi utilizado para identificação dos organismos até menor nível taxonômico possível. Chaves de identificação de Fernandez e Domingues (2001) e Merrit e Cummins (1996) foram utilizadas.

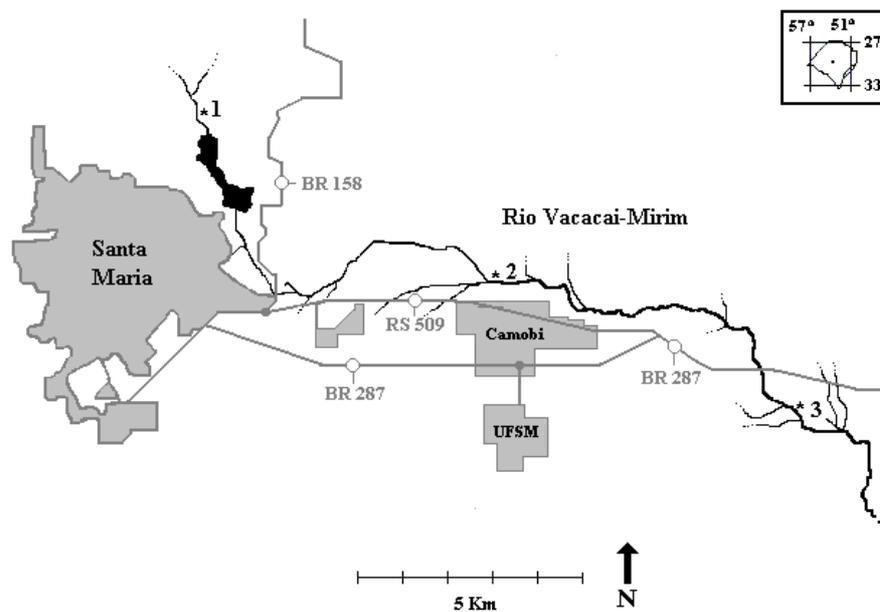


Figura 1. Pontos de amostragem ao longo do rio Vacacai-Mirim, Santa Maria/RS.

Os dados abióticos avaliados nos locais de coleta foram: temperatura e pH, medidos com um pHmetro (marca Ohaus), e oxigênio dissolvido, com um oxímetro (marca DIGIMED). Turbidez e DQO (Demanda Química de Oxigênio) foram avaliados em laboratório, utilizando amostras coletadas pouco abaixo da superfície do corpo d'água em frascos âmbar, os quais foram acondicionados em recipiente devidamente refrigerado. Todos os parâmetros foram mensurados de acordo com o Standart methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1998).

Os resultados foram expressos em abundância (n), abundância relativa (%), riqueza taxonômica (número de *taxa*). A fim de comparar os resultados obtidos na coleta biológica e os dados abióticos, foi realizada a

correlação de Spearman, utilizando o programa BioEstat 3.0 (AYRES *et al.*, 2003), no qual também se procedeu à aplicação do teste de Mann-Whitney, objetivando verificar possíveis diferenças sazonais entre os parâmetros.

Resultados

Os valores dos parâmetros físico-químicos mensurados encontram-se na tabela 1. A temperatura da água variou de 10,1 °C (ponto 1, no inverno) a 27,6 °C (ponto 2, outono). De acordo com o teste de Mann-Whitney, para esta variável, outono, inverno e primavera foram diferentes significativamente entre si ($p < 0,05$), enquanto o verão não diferiu estatisticamente das demais estações.

Quanto aos níveis de oxigênio dissolvido, o ponto 2 apresentou a menor média (6,65 mg.L⁻¹), além de possuir o menor valor para a variável (5,00 mg.L⁻¹ na amostragem do outono). Assim como para temperatura, os dados de oxigênio no outono foram estatisticamente diferentes daqueles da primavera e do inverno, apresentando as menores concentrações deste gás dissolvidas na água.

Em relação aos demais parâmetros, somente DQO demonstrou alguma influência sazonal, diferenciando o inverno da primavera.

O ponto 1 teve uma abundância bem superior aos demais (cerca de 61% do total), e o ponto 3, o menor número de representantes (cerca de 14%).

A ordem Diptera foi a mais abundante no estudo, devido a grande quantidade de organismos pertencentes à família Chironomidae, que contribuiu com 40,75% dos indivíduos amostrados. Após Diptera, as ordens com maior abundância foram Ephemeroptera e Trichoptera. Destacou-se a predominância de Chironomidae no ponto 2, com 73,26% do total. A família também obteve a maior representatividade no ponto 1 (tabela 2), embora a ordem Ephemeroptera tenha sido a mais numerosa. Baetidae (Ephemeroptera) predominou no ponto 3, com 23,22% do total.

A abundância espaço-temporal da entomofauna é mostrada na figura 2. No outono obteve-se uma quantidade de insetos inferior aos demais períodos. Para estes, não houve padrão, visto que primavera, verão e inverno tiveram maior abundância de organismos nos pontos 1, 2 e 3, respectivamente.

A análise de Spearman, com base nos parâmetros considerados na tabela 3, indica uma correlação positiva entre oxigênio dissolvido e: riqueza, abundância total, número de Ephemeroptera e Trichoptera. A abundância da entomofauna esteve fortemente correlacionada ($p < 0,01$) com a abundância de EPT, principalmente Ephemeroptera e Trichoptera. A abundância destas ordens também esteve positivamente correlacionada com a riqueza dos locais.

Tabela 1. Dados abióticos: valores médios e desvio padrão, e amplitude (máximos e mínimos) para os quatro períodos analisados, nos três pontos de amostragem no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Parâmetro	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
pH	7,28±0,34(7,00 - 7,70)	7,18±0,05(7,10 - 7,20)	6,88±0,17(6,70 - 7,10)
Turbidez (UNT)	9,12±0,25(9,00 - 9,50)	13,25±2,06(11,00 - 13,00)	15,25±5,44(11,00 - 23,00)
Temperatura (°C)	17,98±5,87(10,10 - 23,70)	18,85±6,10(14,20 - 27,60)	18,52±5,71(11,00 - 23,40)
DQO (mg.L ⁻¹)	7,28±4,68(3,50 - 14,10)	7,18± 0,78(6,30 - 8,20)	6,60±2,04(4,20 - 9,20)
OD (mg.L ⁻¹)	8,75±1,68(6,70 - 10,60)	6,65±1,21(5,00 - 7,70)	7,92±1,70(5,60 - 9,50)

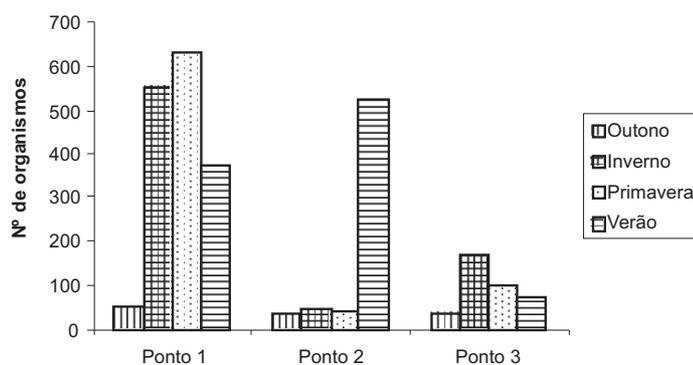


Figura 2. Abundância de insetos aquáticos em cada período, nos três pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, RS.

Tabela 2. Abundância, abundância relativa e riqueza de *taxa* nos três pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

Taxa	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Total
Coleoptera				
Curculionidae	-	1(0,16)	1(0,26)	2(0,08)
Dytiscidae	-	7(1,09)	-	7(0,27)
Elmidae	5(0,31)	1(0,16)	4(1,06)	10(0,38)
Gyrinidae	-	-	10(2,64)	10(0,38)
Halipidae	-	1(0,16)	-	1(0,04)
Hydrophilidae	1(0,06)	8(1,24)	-	9(0,34)
Psephenidae	47(2,93)	-	3(0,79)	50(1,90)
Diptera				
Ceratopogonidae	1(0,06)	1(0,16)	5(1,32)	7(0,27)
Chironomidae	521(32,46)	472(73,26)	79(20,86)	1072(40,75)
Dixidae	-	-	1(0,26)	1(0,04)
Empididae	1(0,06)	-	-	1(0,04)
Simuliidae	6(0,37)	-	10(2,64)	16(0,61)
Tabanidae	1(0,06)	-	-	1(0,04)
Tipulidae	1(0,06)	-	2(0,53)	3(0,11)
Ephemeroptera				
Baetidae	318(19,80)	1(0,16)	88(23,22)	407(15,48)
Caenidae	37(2,30)	12(1,86)	9(2,37)	58(2,21)
Leptophlebiidae	111(6,91)	-	-	111(4,22)
Siphonuridae	5(0,31)	6(0,93)	1(0,26)	12(0,46)
Tricorythidae	104(6,48)	-	54(14,25)	158(6,01)
Hemiptera				
Belostomatidae	-	2(0,31)	-	2(0,08)
Corixidae	-	-	1(0,26)	1(0,04)
Notonectidae	-	1(0,16)	-	1(0,04)

(continua)

Tabela 2. Abundância, abundância relativa e riqueza de *taxa* nos três pontos de amostragem do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS.

(continuação)

Lepidoptera				
Pyralidae	1(0,06)	-	-	1(0,04)
Megaloptera				
Corydalidae	1(0,06)	-	-	1(0,04)
Odonata				
Anisoptera	-	3(0,47)	3(0,79)	6(0,23)
Zygoptera	46(2,86)	128(19,88)	16(4,22)	190(7,22)
Plecoptera				
Gripopterygidae	40(2,49)	-	-	40(1,52)
Perlidae	-	-	1(0,26)	1(0,04)
Trichoptera				
Hydropsychidae	237(14,76)	-	85(22,43)	322(12,25)
Hydroptilidae	-	-	6(1,58)	6(0,23)
Philopotamidae	4(0,25)	-	-	4(0,15)
Rhyacophilidae	118(7,35)	-	-	118(4,49)
Total(n)	1606 (100,00)	644 (100,00)	379 (100,00)	2629 (100,00)
Riqueza	21	14	19	32

(conclusão)

Tabela 3. Rio Vácacá-Mirim, Santa Maria/RS: Valores do coeficiente de correlação de Spearman para os componentes biológicos e abióticos, considerando os quatro períodos analisados (* p<0,05; ** p<0,01).

Parâmetros	pH	Turbidez	DQO	O ₂	Temp.	Precip.	Riqueza	Total
Riqueza	-0,340	-0,205	-0,005	0,624*	-0,233	0,011	-	-
Total	0,148	-0,254	-0,133	0,743**	-0,538	0,151	0,643*	-
EPT	-0,117	-0,360	-0,266	0,809**	-0,287	0,000	0,851**	0,762**
Chironomidae	-0,039	0,131	0,322	0,228	-0,189	0,475	0,054	0,510
Odonata	0,517	0,110	-0,371	-0,363	-0,309	-0,608*	-0,159	-0,109
Coleoptera	0,073	-0,546	-0,121	0,135	-0,147	-0,011	0,539	0,439
Ephemeroptera	-0,112	-0,450	-0,369	0,590*	-0,210	-0,162	0,825**	0,677*
Plecoptera	0,179	-0,109	-0,118	0,540	-0,473	-0,050	0,444	0,344
Trichoptera	-0,124	-0,494	0,084	0,690*	-0,078	0,033	0,615*	0,649*

Discussão

Os resultados revelam que, para a maior parte das variáveis abióticas, não existe grande diferença sazonal e nem entre os locais. A análise ambiental utilizando somente estes parâmetros forneceu poucas informações acerca das características ecológicas presentes, mas algumas considerações podem ser feitas observando-se juntamente os resultados biológicos.

As diferenças significativas nos níveis de oxigênio dissolvido entre o outono e primavera-inverno explicam-se pelas maiores temperaturas do primeiro. De acordo com KLEEREKOPER (1990), além de aumentar o metabolismo e, conseqüentemente, o consumo de oxigênio pelos organismos aquáticos, temperaturas mais elevadas dificultam a dissolução deste na água, o que explicaria as quedas nos níveis do gás no outono.

Os menores valores de oxigênio no ponto 2 indicam uma possível entrada excessiva de material orgânico, oriunda do lançamento de esgoto doméstico à montante do local de coleta. As alterações provocadas por tais atividades explicam a quantidade maior de dípteros encontrada em relação ao ponto 1. Segundo ARIMORO *et al.* (2007), uma alta abundância deste táxon ocorre pela grande quantidade de Chironomidae, sendo muito representativos em ambientes com entrada de material orgânico alóctone, utilizado como fonte de alimento. Além disso, após tais entradas de material, pode haver redução na competição para os grupos que resistiram, dentre os quais geralmente encontram-se os Chironomidae. Os autores citam que o grupo pode tolerar mudanças repentinas nas condições do habitat, possuindo grande adaptação para condições de baixa oxigenação. Ainda no ponto 2, dentre os organismos de EPT, que são ordens citadas por Bispo *et al.* (2006) como grupos menos tolerantes a situações de degradação, sendo encontrados em águas limpas e bem oxigenadas, foram observados apenas alguns representantes de Ephemeroptera.

Segundo SCHÄFER (1985), os insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera são altamente dependentes dos valores de temperatura, sendo que o aumento gradativo deste parâmetro a partir de 13°C provoca um aumento no número de indivíduos efemerópteros e tricópteros e um decréscimo de plecópteros, os quais têm preferência por águas mais frias. Os dados obtidos não confirmam a afirmação do autor, pois a única ordem que obteve correlação com temperatura foi Ephemeroptera, mas esta teve sua abundância diminuída com o aumento da temperatura.

A riqueza obtida no ponto 2 foi inferior a dos demais pontos, o que está de acordo com as informações de MEYER (2005), ao expor que a caracterização dos cursos d'água urbanos identifica alguns principais sintomas desses locais, como alteração na morfologia e estabilidade do canal, e reduzida riqueza biológica, com a dominância de espécies mais tolerantes como os quironomídeos.

Já nos pontos 1 e 3, onde as alterações e atividades impactantes são menos pronunciadas, a abundância relativa de Chironomidae foi menor. O grupo EPT foi responsável pela maior parte dos organismos encontrados nestes pontos. Famílias como Perlidae (Plecoptera) e Leptophlebiidae (Ephemeroptera) só foram encontradas no ponto 1. Estes grupos são considerados sensíveis a alterações ambientais (JUNQUEIRA *et al.*, 2000; MANDAVILLE, 2002), geralmente não sendo encontrados em ambientes com maior grau de impacto.

A riqueza encontrada nestes pontos pode ser considerada alta se comparada aos resultados obtidos por STRIEDER *et al.* (2006), que estudaram a relação entre medidas biológicas e índices de qualidade de água na região inferior da bacia do rio dos Sinos, entre os municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo, e obtiveram um máximo de 17 *taxa* de insetos nos locais com os melhores conceitos qualitativos do estudo. No entanto, em outro estudo realizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, AYRES-PERES *et al.* (2006) encontraram uma média de 28 *taxa* de insetos para quatro locais estudados. Essas diferenças nos resultados podem ocorrer devido às características ecológicas dos locais ou mesmo pelos diferentes métodos de coleta utilizados nos estudos.

O ponto 3 possui mata de galeria entre o corpo hídrico e uma área de agricultura. Esta vegetação marginal pode ter abrandado a influência das atividades antrópicas presentes. PRIMACK E RODRIGUES (2001) informam que a vegetação da margem dos rios exerce função de proteção, filtragem e amortecimento de impactos provenientes dos ambientes que circundam o ecossistema aquático. Além disso, o maior volume de água pode ter ajudado na capacidade de autodepuração do corpo-hídrico, visto que este recebe as águas de pior qualidade do ponto 2.

Os tipos de substrato presentes nos locais possivelmente também contribuíram para os resultados deste estudo. No ponto 1, o substrato rochoso pode ter favorecido a colonização por um maior número de grupos, sendo atingida a maior riqueza dentre os locais amostrados. No ponto 2, onde há um substrato mais pobre (arenoso), devido à ausência de vegetação marginal que provoca erosão e assoreamento, a riqueza encontrada foi menor. O ponto 3 possui substrato misto (arenoso-rochoso) e apresentou riqueza intermediária.

Conclusão

De acordo com o estudo pode-se perceber que, apesar dos parâmetros abióticos considerados não revelarem grandes alterações no corpo hídrico, a composição da entomofauna aquática foi alterada e informa sobre os impactos provocados pelas atividades urbanas, principalmente

no ponto 2. Os resultados atentam para a necessidade de implementação de programas visando à recuperação de áreas de entorno dos corpos d'água. A utilização desse grupo em programas de monitoramento de recursos hídricos pode complementar os resultados obtidos por medidas abióticas, sugerindo-se a utilização conjunta das metodologias.

Referências

- ALLAN, J.D. *Stream Ecology. Structure and function of running waters*. London Chapman and Hall, 1995. 388p.
- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20 ed. Washington. 1998.
- ARIMORO, F. O.; IKOMI, R. B.; IWUEGBUE, C. M. A. Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria. *Ecological Indicators*, 7:541-542. 2007
- 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. 209p.
- AYRES-PEREZ, L.; SOKOLOWICZ, C. C.; SANTOS, S. Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Biota Neotropica*, 6:1-11. 2006.
- 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.
- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. *Brazilian Journal of Biology*, 66:611-622. 2006.
- BRITO Jr., L.; ABÍLIO, F. J. P.; WATANABE, T. Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae. *Entomologia y Vectores*, 12:149-157. 2005.

- CALLISTO, M.; MORETTI M.; GOULART M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6:71-82. 2001.
- CASTILLERO, A. C. Uso da terra por fotografias aéreas no município de Santa Maria, RS. *Monografia de Especialização*. Santa Maria: UFSM, 1984.
- CUMMINS, K. W.; WILZBACH, M. A.; GATES, D. M.; PERRY, J. B.; TALIAFERRO, W. B. Shredders and riparian vegetation: leaf litter that falls into streams influences communities of stream invertebrates. *BioScience*, 39:24-30. 1989.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; OLIVEIRA, L. G.; SILVA, M. M. Explaining the beta diversity of aquatic insects in “cerrado” streams from Central Brazil using multiple Mantel Test. *Revista Brasileira de Biologia*, 58:223-231. 1998.
- ESTEVEZ, F. A. *Fundamentos de limnologia*. 2.ed. Rio de Janeiro, Interciência, 1998. 602 p.
- FERNANDEZ, H. R.; DOMINGUES, E. (ed.). *Guía para la determinación de los artrópodos bentônicos Sudamericanos*. Tucumán, UNT, 2001. 282 p.
- GRACIOLI, C. R. Impactos ambientais na microbacia do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria – RS. *Dissertação de Mestrado*. Santa Maria: UFSM, 2005.
- HAUER, F. R.; RESH, V. H. Benthic macroinvertebrates. In: HAUER, F. R. e LAMBERTI, G. A. *Methods in stream ecology*. San Diego, Academic Press, 1996. p. 339-369.
- HYNES, H. B. N. *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press, Liverpool, 1970. 555 p.
- JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIASC. F. S.; FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/ Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnológica Brasiliensis*, 12:73-87. 2000.
- KLEEREKOPER, H. *Introdução ao estudo da limnologia*. 2ª ed. (fac-similar). Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 1990. 330 p.
- LAZARIDOU-DIMITRIADOU, M. Seasonal variation of the water quality of rivers and streams of eastern Mediterranean. *Web Ecology*, 3:20-32. 2002.
- MANDAVILLE, S. M. *Benthic macroinvertebrates in freshwaters taxa tolerance values, metrics and protocols*. EPA, Washington. 2002.
- 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 do VIII Seminário Regional de Ecologia*. p. 113-126. 1997.

MERRITT R.W; CUMMINS K.W. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd ed. Dubuque, Kendal/Hunt, 1996. 758p.

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 limnologica Brasiliensia*, 15:57-68. 2003.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. *Biologia da conservação*. Londrina, Planta, 2001. 328 p.

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.

SCHÄFER, A. *Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais*. Porto Alegre, UFRGS, 1985. 532p.

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. Programa de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais - UFSCar, São Carlos. 1997.

STRIEDER, M. N.; RONCHI, L. H.; STENERT, C.; SCHERER, R. T.; NEISS, U. G. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 28:17-24. 2006.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W. L.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37:130-137. 1980.

WETZEL, R. G. *Limnologia*. 2. ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 1014 p.

Submetido em: 07/07/2008

Aceito em: 04/05/2009

