

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

**FAUNA DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS
NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO JACUTINGA,
JACUTINGA – RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LUIZ UBIRATAN HEPP

**SANTA MARIA – RS
2005**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**FAUNA DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS
NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO JACUTINGA,
JACUTINGA – RS**

Por

LUIZ UBIRATAN HEPP

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências Biológicas.**

Orientador: Prof. Dr. Sandro Santos

**SANTA MARIA – RS
2005**

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

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

**FAUNA DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS
NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO JACUTINGA,
JACUTINGA – RS**

Elaborada por:

Luiz Ubiratan Hepp

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências Biológicas.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Sandro Santos, Dr.
(Presidente/Orientador)

Marcos Callisto, Dr.
UFMG

Edélti Faria Albertoni, Dra.
FURG

SANTA MARIA, RS, dezembro de 2005.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho envolveu inúmeras pessoas, as quais tiveram participação direta ou indireta. Gostaria aqui de expressar meu agradecimento especial a algumas que foram decisivas para a conclusão de mais esta etapa em minha vida acadêmica:

Ao prof. Sandro Santos, grande profissional que, desde o primeiro contato, ainda por telefone, depositou toda a confiança em mim, o que facilitou muito a realização deste estudo;

A URI - Campus de Erechim pelo suporte financeiro e estrutura laboratorial;

A profa. Rozane Maria Restello, colega e amiga, pelo grande incentivo e oportunidades;

Aos profs. do curso de Mestrado em Biodiversidade Animal da UFSM;

A todos os colegas de curso, em especial à Simone, Carlos, Erika, Rubinho, Pedro, Alcemar, Rafaelli, Manuela, Amanda e ao Pitt Bul, por todos os churrascos, risadas e *Rock in Roll*, mas acima de tudo, pela sincera amizade;

Aos alunos do Curso de Ciências Biológicas da URI – Campus de Erechim, André Trevisan e Rodrigo König, pelo auxílio indispensável nos trabalhos de campo;

Ao pessoal da Central de Materiais do Centro Tecnológico da URI – Campus de Erechim pelo auxílio nos trabalhos laboratoriais;

A Silvia Vendruscolo Milesi, que na reta final deste estudo, surgiu como uma fonte de inspiração especial, dando um novo “colorido” a minha vida;

Aos meus pais Luiz e Liberaci e ao meu irmão Maurício, pela compreensão e apoio;

A Deus, por tudo que me rodeia.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Introdução.....	1
Área de Estudo.....	6
Caracterização Limnológica das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga - RS, Brasil.....	13
Diversidade de Invertebrados Aquáticos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga - RS, Brasil.....	31
Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores da Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.....	52
Conclusões.....	68
Referências Bibliográficas.....	70
Anexos.....	73

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Biodiversidade Animal

Universidade Federal de Santa Maria

FAUNA DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA, JACUTINGA - RS

Autor: Luiz Ubiratan Hepp

Orientador: Prof^o Dr. Sandro Santos

Data e Local de Defesa: Santa Maria – RS, 20 de dezembro de 2005.

Uma bacia hidrográfica possui em sua área diferentes atividades que contribuem positiva e negativamente à qualidade das águas dos corpos hídricos. Neste contexto, o estudo ecológico dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica possibilita a compreensão de todos os usos e ocupações da terra que são realizados na área de drenagem e poderão vir a causar danos à qualidade das águas. O estudo das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS, sob o ponto de vista dos componentes abióticos e bióticos, constituiu-se no objetivo deste estudo. Foram definidos treze pontos de coleta ao longo da bacia, onde coletaram-se as amostras de água e invertebrados aquáticos nos períodos de verão e inverno de 2004. Os parâmetros limnológicos analisados foram: temperatura, condutividade, turbidez, sólidos totais, pH, OD, DBO, DQO, nitrogênio total, amônia, nitrato, nitrito, fósforo total, metais, bactérias heterotróficas, coliformes termotolerantes e bolores e leveduras. Os invertebrados aquáticos foram coletados com amostrador Surber e identificados até menor nível taxonômico possível. Para a avaliação da qualidade da água utilizando os organismos aquáticos foram utilizados índices biológicos específicos para este fim (BMWP, ASPT, FBI e EPT/Chironomidae), além de se propor um novo índice (IBQA), o qual unifica as informações fornecidas pelos demais índices. Os resultados demonstraram que as águas da bacia hidrográfica são afetadas com as diferentes atividades realizadas na sua área de abrangência. A caracterização limnológica revelou um gradiente espaço-temporal na concentração de alguns parâmetros. A diversidade de organismos apresentou distribuição espacial, indicando influência das atividades antrópicas sobre a fauna, no entanto, variações sazonais não foram constatadas. A aplicação de índices biológicos utilizando os organismos como bioindicadores corroboraram esta afirmação. Sugere-se que sejam tomadas medidas

referentes à conservação e recuperação da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga.

Palavras – chave: Qualidade de água, integridade ambiental, macroinvertebrados bentônicos, índices biológicos.

ABSTRACT

Master Dissertation

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Biodiversidade Animal

Universidade Federal de Santa Maria

AQUATIC INVERTEBRATE FAUNA IN JACUTINGA RIVER BASIN,

JACUTINGA - RS

Author: Luiz Ubiratan Hepp

Supervisor: Prof^o Dr. Sandro Santos

Locality and date of presentation: Santa Maria – RS, December 20th, 2005.

Hydrographic basins usually have around them different activities that contribute as positively and negatively for waters quality of the aquatic resources. In this context, the ecological study of aquatic resources of a hydrographic basin contributes to the understanding of the uses and occupations of the land in the draining area, which may cause damages to the waters quality. The aim of this study was the accomplishment of an ecological study of waters in Jacutinga River watershed, Jacutinga - RS, in relation to abiotics and biotics components. Thirteen sampling sites along the basin were defined, where water and invertebrates samples were collected, in summer and winter of 2004. The limnological parameters analyzed were: temperature, conductivity, turbidity, total solids, pH, DO, BOD, COD, total nitrogen, ammonia, nitrite, nitrate, total phosphorus, metals, heterothrophic bacteria, thermotolerant coliforms, yeasts and molds. The aquatic invertebrates were collected with Surber sampler and identified until the least possible taxonomic level. Water quality avaluation using aquatic organisms were utilize specific biological index (BMWP, ASPT, FBI, EPT/Chironomidae), furthermore propose a new index (WBQI), that unific the information of the others indexes. The results demonstrated that the hydrographic basin waters under go by different anthropic activities realized in the coverage area. The limnological characterization showed spatial-temporal gradient in the concentration of some parameters. The organisms diversity showed spatial distribution, indicating anthropic activities influence in the fauna, therefore, seasonal variations were not constated. The application of biological indexes using the organisms as bioindicators corroborated this affirmation. The necessary steps should be taken, concerning the conservation and recovery of the coverage area at the Hydrographic Basin of Jacutinga River.

Key words: Water quality, environmental integrity, benthic macroinvertebrates, biological index.

INTRODUÇÃO

A água doce existente no planeta está distribuída da seguinte forma: 69,9% estão sob forma sólida, 29,9% são águas subterrâneas, 0,3% localizam-se em rios e lagos e 0,9% localiza-se em outros reservatórios (TUNDISI, 2000). A distribuição desuniforme destas quantias agrava seriamente o problema de desenvolvimento sócio-econômico. A pressão que os recursos hídricos sofrem com as atividades humanas constitui-se em outro fator com conseqüências sociais significativas. A água suporta e integra as interações dessas atividades com a indústria, energia, saúde humana, desenvolvimento urbano, agricultura, e ainda com a diversidade e funcionamento dos sistemas biológicos, o que exige a demanda de atividades científicas para a compreensão do funcionamento destes ecossistemas (TUNDISI, 2000).

Conforme BARBOSA & ESPÍNOLA (2003) os estudos envolvendo ambientes aquáticos, em especial lóticos, apresentam duas abordagens bem distintas: a primeira é a dos hidrologistas que investigam os aspectos físicos da bacia e a segunda é a abordagem dos ecólogos, os quais estudam a estrutura e funcionamento das comunidades biológicas a partir das interações dos componentes bióticos e abióticos do ecossistema.

Os ambientes lóticos são caracterizados pela variabilidade que apresentam da nascente à foz, com diferenciações físicas e químicas, que impõem uma organização diferenciada das comunidades biológicas (BRIGANTE et al., 2003).

O estudo ecológico dos rios envolve a necessidade de considerar as condições da região de entorno, em razão da grande conectividade entre os componentes água e meio terrestre. Neste sentido, a bacia hidrográfica é utilizada como um sistema de organização a título de limites de um ecossistema, visto que os rios estão incorporados em sua área de abrangência. Esta é uma das melhores escalas para estudos ecológicos que visem o planejamento regional. Isto ocorre porque os rios são considerados como ecossistemas abertos, tendo relação íntima com o ambiente terrestre, além de serem considerados heterotróficos em razão do aporte de matéria e energia, revelando o *status* da bacia em questão (BARBOSA & ESPÍNOLA, 2003).

Esta definição favorece os estudos de relação entre biodiversidade e funcionamento de ecossistema, visto que a primeira é inteiramente dependente da integridade do segundo (MOULTON & MAGALHÃES, 2003).

A destruição de habitats, ou até mesmo a fragmentação destes consiste atualmente, no fator mais relevante para a diminuição da biodiversidade da Terra. Porém, segundo PRIMACK & RODRIGUES (2002), a influência de atividades antrópicas afeta fortemente a biota, podendo causar a extinção das espécies por fatores que alteram decididamente a estrutura do ecossistema onde estas habitam.

A importância do estudo da diversidade biológica do ponto de vista de promover atividades destinadas à conservação de recursos naturais, especialmente em áreas úmidas. Destacam ainda, que a maioria dos estudos está restrita a determinadas áreas e segmentos de um ecossistema ou bioma e poucos estudos foram realizados em escala de bacias hidrográficas (STENERT et al., 2002).

Ambientes aquáticos possuem uma fauna muito diversificada, composta principalmente por vários grupos de insetos aquáticos. Outros grupos também importantes, mas com menor número de espécies, inclui peixes, crustáceos e oligoquetas (MELO, 2004).

As interações tróficas não são fenômenos estáticos, mas sim dinâmicos, sendo necessários estudos de aspectos espaciais e temporais de distribuição das comunidades (PRUS et al., 2001). A caracterização das variações espacial é fundamental para a elaboração de programas de conservação e monitoramento ambiental, possibilitando comparação entre resultados em escala regional (LI et al., 2001; SANDIN & JOHNSON, 2001).

Conforme CALLISTO & GONÇALVES Jr. (2002), os macroinvertebrados bentônicos adaptam-se em rios, conforme o fluxo d'água, da seguinte maneira: (a) adaptações físicas, possibilitando a permanência em locais diferenciados; (b) adaptações ao tipo de alimentação disponível; (c) desenvolvendo adaptações reprodutivas em função do local.

Os macroinvertebrados bentônicos fazem parte do metabolismo dos ecossistemas de água doce, participando da ciclagem de nutrientes, reduzindo o tamanho das partículas orgânicas e auxiliando a ação dos micro-consumidores, como as bactérias, fungos e leveduras (CALLISTO et al., 2001).

Vários autores ressaltam a influência de variáveis abióticas na ocorrência e distribuição de invertebrados aquáticos ao longo das bacias hidrográficas. Dentre estes, destacam-se a pluviosidade, velocidade de correnteza, vazão, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, concentrações de nutrientes e características do substrato (WARD & VOELZ,

1998; KIKUCHI & UIEDA, 1998; BISPO & OLIVEIRA, 1998; RAMIREZ & PRINGLE, 2001).

Em regiões de nascentes, os fatores que mais influenciam na estrutura das comunidades são características da vegetação ripária, química da água e estrutura de habitat. Além destas variáveis, destacam o tamanho do trecho amostrado e a acidez (HEINO et al., 2002).

Muitas adaptações alimentares, ou adaptações tróficas são desenvolvidas pelos organismos aquáticos. Algumas espécies possuem preferências específicas, enquanto que outras são mais generalistas. Muitos alimentos são gerados no próprio ecossistema aquático (autóctones) ou originados em áreas adjacentes ao ambiente (alóctones) e posteriormente alcançam o corpo hídrico em função de alguns fatores físicos (McCAFFERTY, 1998).

A avaliação da diversidade de habitat permite caracterizar a vegetação ripária, juntamente com as macrófitas aquáticas, como os substratos que contêm a maior riqueza de grupos tróficos funcionais, justamente por oferecerem maior diversidade de habitat (CALLISTO et al., 2001). Os mesmos autores descrevem que a utilização de grupos tróficos funcionais, junto com a avaliação de habitat, constitui uma eficiente ferramenta na avaliação da diversidade da macrofauna bentônica em ecossistemas lóticos.

Nesta perspectiva, os autores supracitados, comentam que os organismos coletores são dominantes em períodos de seca, enquanto que nos períodos de chuva, os organismos predominantes são os coletores-predadores, justamente em função da disponibilidade de recursos alimentares. Outro fator apontado é a possível mistura de habitats causada pela chuva, reduzindo a riqueza dos grupos tróficos funcionais.

A Teoria do *Continuum* Fluvial, ou originalmente “*River Continuum Concept*”, proposta por VANNOTE et al. (1980) baseia-se na descrição da estrutura e função das comunidades ao longo do rio, ou seja, os rios apresentam variáveis físicas de forma contínua, sendo que as comunidades de produtores e consumidores ali existentes se ajustam a esse gradiente.

Segundo STATZNER & HIGLER (1985) esta teoria é um conceito estrutural de características primitivas dos ecossistemas lóticos. Das nascentes até locais próximos à foz, as variáveis físicas dentro do sistema aquático apresentam um gradiente contínuo de condições como a largura, profundidade, velocidade, volume, temperatura e ganho entrópico.

No desenvolvimento de um análogo biológico ao sistema físico, a teoria hipotetiza que a organização biológica no rio se dá estrutural e funcionalmente em modelos de dissipação de energia cinética do sistema físico. Outro fator relevante da teoria é o fato de que a estabilidade do sistema lótico tem tendência de reduzir suas flutuações em nível energético, porém a função e estrutura das comunidades se mantêm, em face destas alterações ambientais. Os ecossistemas aquáticos naturais têm tendência a auxiliar na uniformidade do fluxo de energia em bases anuais.

BUENO et al. (2003) citam que são escassos os dados sobre a diversidade e estrutura das comunidades de invertebrados aquáticos em bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul. No norte do Estado foram realizados alguns estudos enfocando a distribuição de invertebrados aquáticos em corpos hídricos, com objetivo de inventariar a fauna e avaliar a qualidade das águas através da diversidade do macrobentos (HEPP et al., 2002; HEPP, 2002; TREVISAN et al., 2004).

Diante do exposto e analisando o aparente grau de degradação da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, devido às atividades antrópicas realizadas no local, formulou-se as seguintes perguntas: (a) estas atividades afetam as características limnológicas das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga?; (b) afetam a ocorrência e diversidade da fauna de invertebrados aquáticos?; (c) os invertebrados aquáticos podem ser utilizados como bioindicadores de qualidade das águas da referida Bacia Hidrográfica?

Baseado nestas perguntas, elaborou-se a seguinte hipótese de estudo: as atividades desenvolvidas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga afetam as características limnológicas das águas, alterando sua qualidade, interferindo na diversidade da fauna bentônica, a qual, conseqüentemente, pode ser utilizada como bioindicadora de qualidade das águas. Acredita-se que em locais situados em regiões de nascentes a qualidade das águas será melhor e a diversidade da fauna de invertebrados será maior do que em locais sob influência de atividades agrícolas e urbanas, devido a maior quantidade de habitats e menor aporte de substâncias ao corpo hídrico.

O presente trabalho teve como principais objetivos:

- realizar um estudo limnológico desta bacia hidrográfica a partir de componentes abióticos e bióticos, com o intuito de contribuir para a formação de bases científicas para a elaboração de programas de conservação e preservação ambiental no Norte do Estado do Rio Grande do Sul;

- Caracterizar limnologicamente as águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS;
- Avaliar a diversidade da fauna de invertebrados aquáticos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS;
- Analisar aplicabilidade destes organismos como bioindicadores de qualidade de água na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

O estudo será apresentado em três capítulos, redigidos sob a forma de artigos, os quais deverão, posteriormente, ser encaminhados para publicação. O primeiro capítulo abordará a caracterização física e química das águas da bacia; o segundo abordará a diversidade de invertebrados aquáticos da região e o terceiro capítulo, discutirá a utilização dos invertebrados aquáticos como bioindicadores de qualidade da água, além de propor um novo índice biológico que unifica as informações fornecidas pelos demais índices utilizados.

ÁREA DE ESTUDO

Região Alto Uruguai

A região do Alto Uruguai no estado do Rio Grande do Sul corresponde ao trecho inteiramente brasileiro da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, situada ao norte do estado, aproximadamente entre os meridianos 49°30' e 54° Oeste e os paralelos 26°30' e 28°30' Sul, possuindo área equivalente a 26.062 Km² (BUTZKE, 1997).

Esta região possui uma altitude que varia de 400 a 800 m. O planalto do Alto Uruguai pode ser subdividido em dois domínios: apresentando ondulações mais suaves ao sul e, ao norte, em direção ao rio Uruguai, apresenta vales encaixados e com afloramentos basálticos conhecidos como “peraus”. Em decorrência destas formas, a erosão fluvial e pluvial torna-se particularmente intensa. Geologicamente, a região, na Era Mesozóica e no início do Período Terciário, sofreu atividades vulcânicas do complexo cristalino, provocando um derrame basáltico, formando vales profundos com ombreiras escarpadas, trechos retilíneos devido ao corte estrutural e corredeiras. A área apresenta uma grande uniformidade litológica, derivada da grande extensão dos mantos basálticos que se encontram no sul do Brasil, Uruguai, Paraguai e uma pequena parte da Argentina (BUTZKE, 1997).

A camada basáltica que aflora em toda a região teve origem nos vários derrames basálticos do *trapp* do Paraná que encobriu o arenito dito eólico da formação Botucatu. A hidrografia possui um papel importante na conformação do relevo regional no sentido de que a erosão provocada pela água promove a escavação de vales profundos no leito basáltico. A decomposição da rocha basáltica, principalmente em função das grandes variações de temperatura e umidade, deu origem a um solo de coloração avermelhada de grande fertilidade e caráter ácido característico da região (BUTZKE, 1997).

O clima da região é classificado como subtropical do tipo temperado, com regimes pluviométricos regulares e com estações bem definidas. De forma geral, o clima é caracterizado pela predominância de tempo bom com dias ensolarados, interrompidos por seqüência de dias chuvosos, decorrentes de frente polar, em especial no inverno e no início da primavera. As precipitações anuais variam de 1.750 a 2.000 mm, em qualquer ponto da região, sendo que raramente ultrapassam este valor (BUTZKE, 1997).

Quanto à vegetação, sabe-se que as florestas nativas estão quase dizimadas. Denominada Floresta Ombrófila Mista, a floresta nativa da região se caracteriza pela presença da araucária (*Araucaria augustifolia*) e outras espécies nativas que proporcionam as chamadas madeiras de lei. Há uma certa riqueza em epífitas na região, principalmente representadas por Bromélias (Bromeliaceae) e Orquídeas (Orchidaceae) (RAMPAZZO, 2001).

Entre as espécies arbóreas mais importantes encontram-se os angicos (*Piptadênia*, sp), as canafístulas (*Peltophorum*, sp, *Cassia speciosa* e *C. multijuga*), várias canelas (*Ocotea*, sp e *Nectandra*, sp), a canjerana (*Cabrela glaberrima*), o cedro (*Cedrela*, sp). Entre as palmeiras destaca-se o jerivá (*Arecastrum romanzoffianum*). O sub-bosque é rico em pteridófitos, principalmente dos gêneros *Cyathea* e *Alsophila*, conhecidas vulgarmente como samambaias e xaxim, bem como por gramíneas como a taquara (*Merostachys*, sp) e o taquaruçú ou bambu (*Bambusa*, sp). Atualmente tem-se apenas 3% do total de mata nativa original na região (BUTZKE, 1997; RAMPAZZO, 2001).

Com relação à hidrografia, a Região Alto Uruguai é servida por uma rede hidrográfica bem distribuída, onde predominam arroios que são tributários de rios de maior porte como o rio Apuaê, Suzana, Passo Fundo, Erechim, Ligeiro e o rio Uruguai, o qual serve como divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (RAMPAZZO, 2003).

Em função do relevo, o perfil destes rios apresenta sucessivas rupturas de declive. Suas nascentes situam-se normalmente entre 700 e 800 m de altitude, e sua foz, distanciada de 150 a 200 Km, encontra-se a uma altitude variando entre 400 e 600 m. O regime das águas é do tipo subtropical pluvial, com duas cheias ao ano: uma no outono, nos meses de abril, maio e junho e outra no fim do inverno e início da primavera, nos meses de setembro, outubro e novembro, podendo em várias vezes, se estender até dezembro. Duas estações de vazante: uma no verão, nos meses de janeiro, fevereiro e março e outra no inverno, nos meses de julho, agosto e setembro (CASSOL & PIRAN, 1975; RAMPAZZO, 2001).

Os rios do planalto basáltico são fortemente encaixados, porém, em relação à grande parte dos tributários do rio Uruguai, os leitos foram escavados nas áreas de menos espessura do derrame de lavas, suavizando, em parte, o encaixamento dos vales. A configuração dos leitos a partir do tipo de relevo favorece um rápido aumento do nível das águas por ocasião das chuvas mais intensas (RAMPAZZO, 2003).

Município de Jacutinga-RS

O município de Jacutinga possui uma área total de 179 Km². Limita-se ao norte com os municípios de Ponte Preta e Paulo Bento, ao sul, com a Barragem do Rio Passo Fundo, a leste, com o município de Quatro Irmãos e a oeste com Campinas do Sul. Localiza-se entre as coordenadas 27°40'52" e 27° 53' 07" de Latitude Sul e 52°38'48" e 52°27'23" de Longitude Oeste (Figura 1). Sua altitude é de 650m, possuindo clima subtropical, com temperaturas variando entre 0 e 38°C, com média de 18°C, ocorrendo geadas ocasionais no inverno, apresentando uma precipitação média anual de 2.300mm (SCARIOT & ZANIN, 2005).

O município conta com cerca de 4.000 habitantes, sendo 2.158 habitantes na zona urbana e 2.219 na zona rural. Caracteriza-se por apresentar pequenas propriedades rurais, sendo que o índice de empregos na cidade é muito baixo, apenas as repartições públicas e uma cooperativa de produção e outras empresas de consumo, comércio e prestadores de serviços (IBGE, 2001).

Jacutinga apresenta sua renda concentrada quase que exclusivamente na agricultura, sendo a cultura da soja e do milho as principais expressões econômicas do município. A grande maioria das terras é destinada ao cultivo de lavouras temporárias. Outra atividade intensa é a criação de suínos e aves (LORENZI, 1992).

O setor industrial no município é pouco expressivo, destacando a existência de indústrias de minerais não metálicos, metalúrgicas, madeireiras, produtos farmacêuticos, alimentos e ervateiras (LORENZI, 1992).

Quanto à vegetação, o município é coberto em apenas 8% do seu território por florestas naturais, sendo que estudos preliminares avaliaram que esta área poderia ser aumentada sem afetar significativamente a área destinada à agropecuária (SCARIOT & ZANIN, 2005).

A hidrografia do município de Jacutinga é representada por quatro rios de destaque, sendo que existem outros cursos d'água com menor expressão. Os principais são: o rio Erechim, com aproximadamente 20Km de percurso no município, rio Jacutinga, também com cerca de 20Km de percurso, rio Cravo, com aproximadamente 6Km e o rio Jupirangava com cerca de 20Km no município (LORENZI, 1992).

No que diz respeito aos resíduos produzidos pelo município, o lixo urbano é coletado duas vezes por semana e colocado em fossas, em reservatório próprio. O lixo industrial é utilizado como adubação orgânica em lavouras ou queimado. Os resíduos agrícolas são queimados e posteriormente utilizados como fertilizantes. Os resíduos animais são depositados em estrumeiras. O sistema de esgoto da cidade é pluvial e de fossas sépticas nos domicílios. O esgoto cloacal existe apenas nas quadras centrais atendendo cerca de 30 famílias. Cerca de 40% da população é atendida com este sistema de rede de esgoto (LORENZI, 1992).

Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Pontos de Coleta

A Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga possui área de aproximadamente 56,6 Km². A área da bacia é coberta por cerca de 5 % de vegetação nativa, sendo que os maiores fragmentos situam-se em regiões com declives mais acentuados onde é impossibilitada a atividade agrícola mecanizada. Áreas com solo exposto e agricultura implantada são as ocupações mais evidentes (cerca de 55 % da área da bacia), pastagens ocupam cerca de 30 % da área da bacia hidrográfica.

A bacia é constituída por pequenos córregos que possuem suas nascentes a cerca de 700 m de altitude. São córregos caracterizados por baixa profundidade (< 0,3 m) seguindo o padrão regional. O Rio Jacutinga é o principal rio da bacia com aproximadamente 20 Km de extensão, sendo que o Lajeado do Salto é o principal Afluente (margem esquerda).

Os treze pontos de coleta estão distribuídos da seguinte maneira: sete no leito principal do Rio Jacutinga, quatro pontos são tributários da margem esquerda e dois são tributários da margem direita. De maneira geral, os pontos possuem uma profundidade média de 20 cm, sendo que em alguns locais podem ser encontrados “poços” com maior profundidade. As águas possuem uma velocidade de correnteza média acima de 0,14 m.s⁻¹, favorecendo a constante oxigenação das águas, visto que o substrato é formado basicamente por pedras. Em alguns locais isolados, situados na região mais alta da bacia, há a presença de lajeados. Quanto à presença de vegetação ciliar, os pontos são caracterizados por possuírem uma estreita faixa em ambas as margens.

De maneira geral, a largura da faixa de vegetação ciliar fica em torno de 3 a 5 m em áreas planas o que favorece a prática agrícola. Regiões com faixas mais extensas são aquelas em que há declividade muito acentuada em uma das margens (margem direita do Ponto 2, por exemplo). Áreas sem vegetação ciliar são comuns, ficando o solo exposto o que favorece processos erosivos, o que favorece o assoreamento e aporte de solo para o leito do corpo hídrico.

O ponto 1 é caracterizado por possuir vegetação ciliar em ambas as margens, porém a faixa não ultrapassa 5 m, após esta extensão, o uso da terra é destinado a atividades agrícolas. O sedimento é composto de terra, folhiço e pequenas pedras. O ponto 2 possui uma vazão alta ($0,628 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), tendo como principal característica, a margem esquerda constituída por uma extensa área ciliar na margem direita, devido ao fato de ser uma área com declividade acima de 45° . O substrato é composto por pedras e folhas. O ponto 3 é um afluente da margem direita. É uma área de nascente protegida por vegetação ciliar, seu substrato é composto por folhiço e terra. O ponto 4, no próprio Rio Jacutinga, possui em uma das margens atividade silvicultural (*Eucalyptus*, spp). O substrato é composto basicamente por pedras. O Ponto 5 é um afluente da margem esquerda situado em área de pastagem. Seu substrato é constituído, basicamente, por terra. O Ponto 6 é uma área de pastagem situada no leito principal do Rio Jacutinga. O substrato é formado por pedras. O acesso de animais é facilitado o que provoca a eliminação de fezes por parte destes. O Ponto 7 é um afluente da margem direita do Rio Jacutinga. O assoreamento neste ponto é intenso devido a presença uma estrada de terra em sua margem direita e existência de um estrita faixa de mata ciliar na margem esquerda (cerca de 1 m). O Ponto 8 é uma nascente, situada na margem direita do Rio Jacutinga. É um local para dessedentação de animais, os quais tem acesso ao córrego removendo o substrato e eliminando fezes na água. O Ponto 9 é localizado no perímetro urbano municipal. Não existe vegetação ciliar nas margens. O substrato é formado por cascalho. O Ponto 10 é a nascente do Lajeado do Salto, principal afluente do Rio Jacutinga. Este ponto situa-se em uma área de pastagem com grande declividade em ambas as margens, sendo que o escoamento de partículas em períodos de chuva fica facilitado. O Ponto 11 é a foz do Lajeado do Salto, o qual recebe os resíduos domésticos de boa parte do perímetro urbano. A vegetação ciliar é estreita com cerca de 1,5 m em ambas margens. O Ponto 12 situa-se a montante do perímetro urbano, seu substrato é constituído por pedras e terra. O Ponto 13 situa-se na foz do Rio Jacutinga. A presença de vegetação ciliar fica restrita a uma pequena faixa de

aproximadamente 2 m, após esta a terra é ocupada para práticas agrícolas. As coordenadas geográficas e características morfométricas dos treze pontos de coleta são apresentadas no Quadro 1

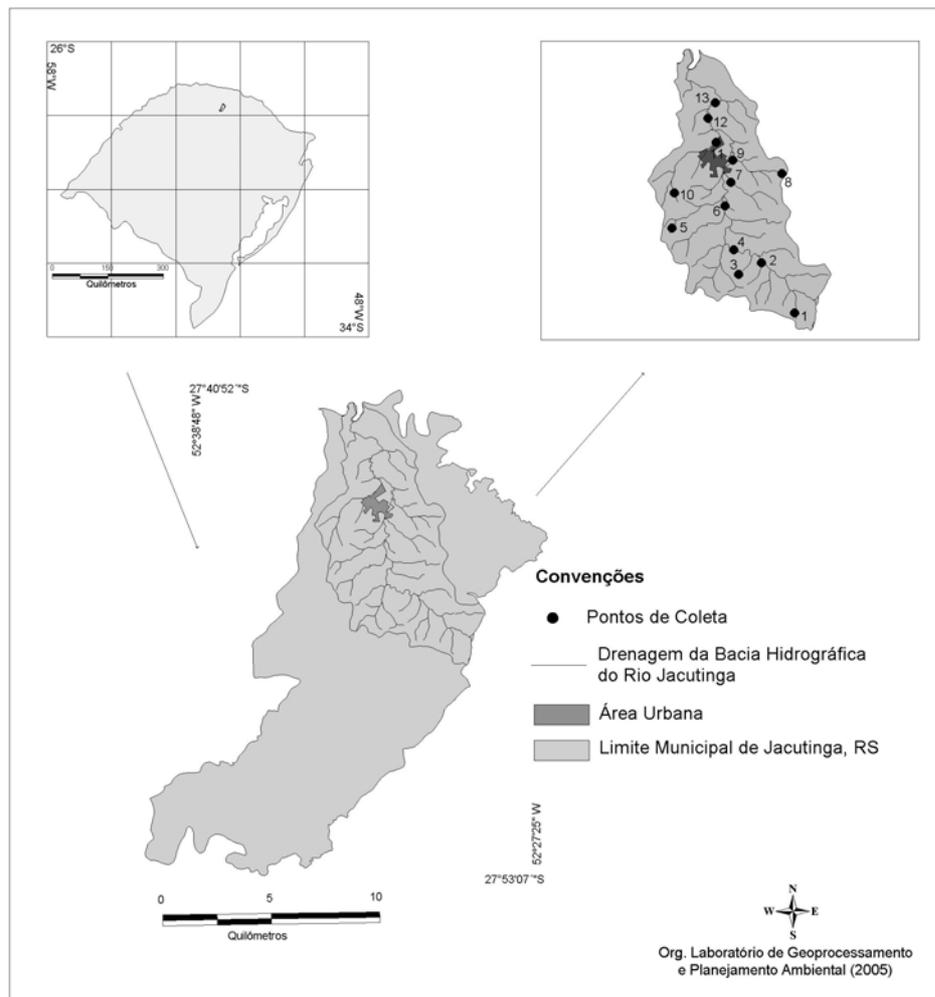


Figura 01. Localização do Município de Jacutinga-RS e distribuição dos pontos de coleta.

Quadro 1. Caracterização dos pontos de coleta na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

Pontos de Coleta	Coordenadas Geográficas (UTM)	Altitude (m)	Largura Média (m)	Profundidade Média (m)	Velocidade de Correnteza Média (m.s ⁻¹)	Vazão Média (m ³ .s ⁻¹)	Substrato
1 – Rio Jacutinga	0353306/6924805	692	1,54	0,092	0,325	0,051	Folhiço, Terra e cascalhos
2 – Rio Jacutinga	0350750/6927177	635	5,4	0,245	0,459	0,628	Folhiço, pedras e cascalhos
3 – Af. Esquerda	0349618/6926782	610	0,73	0,050	0,411	0,018	Terra e folhiço
4 – Rio Jacutinga	0349496/6927772	596	7,22	0,148	0,684	0,584	Cascalhos e Pedras
5 – Af. Esquerda	0246741/6928800	711	0,73	0,052	0,504	0,019	Folhiço e Terra
6 – Rio Jacutinga	0349242/6929111	576	9,015	0,217	0,829	1,055	Pedras e cascalhos
7 – Af. Direita	0349290/6930786	644	2,29	0,179	0,267	0,102	Terra, Folhiço e cascalho
8 – Af. Direita	0351485/6931168	644	0,94	0,053	0,143	0,005	Folhiço, terra e cascalho
9 – Rio Jacutinga	0348919/6931450	566	4,275	0,289	0,909	1,108	Cascalho
10 – Af. Esquerda	0346854/6930323	710	0,865	0,055	0,431	0,028	Folhiço
11 – Af. Esquerda	0348660/6932530	538	2,23	0,113	0,708	0,176	Terra e cascalhos
12 – Rio Jacutinga	0348995/6932855	558	7,675	0,186	0,898	1,915	Pedras, cascalhos
13 – Rio Jacutinga	0348208/6933828	530	8,05	0,265	1,465	2,142	Pedras, cascalhos e folhiço

Af.: Afluente.

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA, RS, BRASIL

Luiz Ubiratan Hepp^{1,2} & Sandro Santos²

¹*Departamento de Ciências Biológicas. URI - Campus de Erechim. Erechim – RS. E-mail: lhepp@uri.com.br*

²*Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Biodiversidade Animal. Centro de Ciências Naturais e Exatas/UFSM. Santa Maria – RS. E-mail:ssantos@smail.ufsm.br*

Resumo

O efeito das atividades antrópicas sobre os corpos hídricos continentais tem sido o principal responsável pela degradação destes ecossistemas. Este trabalho teve como objetivo principal caracterizar as águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga pela análise de variáveis físicas, químicas e microbiológicas. Foram coletadas amostras de água em treze, nos períodos de verão e inverno de 2004, tendo sido analisados os parâmetros temperatura da água, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais, pH, OD, DBO, DQO, nitrogênio total, amônia, nitrato, nitrito, fósforo total, íons metálicos, contagem total de bactérias heterotróficas, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras. Os resultados revelaram a ocorrência de uma distribuição espacial dos parâmetros estudados, indicando a influência de atividades antrópicas ao longo da bacia. De maneira geral, os parâmetros analisados apresentaram um acréscimo em seus valores no sentido nascente-foz. As águas da bacia mostraram-se oxigenadas ($> 5 \text{ mg.L}^{-1}$), com valores de pH basicamente neutros, com leve queda nos pontos próximos a foz. A DBO apresentou valores baixos, inferindo em uma boa capacidade de autodeperação das águas. Os valores de nutrientes apresentaram-se variados e fósforo foi o parâmetro registrado com maior variação entre as estações anuais. Os pontos situados próximos ao perímetro urbano se mostraram os mais danificados, evidenciando o impacto de resíduos domésticos sobre a qualidade da água. Sugere-se a realização de programas de gestão e recuperação ambiental na bacia, devido ao elevado grau de impactação em que o corpo hídrico se encontra.

Palavras-chave: Qualidade da água, nutrientes, microrganismos, degradação ambiental, recursos hídricos.

Abstract

Limnological characterization waters of Jacutinga River watershed, Jacutinga – RS. Effects of anthropic activities to freshwater resources have been the principals responsible for their degradation. This study evaluated physical, chemical a microbiological features of the hydrographic basin waters of Jacutinga River. Samples were collected at thirteen sites, in

summer and winter, 2004. Temperature, turbidity, conductivity, total solids, pH, DO, BOD, COD, total nitrogen, ammonium, nitrate, nitrite, total phosphorous, metallic ions, heterotrophical bacteria total counting, thermotolerant coliphormes, yeast and bolors were measured or counted. The results showed spatial distributions, indicating different contributions of agricultural activities to the water quality. In general way, the evaluated parameters presented an increase in the values in way source to mouth . Water basin showed oxygenated ($>5 \text{ mg.L}^{-1}$), with pH values basicly neuters, with a lightly decrease in near donw sites. The BOD showed lower values, indicating a well capacity of water depuration. The nutrients values showed variated and phosphorous parameter registered the high variation in the annual stations. The points situated near of urban perimeters were the most damaged, evidencing the impact of domestic residues. Management and environmental restoration programs for the watershed are suggested, due to the high impact observed found in the studied watershed.

Key words: water quality, nutrients, microorganisms, environmental degradation, aquatic resources.

Introdução

Os recursos hídricos superficiais estão deteriorando-se rapidamente e colocando em risco as fontes de suprimento em todos os continentes. A principal causa desta crise é o aumento da população mundial e os múltiplos usos pelas atividades humanas sem o devido cuidado com as questões ambientais, produzindo um incremento no consumo e o rápido decréscimo da qualidade da água (TUNDISI, 2000).

A urbanização, indústria e agricultura são atividades antrópicas indispensáveis para o desenvolvimento das cidades, porém geram grandes impactos aos recursos hídricos. Estas atividades acarretam em alterações ecológicas e químicas nos sistemas aquáticos que conduzem ao desequilíbrio da flora e fauna, resultando em sérios prejuízos econômicos. A descarga de resíduos provenientes destas atividades, os quais possuem características distintas, alteram as características limnológicas das águas, alterando a concentração de oxigênio dissolvido, pH, turbidez, favorecem o crescimento bacteriano, entre outros efeitos (CARVALHO et al., 2000; CARREIRA et al., 2001; WANG, 2001; ZALIDIS et al., 2002).

Desta forma, têm-se buscado diversas estratégias para a gestão e recuperação dos corpos hídricos utilizando como unidade de estudo a bacia hidrográfica, pois um rio recebe tudo que é drenado na região de entorno, seja pela forma localizada como de um efluente, seja

na forma difusa de qualquer escoamento superficial do solo. Dentre as ações para a gestão hídrica, destacam-se atualmente o diagnóstico das condições ecológicas das Bacias Hidrográficas, a identificação de agentes de degradação, o manejo e adequação legal dessas atividades e o monitoramento das condições ambientais (DAL MORO & BRUSCHI-Jr, 2001; BRIGANTE et al., 2003a; SCHWARZBOLD, 2000).

Diante disto, a realização desta caracterização limnológica tem intuito de responder as seguintes questões: (a) as atividades antrópicas realizadas na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga alteram as características limnológicas?; (b) há variação temporal e espacial entre parâmetros físicos, químicos e biológicos nas águas da bacia? Espera-se que as regiões de nascentes apresentem resultados satisfatórios sob o ponto de vista qualitativo e ecológico, enquanto que ao longo da bacia ocorra influência da diferentes atividades realizadas na área, as quais reflitam sobre a qualidade da água.

Assim, o presente estudo tem por objetivo principal a caracterização limnológica das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, no município de Jacutinga – RS, com o intuito de formar bases científicas que possam ser utilizadas em programas de recuperação e gerenciamento dos recursos hídricos na Região Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Área de Estudos

O trabalho foi realizado no Rio Jacutinga, tributário do Rio Uruguai, município de Jacutinga, ao norte do RS (27°43'25"S; 52°31'22"W), onde a altitude é de 650m, o clima subtropical, a temperatura varia de 0 a 38°C (com média de 18°C), com geadas ocasionais no inverno e uma precipitação média anual de 2.300 mm. O município de Jacutinga apresenta sua renda concentrada quase que exclusivamente na agricultura, sendo que boa parte das terras é destinada ao cultivo de lavouras temporárias. As criações de suínos e aves constituem-se em outra atividade expressiva no local. O município é coberto em apenas 5% do seu território por florestas naturais. A floresta nativa do município se caracteriza pela presença da

araucária (*Araucaria augustifolia*) e outras espécies nativas que proporcionam as chamadas madeiras de lei (SCARIOT & ZANIN, 2005).

Foram escolhidos 13 pontos de coleta na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga. A determinação dos pontos levou em consideração os diferentes usos da terra, significância do local como indicador das condições à montante, áreas de cultivo, perímetro urbano e fácil acesso ao local (Quadro 1 – Vide Área de Estudo – pág. 12). Foram determinados sete pontos ao longo do Rio Jacutinga, quatro em afluentes da margem esquerda e dois em afluentes da margem direita (Figura 1). As coletas foram realizadas em dois períodos, verão e inverno de 2004, compreendendo os regimes de baixa e alta pluviosidade, respectivamente, além de coincidir com épocas das distintas culturas agrícolas praticadas no município (soja, milho e trigo).

Parâmetros Analisados

Os métodos de coleta e de análise utilizados neste estudo foram realizados segundo procedimentos descritos no *Standard Methods* (APHA, 1998). Nos 13 pontos de coleta foram coletadas amostras de água para a realização de análises físicas, químicas e microbiológicas. Os parâmetros físicos quantificados foram: temperatura, turbidez (método nefelométrico), condutividade elétrica (potenciométrico) e sólidos totais (gravimetria). Os parâmetros químicos analisados foram: pH (por potenciometria), oxigênio dissolvido (OD - método de Winkler), demanda bioquímica de oxigênio (DBO - método de Winkler), demanda química de oxigênio (DQO - refluxo fechado), nitrogênio total (método Kejhaldal), amônia, nitrato e nitrito (método espectrofotométrico) e fósforo total (método do ácido ascórbico). Foram analisados os íons metálicos: sódio, cálcio, potássio, magnésio, ferro, manganês, cobre e zinco pelo método de absorção atômica. Foram realizadas análises microbiológicas para contagem de bactérias heterotróficas, coliformes fecais, bolores e leveduras. Os resultados médios dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos obtidos nas duas estações de coleta foram comparados pela utilização do teste *One-Way* ANOVA ao nível de significância de 95% a fim de verificar diferenças sazonais.

Resultados

A temperatura da água diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os dois períodos estudados. No verão foram observados os maiores valores, com média de $21,8^{\circ}\text{C}$ e no inverno a média foi de $16,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 2A). A turbidez também apresentou diferença significativa entre os dois períodos, sendo que os maiores valores foram registrados no inverno. As médias de turbidez foram $6,04$ UNT no verão e $8,96$ UNT no inverno (Figura 2B). A condutividade elétrica não apresentou diferença entre as estações do ano, com valores variando entre $24,5$ e $87,27$ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no verão e entre $24,47$ e $74,70$ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no inverno. No entanto, constatou-se um incremento das taxas no sentido nascente à foz (Figura 2C). Os resultados de sólidos totais apresentaram diferença significativa, com valores distintos entre os pontos de coleta (Figura 2D).

O pH variou de levemente ácido ($5,76$, ponto 12 no inverno) a levemente básico ($7,90$: ponto 1 no verão), sendo que a média no inverno foi inferior à do verão, $6,64$ e $7,29$, respectivamente. Estas médias representam uma diferença significativa entre os dois períodos estudados ($p < 0,05$) (Figura 3A). De maneira geral, as águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga apresentaram boa oxigenação, com valores acima de $6,0$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. No entanto, os pontos 1, 2 e 4, no verão, apresentaram concentrações de OD superiores a 10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (Figura 3B). Nos pontos 10, 11, 12 e 13 no inverno de 2004 a concentração de OD foi menor do que $5,0$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. A DBO apresentou valores menores de $8,5$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em todos os pontos, nos dois períodos estudados (Figura 3C). Na DQO, foi observada diferença significativa entre a média dos nos períodos, sendo $93,29$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $151,33$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no verão e inverno, respectivamente (Figura 3D).

Dentre as formas de nutrientes analisadas, a concentração de nitrogênio total foi mais elevada no verão do que no inverno, $2,90$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $1,89$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente. No período de verão, os maiores valores foram constatados nos pontos situados na região de cabeceira da bacia hidrográfica, e no inverno os maiores valores foram obtidos nos pontos próximos à foz da bacia, onde se localiza o perímetro urbano do município (Figura 4A). A concentração de amônia não apresentou diferença significativa entre os períodos estudados ($p > 0,05$), embora a média dos valores no inverno tenha sido maior do que no verão, $0,045$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $0,019$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente (Figura 4B).

Nitrato e nitrito apresentaram maiores valores nos pontos próximos ao perímetro urbano. Nitrato apresentou valores significativamente diferentes entre os períodos de coleta, com média de $1,21 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão e $0,70 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno (Figura 4C). Para o íon nitrito, não foi constatada diferença entre os períodos, apresentando média de $0,268 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,302 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente no verão e inverno (Figura 4D).

Fósforo total, grande responsável pelo estado de trofia dos corpos hídricos, apresentou situação distinta entre os dois períodos. No verão, a média dos valores foi muito superior à do inverno, apresentando diferença significativa entre os períodos, com $0,231 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,007 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente (Figura 4E).

Os íons estudados apresentaram distribuição distinta entre os valores registrados em todos os pontos de coleta nos dois períodos estudados (Tabela 1 - Anexo). Cálcio apresentou diferença significativa entre as duas estações, sendo que as médias foram de $4,81 \text{ mg.L}^{-1}$ e $6,57 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão e inverno, respectivamente. Os valores foram aumentando em direção a foz do Rio Jacutinga. Para o íon sódio não foi constatada diferença significativa entre as estações anuais, tendo sido as médias $4,61 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão e $3,82 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno. Magnésio foi outro íon que não apresentou diferença significativa entre verão e inverno. Ferro foi encontrado nas águas dos 13 pontos de coleta com valores médios entre $0,7$ e $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão e inverno, respectivamente. Cobre apresentou uma distribuição temporal muito significativa, sendo que no período de verão a média dos valores dos 13 pontos foi de $0,007 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto que no inverno, os valores foram superiores, com média de $0,021 \text{ mg.L}^{-1}$. Manganês também seguiu este padrão de distribuição, alcançando valores 30 vezes maiores no inverno ($0,075$ e $30,98 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão e inverno, respectivamente). Zinco apresentou diferença significativa entre os dois períodos de estudo. No verão a média foi inferior a do inverno, $0,045$ e $0,206 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente. Os valores médios de potássio no verão foram superiores aos do inverno ($2,836 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,125 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente), sendo que diferiram estatisticamente.

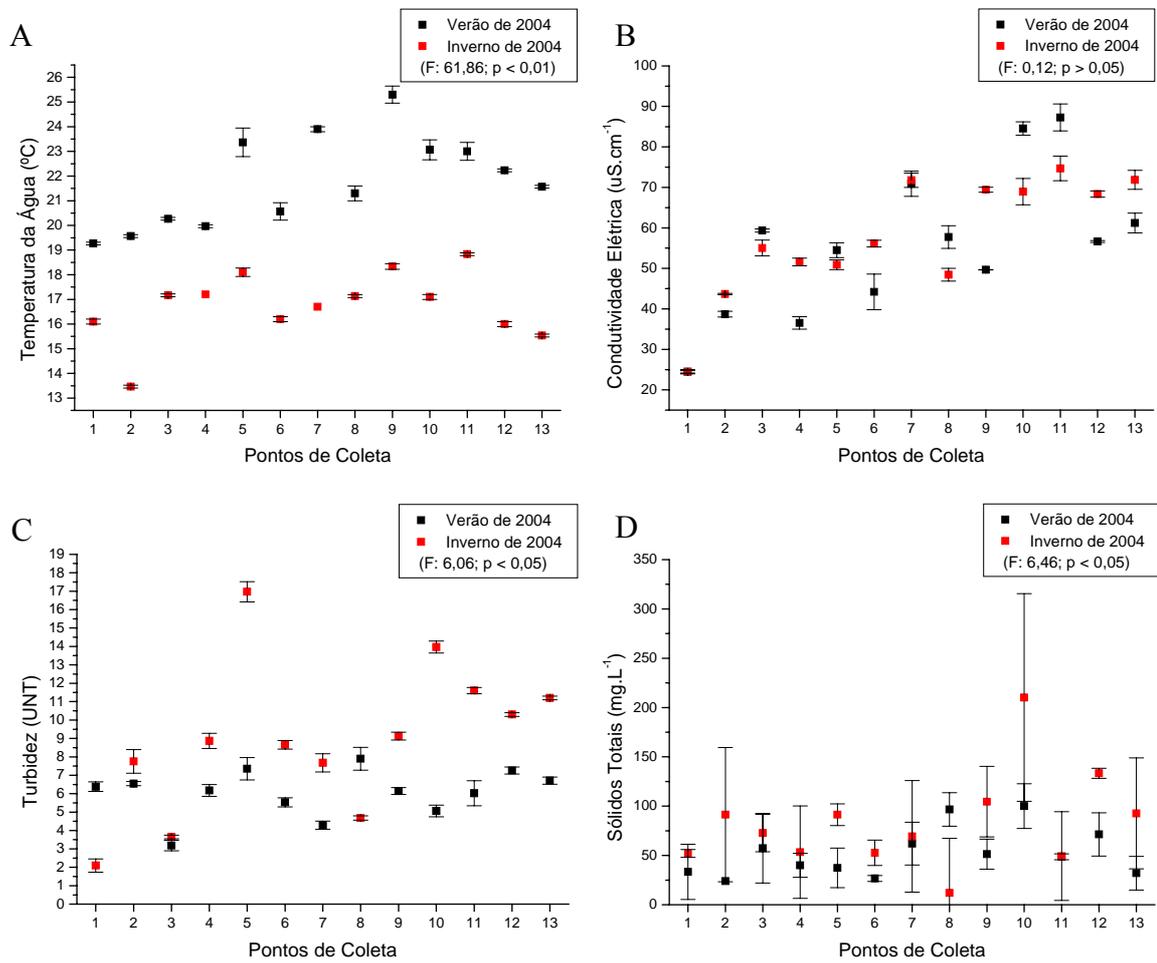


Figura 2. Variação dos parâmetros físicos estudados na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga. (A) temperatura da água; (B) turbidez; (C) condutividade elétrica; (D) sólidos totais.

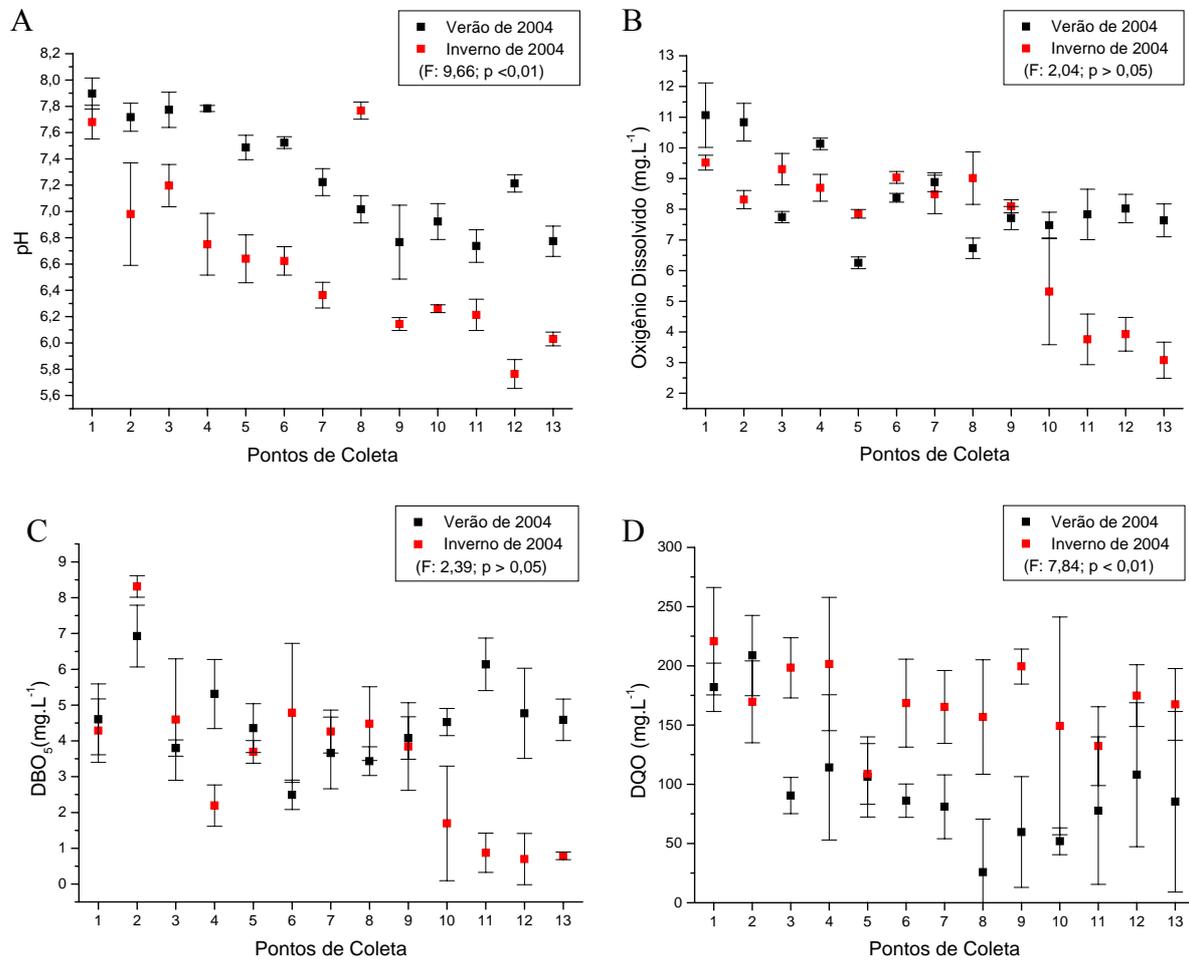


Figura 3. Variação dos parâmetros químicos estudados na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga - RS. (A) pH; (B) oxigênio dissolvido; (C) demanda biológica de oxigênio; (D) demanda química de oxigênio.

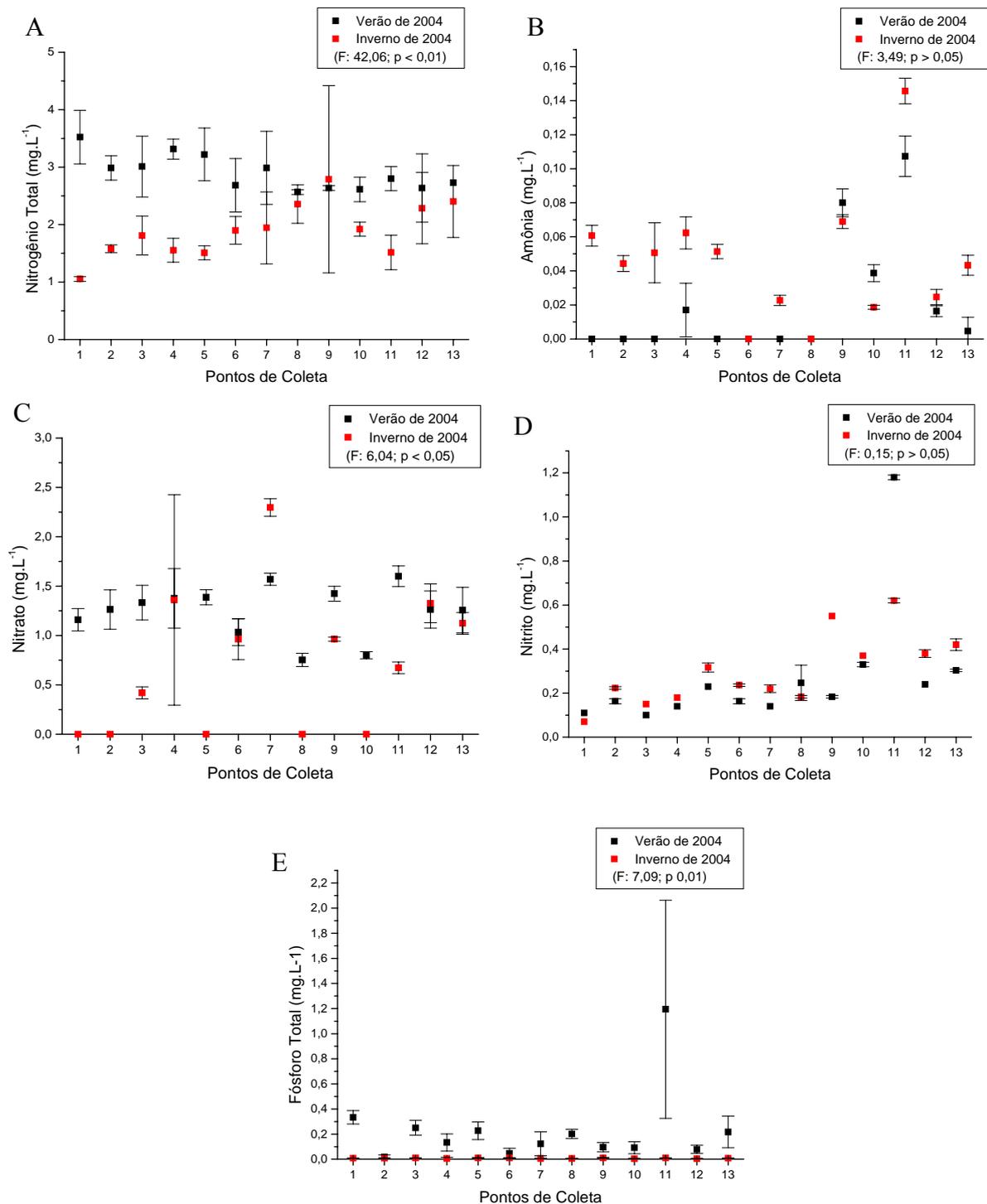


Figura 4. Variação dos teores de nutrientes na coluna d'água na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga. (A) nitrogênio total; (B) amônia; (C) nitrato; (D) nitrito; (E) fósforo total.

Os resultados obtidos pelas análises microbiológicas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os períodos estudados. A contagem total de bactérias heterotróficas apresentou valores que variaram de $1,1 \times 10^1$ UFC.mL⁻¹ a $3,49 \times 10^4$ UFC. mL⁻¹ no período de verão e $1,05 \times 10^1$ UFC. mL⁻¹ a $9,59 \times 10^3$ UFC. mL⁻¹ no período de inverno de 2004 (Tabela 2 - Anexo). Em ambos os períodos estudados, os menores valores registrados na contagem destes microrganismos foram obtidos em cinco afluentes (pontos 3, 5, 7, 8 e 10). O único afluente que apresentou contagem de bactérias heterotróficas elevada foi o ponto 11, sendo este influenciado diretamente pelo lançamento de resíduos urbanos em seu leito. Os sete pontos situados no leito do próprio Rio Jacutinga apresentaram variações distintas, sendo que os pontos mais a jusante do perímetro urbano, apresentaram maiores contagens de microrganismos heterotróficos. No inverno este comportamento se manteve, com pequena diminuição nos pontos 12 e 13, estes situados à jusante do perímetro urbano. A contagem de microrganismos do grupo coliformes termotolerantes apresentou situação distinta entre as duas estações estudadas, embora esta diferença não seja confirmada estatisticamente. Nos pontos 3, 6 e 8 não houve registro de coliformes termotolerantes no período de verão. No inverno, todos os pontos apresentaram contagem de coliformes termotolerantes, sendo que alguns (pontos 6, 7, 9, 10, 11, 12 e 13) apresentaram valores bastante elevados (acima de 10^2 UFC.mL⁻¹). Na contagem total de bolores e leveduras registrou-se valores baixos, não sendo observadas taxas acima de 10^3 UFC.mL⁻¹ em nenhum dos treze pontos estudados, em ambos os períodos.

Discussão

A diferença de temperatura da água constatada entre as duas estações anuais estudadas, representa padrões temporais. O alto calor específico apresentado pela água pode justificar a baixa variação de temperatura entre os pontos no mesmo período de coleta, porém, a turbulência das águas pode acarretar em uma constante homogeneização da coluna d'água resultando em pequenas variações entre os pontos. As pequenas diferenças constatadas entre os pontos constituem variações diurnas (diferença nos horários de coleta). A temperatura tem suma importância, pois regula todos os processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água, além de facilitar a solubilidade de gases (BRANCO, 1991).

A turbidez apresentou um pequeno incremento no sentido nascente-foz, possivelmente pela própria característica do corpo hídrico, o qual possui águas turbulentas, as quais causam a suspensão de partículas que vão se acumulando nas águas ao longo da bacia. Outro fator que contribui para o aumento da turbidez é o lançamento de esgotos domésticos nas águas. Esta atividade gera aumento de material particulado em suspensão na coluna d'água o que proporciona maior refração dos raios luminosos diminuindo a transparência e conseqüentemente, a capacidade dos organismos clorofilados realizarem fotossíntese. A média levemente elevada no inverno pode ser explicada pelo aumento da pluviosidade do período que provoca o aporte de material para a água proporcionando o mesmo efeito, o que corrobora BRIGANTE et al. (2003a) que obteve valores similares em estudo realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu no Estado de São Paulo. Todas as amostras apresentaram valores abaixo dos valores máximos permitidos pela Resolução nº 357/05 do CONAMA (<40 UNT). Em regiões próximas a nascentes a tendência é que os valores de turbidez sejam baixos, pois a presença de vegetação ciliar nas margens contribui para a retenção de partículas que poderiam ser carregadas para o rio com a pluviosidade.

A condutividade elétrica, por ter correlação positiva com a concentração de íons dissolvidos na água, apresentou valores crescentes em direção à foz do Rio Jacutinga, justificando novamente a influência das atividades realizadas na bacia de drenagem do rio. Por outro lado, os valores foram inferiores a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ o que, de acordo com BRIGANTE et al (2003a), permite que as águas sejam caracterizadas como naturais devido aos baixos valores de condutividade. O aumento da condutividade elétrica à jusante do perímetro urbano, reforça a indicação de que o aporte de material em suspensão para a coluna d'água é alta neste trecho. O aumento de partículas sólidas na água facilita a incorporação de íons metálicos, o que provoca o incremento nos valores deste parâmetro.

Os valores de sólidos totais foram maiores no ponto 10, em ambas as estações. Este fato pode ser creditado à baixa profundidade do ponto (0,05 m) e correnteza ($0,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), o que acarreta maior turbulência das águas provocando suspensão de sedimento. Os sólidos totais constituem-se em partículas orgânicas e inorgânicas presentes na coluna d'água. Segundo ALMEIDA et al. (1999) o comportamento dos sólidos totais é semelhante ao da turbidez, com a qual se relacionam, o que corrobora os resultados obtidos neste estudo. Os valores médios de sólidos totais apresentaram-se superiores no inverno, fato observado na turbidez, a qual apresentou maiores resultados neste mesmo período (Figura 2C e D).

Na maioria dos pontos de coleta o pH foi encontrado em valores próximos à neutralidade. Os valores de pH encontrados apresentaram uma variação espacial que consiste em um decréscimo dos valores no sentido nascente-foz, principalmente nos pontos que possuem influência direta do perímetro urbano do município de Jacutinga. Isto pode ser em decorrência do aporte de matéria orgânica nestes locais, o que facilita a ação bacteriana, resultando em uma diminuição nos valores de pH devido ao processo de decomposição realizado por estes organismos. Isto corrobora SILVA et al. (1999) que citam que a entrada de material orgânico no corpo hídrico influencia a diminuição do pH devido a ação de microrganismos para degradação destas substâncias. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, somente o ponto 12 no inverno apresentou valores fora dos padrões determinados (pH 6 a 9).

O oxigênio é um dos gases mais significantes dentro de um corpo hídrico e sua concentração depende dos processos de trocas entre atmosfera-água que são facilitados por baixas temperaturas, pelo fluxo do rio e a produção fotossintética (ALAN, 1995).

Para ARAÚJO (2000) deve-se considerar o oxigênio dissolvido (OD) como o principal parâmetro para avaliar o impacto ambiental de efluentes lançados nas águas receptoras, pois quando os níveis deste gás caem abaixo de 4 mg.L^{-1} , há grande possibilidade de ocorrer mortalidade da biota aquática. A Resolução do CONAMA nº 357/05 define como valores normais para este parâmetro aqueles acima de 6 mg.L^{-1} . Neste estudo, os pontos 11, 12 e 13 no inverno, apresentaram valores abaixo de 5 mg.L^{-1} estando fora dos valores definidos pela resolução para águas de boa qualidade (Figura 3).

A alta oxigenação na maioria dos pontos deve-se, principalmente à reduzida profundidade do corpo hídrico ($< 0,30 \text{ m}$), aliada a uma elevada velocidade de correnteza ($0,61 \text{ m.s}^{-1}$ em média) e substrato pedregoso, o que proporciona uma grande turbulência das águas, resultando em uma constante oxigenação. No caso dos pontos onde foi constatada concentração crítica de oxigênio dissolvido, o fator responsável por isto pode ser o lançamento excessivo de efluentes domésticos, visto que estes pontos localizam-se a jusante do perímetro urbano.

A DBO reflete a quantidade de oxigênio utilizada por microrganismos na degradação de matéria orgânica. Geralmente, a concentração de DBO é inversamente proporcional à concentração de OD. A Resolução nº 357/05 do CONAMA define $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ como valor máximo permitido, porém, cita que os valores podem ser mais elevados desde que seja

constatada capacidade de autodepuração do corpo hídrico, representada por valores de OD elevados ($> 6 \text{ mg.L}^{-1}$).

Os pontos 11, 12 e 13, no período de inverno, não apresentaram valores elevados de DBO, como era esperado, visto que haviam sido registrados, nestes pontos, os menores resultados de OD do estudo (Figura 3B). ALMEIDA et al. (1999) estudaram um rio metropolitano em Fortaleza - CE, e encontraram em uma estação amostral valores de OD e DBO iguais a $1,0 \text{ mg/L}$ e $4,8 \text{ mg/L}$, respectivamente, sendo que nesta estação, o baixo valor de OD não correspondeu necessariamente a um maior valor de DBO, supondo-se que houve a assimilação das cargas poluidoras naquele trecho (processo de autodepuração do corpo hídrico).

A DQO representa a quantidade de oxigênio utilizada em processos de oxi-redução de matéria orgânica. Os valores observados neste estudo foram elevados, sendo sempre superiores a 30 mg.L^{-1} , podendo indicar presença de material orgânico não-biodegradável, proveniente de resíduos sólidos e substâncias orgânicas possuidoras de um processo de decomposição muito complexo sobre o ponto de vista químico, exigindo condições peculiares para a realização das reações oxidativas, como por exemplo, valores de pH baixos e temperaturas mais elevadas. Alguns autores (VALENTE et al., 1997; SANTAELLA et al., 1999) citam que DQO pode indicar poluição oriunda de chorume e alta concentração de matéria orgânica. Estes resíduos são característicos de locais com influência urbana, porém, na bacia do Rio Jacutinga, foi verificada uma oscilação dos valores de DQO ao longo de todos os pontos amostrados, o que mostra que as atividades agrícolas, por intermédio da aplicação de compostos químicos, podem estar contribuindo para o aumento nos valores médios deste parâmetro. Este comportamento pode ser observado nos resultados médios dos pontos localizados à montante da bacia, na região de nascente onde as práticas agrícolas são mais intensas e na região de foz da bacia, a qual situa-se à jusante do perímetro urbano (Figura 3D).

Dentre os nutrientes estudados, as frações nitrogenadas analisadas (nitrogênio total, amônia, nitrato e nitrito) chamam atenção pelos valores elevados. Estes parâmetros são indispensáveis para o crescimento de algas, porém, quando em alta quantidade também podem levar ao processo de eutrofização artificial do corpo hídrico (MACÊDO, 2000). Os níveis de nitrogênio inorgânico dissolvido nas formas de nitrito, nitrato e amônia são diretamente relacionados à decomposição de compostos orgânicos. Os valores médios mais elevados de nitrogênio total no verão podem ser em decorrência da aplicação de fertilizantes

nas lavouras às margens da maioria dos pontos de coleta, sendo que outro fator que pode ter contribuído para este fato foi a menor vazão no período.

Concentrações elevadas de amônia podem ser tóxicas para a maioria dos organismos aquáticos. Neste estudo, os maiores valores registrados para amônia, em ambos os períodos, foram no ponto 11, indicando a contribuição de atividades urbanas no aporte de nutrientes ao meio aquático. O íon nitrato apresentou-se em concentrações baixas quando comparados os valores obtidos com a Resolução nº 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005), a qual determina como valor máximo permitido para águas superficiais 10 mg.L^{-1} . Os valores foram levemente superiores no verão, sendo que nos pontos que apresentaram maiores concentrações deste íon, apresentam intenso assoreamento, o que pode contribuir para o aporte deste íon para o corpo hídrico. Para nitrito, os valores mais elevados foram registrados nos pontos situados após o perímetro urbano de Jacutinga, o que indica forte incidência de resíduos orgânicos para o corpo hídrico, corroborando BRIGANTE et al. (2003a).

O fósforo total é um componente do meio aquático responsável pela limitação do desenvolvimento de organismos vegetais. Como os valores registrados no inverno foram cerca de 30 vezes menores do que no verão, isto indica uma intensa variação sazonal. Entre os pontos de coleta os teores foram uniformes, com exceção do ponto 11, onde foram verificados os valores mais elevados. Pode-se inferir que a ocorrência de valores mais elevados no verão é devido à diminuição do volume de água no corpo hídrico o que proporciona o aumento da concentração de resíduos no corpo receptor, principalmente em locais próximos a centros urbanos que não possuem sistema de tratamento de esgoto, resultando no lançamento direto destes resíduos na água.

Dentre os íons metálicos estudados, cálcio, sódio, magnésio, ferro, cobre e zinco apresentaram concentrações constantes em todos os pontos estudados nos dois períodos, enquanto que potássio e manganês apresentaram concentrações distintas entre o verão e inverno (Tabela 1 – Anexo). Potássio apresentou acentuado decréscimo dos valores no inverno, enquanto que manganês apresentou um grande incremento dos valores neste período. Estas diferenças podem ser atribuídas a características geológicas, associadas a variações químicas ocorridas no período, o que contribui para a ocorrência de concentrações distintas na coluna d'água. Como a Bacia Hidrográfica do rio Jacutinga sofre impacto por atividades agrícolas, sendo que em boa parte da sua área a vegetação ciliar inexistente, deixando o solo exposto, o que facilita o assoreamento deste para dentro do corpo hídrico, contribuindo para o aumento das concentrações de inúmeros íons metálicos. BRIGANTE et al. (2003b) ressalta

que outro fator que contribui para variações nas concentrações de metais é o intemperismo das rochas que compõe a bacia de drenagem.

Os valores de microrganismos heterotróficos variaram nos diferentes pontos de coleta em ambos os períodos estudados. Os valores encontrados podem ser considerados aceitáveis, visto que a presença destes organismos na água é de grande importância, pois são responsáveis pela degradação de material orgânico no ambiente. A variação ou o aumento das bactérias heterotróficas em locais com lançamento de resíduos orgânicos, pode indicar a presença de microrganismos de origem patogênica (CAVALCANTE & SALGUEIRO, 1998; GIOMBELLI et al., 1998).

Quanto a bactérias do grupo coliformes termotolerantes, as águas da bacia hidrográfica do rio Jacutinga apresentaram variação entre os pontos de coleta, apresentando contagem em todos os pontos, exceto nos pontos 2, 6 e 8 no período de verão, mostrando-se isentos de contaminação de origem fecal. Sob o ponto de vista sanitário, a presença de bactérias pertencentes a este grupo pode indicar a ocorrência de outros organismos.

De acordo com HOFFMANN et al. (1995) a contagem total de bolores e leveduras pode ser considerada como um indicador de eutrofização no meio aquático, pois é encontrada em diferentes concentrações, tanto em ambientes naturais como eutrofizados. Neste estudo, os pontos de coleta apresentaram valores baixos se comparados com locais considerados eutrofizados. Este fato ressalta que, mesmo que as águas da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga recebam grande quantidade de nutrientes, as mesmas não se encontram eutrofizadas.

Considerações Finais

A caracterização limnológica das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga demonstrou que a mesma sofre problemas com impactos antrópicos de origem agrícola e urbano, os quais acarretam em alterações nas características físicas, químicas e biológicas das águas. Isto fica evidente quando se observa que os parâmetros estudados demonstraram possuir uma distribuição espacial distinta entre os pontos estudados, devido aos diferentes usos da terra, sendo que em alguns casos foi constatada uma variação temporal dos

parâmetros. As áreas de nascente apresentaram alterações em suas características limnológicas, estando em desacordo com a hipótese inicial de que estas regiões apresentariam qualidade de água superior as demais. Ficou evidente a necessidade de programas de monitoramento e conservação da bacia hidrográfica devido à quantidade de atividades antrópicas realizadas na área, sem planejamento, o que acarreta em um processo de degradação constante e acelerado.

Referências Bibliográficas

ALAN, J.D. **Stream ecology: structure and function of running waters**. London: Chapman & Hall, 1995.

ALMEIDA, M.M.M., SILVA, F.J.A. & ARAÚJO, L.F.P. Avaliação qualitativa das águas do principal rio da Região Metropolitana de Fortaleza. **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. V-008. Rio de Janeiro: ABES, p. 1-5, 1999.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: 1998.

ARAÚJO, A.M. Qualidade das águas estuárias em Recife. **Ciência & Engenharia**. 9 (1): 32-39, 2000.

BRANCO, S.M. A água e o homem. In. **Hidrologia ambiental**. v. 3. São Paulo: EDUSP, 1991.

BRASIL. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**. Seção 1, nº 53, 18 de março de 2005. p 58-63, 2005.

BRIGANTE, J.; ESPÍNOLA, E.L.G.; POVINELLI, J. & NOGUEIRA, A.M. Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu. p.55-76. In. BRIGANTE, J. & ESPÍNOLA, E.L.G. **Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, 2003a.

BRIGANTE, J.; SILVA, M.R.C.; QUEIROZ, L.A. & COPPI, E. Quantificação de metais na água e no sedimento do Rio Mogi-Guaçu. In. BRIGANTE, J. & ESPÍNOLA, E.L.G. **Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, 2003b. p.85-120.

- CARREIRA, R., WAGENER, A.L.R. FILEMAN, T. & READMAN J.W. Distribuição de coprostanol (5β (H)-colestano- 3β -ol) em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara: indicador da poluição recente por esgotos domésticos. **Química Nova**. 24(1): 37-42, 2001.
- CARVALHO, A.R., SCHLITTLER, F.H.M. & TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água. **Química Nova**. 23(5): 618-622, 2000.
- CAVALCANTE, C,E,M,H, & SALGUEIRO, A,A, Avaliação microbiológica da água do Riacho Cavouco, Recife – PE, **Higiene Alimentar**. 12(57): 45-49, 1998.
- DAL MORO, S. & BRUSCHI-Jr, W. Qualidade da água do Rio Novo, Aratiba-RS. **Perspectiva**. 25(92): 9-20, 2001.
- GIOMBELLI, A,; RECH, H, & TORRES, V,S, Qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes de dois municípios da Região do Alto Uruguai Catarinense, **Higiene Alimentar**. 12(56): 49-52, 1998.
- HOFFMANN, F,L,; GARCIA-CRUZ, C,H,; VINTURIM, T,M, & NECCHI-JR., O, Estudo das características microbiológicas das águas do Rio Preto, no município de São José do Rio Preto – SP. **Higiene Aliementar**. 9(36): 31-35, 1995.
- MACÊDO, J.A.B. **Águas & Águas**. Juiz de Fora: Ortofarma, 2000.
- SANTAELLA, S.T., PAIVA, I.O. & LEITÃO, R.C. Qualidade das águas subterrâneas da Região adjacente ao “lixão” da Fortaleza-CE. **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. V-025. Rio de Janeiro: ABES, p. 162-171, 1999.
- SCARIOT, E.C. & ZANIN, E.M. Diagnóstico Ambiental do município de Jacutinga – RS. **Perspectiva**. 105(29): 33-42, 2005.
- SCHWARZBOLD, A. O que é um rio? **Ciência & Ambiente**. 21: 57-68, 2000.
- SILVA, R.N.M., GEDEON, A.D. & RODRIGUES, E.E. Rio Itapecuru – Água para o consumo humano (dados físicos e químicos das águas do baixo curso do Rio Itapecuru – 1993 a 1998). **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. V-037. Rio de Janeiro: ABES, p. 1-6, 1999.
- TUNDISI, J.G. Limnologia e gerenciamento integrado de recursos hídricos: avanços conceituais e metodológicos. **Ciência & Ambiente**. 21: 9-20, 2000.

VALENTE, J.P.S., PADILHA, P.M. & SILVA, A.M.M. Oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio como parâmetros de poluição no Ribeirão Lavapés/ Botucatu-SP. **Eclética Química**. 22: 31-48, 1997.

WANG, X. Integrating water-quality management and land-use planning in a watershed context. **Journal of Environmental Management**. 61: 25-36, 2001.

ZALIDIS, G.; STAMATIADIS, S.; TAKAVAKOGLU, V.; ESKRIDGE, K. & MISOPOLINOS, N. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 88: 137-146, 2002.

DIVERSIDADE DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA, RS, BRASIL

Luiz Ubiratan Hepp^{1,2} & Sandro Santos²

¹*Departamento de Ciências Biológicas. URI - Campus de Erechim. Erechim – RS. E-mail: lhepp@uri.com.br*

²*Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Biodiversidade Animal. Centro de Ciências Naturais e Exatas/UFSM. Santa Maria – RS. E-mail: ssantos@smail.ufsm.br.*

Resumo

Atualmente a diversidade biológica vem sofrendo com as atividades antrópicas realizadas desordenadamente, o que, dentre outros problemas, vem causando principalmente a destruição de habitats. O objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência e distribuição de invertebrados aquáticos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, localizada no município de Jacutinga, RS. Os organismos foram coletados em treze pontos, nos períodos de verão e inverno de 2004, com auxílio de um amostrador tipo Surber. Os invertebrados coletados foram fixados em campo e conduzidos ao laboratório para triagem e identificação até menor nível taxonômico possível. Foram calculados os índices de diversidade de Shannon e Equitabilidade. Foi realizada análise de agrupamento UPGMA utilizando o coeficiente de Bray-Curtis. Os resultados demonstraram que as atividades antrópicas realizadas na bacia de drenagem afetam a ocorrência e distribuição dos invertebrados aquáticos. Larvas de Chironomidae foram abundantes em todos os pontos coletados, no entanto, alguns organismos como Baetidae, Elmidae e Hydropsychidae também se apresentaram freqüentes nos pontos de coleta. O índice de diversidade registrou valores levemente elevados no verão, no entanto, não diferentes significativamente em comparação ao inverno. A análise de agrupamento, revelou padrões de distribuição distintos entre as estações do ano, revelando existir influências sazonais sobre a distribuição dos organismos.

Palavras-Chave: Biodiversidade, macroinvertebrados bentônicos, qualidade de recursos hídricos.

Abstract

Aquatic invertebrate diversity in Jacutinga River watershed, Jacutinga – RS. The biological diversity has undergone by anthropic activities disorderedly realized, which has induced, among other problems, habitat destruction. Freshwater ecosystems, the activities realized in the draining basin affect the water quality and influence the aquatic organisms diversity, including the invertebrates. The aim of this study was to evaluate the occurrence and distribution of aquatic invertebrates in Jacutinga River watershed, located in Jacutinga, RS. The organisms were collected in thirteen sites in the summer and winter of 2004, using a

Surber sampler. The collected invertebrates were fixed in field and led to the laboratory for sorting and identification up to the lowest possible taxonomic level. The Shannon diversity and Equitability indexes were calculated. The cluster analysis UPGMA was realized using the Bray-Curtis coefficient. The values showed that anthropic activities realized in draining basin affect the occurrence and distribution of aquatic invertebrates. Chironomidae larvae was abundant in all sites, therefore, some organisms like Baetidae, Elmidae and Hydropsychidae presented frequently in sites too. Diversity index registered values slightly increasing in summer, however not significantly different in comparison to the winter. The cluster analysis showed distribution patterns distinct between annual stations, revealing seasonal influence in the organisms distribution.

Key Words: Biodiversity, benthic macroinvertebrate, hydric resources quality.

Introdução

A diversidade biológica pode ser apresentada em três níveis: (a) de espécies; (b) genético, e; (c) de comunidades e suas interações (PRIMACK & RODRIGUES, 2002). Os processos ecológicos envolvendo a biodiversidade mundial reforçam a necessidade constante de estudos para o conhecimento da mesma e de seu comportamento no ecossistema.

Porém, a biodiversidade sofre forte pressão por parte das atividades antrópicas realizadas para suprir as necessidades humanas. Estas afetam decisivamente a biota, podendo causar a extinção de espécies e alteração da estrutura dos ecossistemas. Uma das principais consequências do impacto humano sobre o ambiente é a fragmentação vegetal e destruição de habitats. A disponibilidade de habitats para os organismos é uma propriedade fundamental de um ecossistema e influencia seu funcionamento; sua redução pode provocar uma diminuição no número de indivíduos (STENERT et al., 2002).

No caso de ecossistemas aquáticos continentais, as questões sobre biodiversidade não são diferentes, pois estes ambientes possuem uma fauna muito diversificada, composta principalmente por vários grupos de insetos aquáticos e semi-aquáticos. Por outro lado, estes organismos estão sujeitos às alterações provocadas na qualidade das águas e sedimento dos corpos hídricos (MELO, 2004).

Um dos principais grupos de organismos aquáticos são os macroinvertebrados bentônicos. Estes fazem parte do metabolismo dos ecossistemas de água doce, participando da

ciclagem de nutrientes, reduzindo o tamanho das partículas orgânicas, auxiliando a ação dos micro-consumidores, como as bactérias, fungos e leveduras (CALLISTO et al., 2001).

Conforme CALLISTO & GONÇALVES Jr. (2002), os macroinvertebrados bentônicos que vivem em rios e riachos podem apresentar três tipos de adaptações para ocorrer nestes ambientes, conforme o fluxo d'água: (a) adaptações físicas, que possibilitam a permanência em locais diferenciados, como por exemplo a forma aerodinâmica de imaturos de Ephemeroptera, que facilita a ocorrência em locais com alta velocidade de correnteza; (b) adaptações no hábito alimentar, e; (c) adaptações reprodutivas.

Inúmeros fatores afetam a ocorrência e distribuição das comunidades de invertebrados aquáticos nos corpos hídricos. Questões espaciais como variações de fatores físicos e químicos na água e sedimento, aspectos morfológicos do rio, como por exemplo, velocidade de correnteza e vazão alteram decisivamente a distribuição destes organismos (WARD & VOELZ, 1998; RAMIREZ & PRINGLE, 2001). Fatores temporais também são decisivos na ocorrência e distribuição de invertebrados aquáticos. Geralmente, períodos com maior pluviosidade provocam o carreamento dos organismos, pois há alterações nos níveis de água e aumento no aporte de nutrientes (KIKUCHI & UIEDA, 1998; SORIANO, 1997).

Porém, são escassos os dados sobre a diversidade e estrutura das comunidades de invertebrados aquáticos em bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul (BUENO et al., 2003). No norte do Estado, alguns estudos foram realizados sobre a ocorrência e distribuição de invertebrados aquáticos em corpos hídricos com o objetivo de inventariar a fauna e avaliar a qualidade das águas através da diversidade de invertebrados bentônicos (HEPP et al., 2002; HEPP, 2002; TREVISAN et al., 2004).

Diante do exposto e analisando o elevado grau de degradação da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, devido às atividades antrópicas realizadas no local, o presente estudo teve como objetivo avaliar a diversidade e a distribuição de invertebrados aquáticos ao longo da referida bacia com o intuito de contribuir para a formação de bases científicas para a elaboração de programas de conservação e preservação ambiental no Norte do Estado do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Área de Estudo

O trabalho foi realizado no Rio Jacutinga, situado no município de Jacutinga, ao norte do RS (27°43'25"S; 52°31'22"W), onde a altitude é de 650m, o clima subtropical, a temperatura varia de 0 a 38°C ($\pm 18^\circ\text{C}$), com geadas ocasionais no inverno e uma precipitação média anual de 2.300mm (Figura 1). O município de Jacutinga apresenta sua renda concentrada quase que exclusivamente em atividades agrícolas. A maioria das terras é destinada ao cultivo de lavouras temporárias, sendo a cultura da soja e do milho as principais expressões econômicas da região. A pecuária, com as criações de suínos e aves, constitui-se em outra atividade relevante no município. Apenas 5% do seu território são cobertos por florestas naturais. A mata nativa caracteriza-se pela presença de araucárias (*Araucaria augustifolia*) e outras espécies nativas que proporcionam as chamadas madeiras de lei (LORENZI, 1992; SCARIOT & ZANIN, 2005).

Pontos de Coleta

Os pontos de coleta foram determinados através de observações diretas em campo na área da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, levando em consideração a distribuição dos pontos a fim de abranger a maior área da bacia possível. O acesso ao local, a ordem do trecho do rio e afluentes e a presença de atividades antrópicas no referido corpo hídrico, também foram fatores importantes para a definição dos pontos de coleta (Quadro 01 – Vide Área de Estudo, p. 12). A Figura 01 apresenta a localização dos pontos de coleta distribuídos na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga.

Foram realizadas duas coletas no ano de 2004, uma no período de verão (janeiro) e outra no período de inverno (julho). No Rio Grande do Sul estes dois períodos são típicos e correspondem às épocas de vazante e cheia, respectivamente, segundo CASSOL & PIRAN (1975). Esta periodicidade foi adotada visando à verificação dos efeitos da sazonalidade sobre as comunidades de invertebrados bentônicos.

Coleta de Invertebrados Aquáticos

Os invertebrados aquáticos foram coletados com um amostrador tipo Surber, com malha de 0,225mm e área de 0,1m², sendo que foram realizadas dez sub-amostragens, compreendendo uma área total de coleta por ponto de 1m². O material foi acondicionado em sacos plásticos e fixado em campo com formol 10%, para posterior transporte ao laboratório, onde foi triado e identificado, passando a ser conservado em álcool 80%. Os organismos bentônicos foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando para isso chaves de MERRITT & CUMMINS (1996), FERNÁNDEZ & DOMÍNGUES (2001), CARVALHO & CALIL (2000), BOFFI (1979) e BOND-BUCKUP & BUCKUP (1999). Todo o material biológico coletado foi registrado e depositado na Coleção de Invertebrados Bentônicos do Museu Regional do Alto Uruguai (MuRAU/URI – Campus de Erechim).

Análise dos Dados

Aos dados amostrais resultantes das coletas, foram calculadas as densidades, frequência relativa e a riqueza de *taxa* em cada ponto de coleta. Para os organismos da Ordem Insecta, foram calculados os índices de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade de Pielou (E) de acordo com MAGURRAN (1988).

Com o intuito de verificar o agrupamento dos pontos de coleta nas duas estações do ano, a fim de verificar a ocorrência de padrões de distribuição em função do uso e ocupação da terra, foi realizada uma análise de agrupamento UPGMA utilizando o coeficiente de Bray-Curtis, utilizando os valores de frequência absoluta dos organismos, sendo que os dados foram transformados em $\log(x + 1)$ a fim de reduzir a variância entre os valores (MARDIA et al., 1994; LANDIN, 2000).

Resultados

Nas duas campanhas amostrais foram coletados 23.227 organismos bentônicos, sendo 12.586 no período de verão e 10.641 no inverno (Figura 5). Destes, foram identificados 33 *taxa* sendo que 28 pertencem à Classe Insecta e os outros cinco, estão distribuídos nos grupos

anelídeos, moluscos e crustáceos. A densidade e frequência de cada *taxa* de invertebrados aquáticos amostrados no verão e inverno, nos treze pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga são apresentados nas Tabelas 3 e 4 do Anexo.

No período de verão os organismos mais representativos foram Chironomidae e Simuliidae (Diptera) com 41,69 e 23,52% do total de invertebrados coletados, respectivamente. Os menos representativos foram Hidrobiosidae (Trichoptera), Poduridae (Collembola), ambos com 0,02% de frequência e Perlidae (Plecoptera) com apenas 0,01% do total de indivíduos coletados (Tabelas 3 - Anexo).

Na coleta realizada no inverno, Chironomidae também foi o *taxon* mais abundante perfazendo 53,09% do total, seguido de Baetidae, com 9,31%. Os menos representativos foram Gomphidae (Odonata) e Coridalidae (Megaloptera) ambos com 0,06% e Perlidae com 0,03% do total de organismos coletados neste período (Tabela 4 - Anexo).

A maioria dos *taxa* foi coletado em ambos os períodos de amostragem, sendo que apenas alguns grupos foram restritos a uma ou outra estação de coleta, como Isotomidae (Collembola), Calopterygidae e Cordulidae (Odonata), os quais só foram coletados no verão e Poduridae, Hydrophillidae (Coleoptera), Lestidae e Libellulidae (Odonata) e Hidrobiosidae (Trichoptera) no inverno.

Os *taxa* Elmidae (Coleoptera), Chironomidae, Simuliidae (Diptera) e Hydropsychidae (Trichoptera) foram coletados em todos os pontos no verão, enquanto Oligochaeta e Chironomidae foram coletados em todos os pontos no inverno. A riqueza de *taxa* obtida nos treze pontos de coleta nos dois períodos estudados é apresentada na Figura 6.

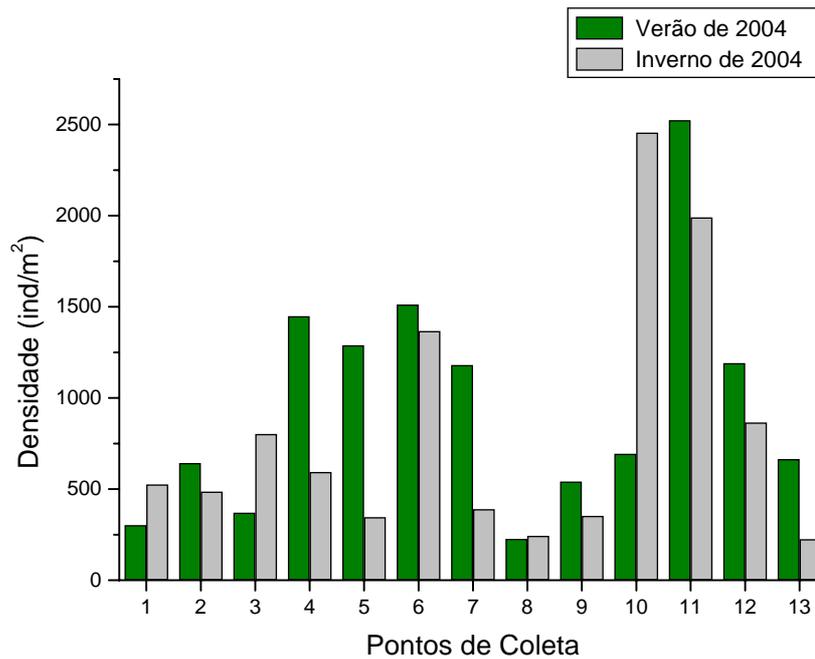


Figura 5. Densidade de invertebrados aquáticos (ind/m²) nos treze pontos de coleta nos períodos de verão e inverno na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga - RS

Quanto à riqueza de *taxa* (S), os valores sempre estiveram iguais ou acima de 11, sendo que o maior valor foi constatado no ponto 3, com 21 *taxa* (verão). No inverno o ponto 2 apresentou maior riqueza com 22 *taxa*, enquanto que o Ponto 11, foi o de menor riqueza com apenas 4 *taxa* (Figura 6).

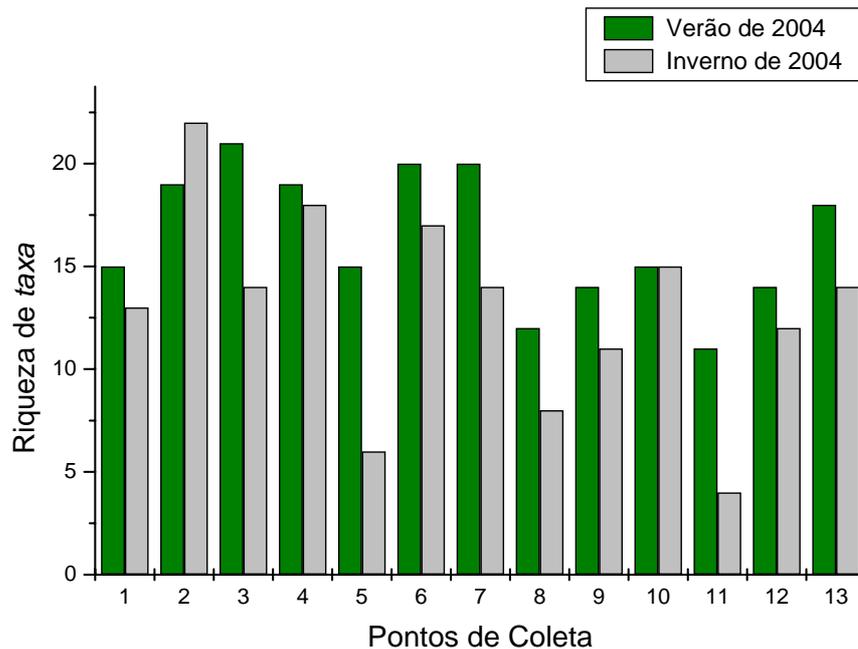


Figura 6. Riqueza de *taxa* de invertebrados aquáticos nos treze pontos de coleta nos períodos de verão e inverno na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H'), aplicado aos organismos da Classe Insecta, foi de 2,466 no verão e 1,954 no inverno, valores que não são significativamente diferentes. No verão os valores de H' variaram entre 1,074 no ponto 5 e 2,743 no ponto 3. No inverno este índice variou de zero no ponto 11 a 2,715 no ponto 2.

O Índice de Equitabilidade foi levemente superior no período de verão do que no inverno (0,53 e 0,43, respectivamente), porém estes valores demonstram uma baixa uniformidade entre os pontos nos dois períodos de coleta. Os pontos com maior uniformidade foram o ponto 9 (0,731) no verão e o ponto 7 (0,747) no inverno, enquanto que os grupos com menor uniformidade foram o 5 no verão (0,323) e ponto 11 no inverno (0,0).

Na Tabela 1 são apresentados os dados referentes à Densidade (ind/m^2), Riqueza de *taxa* (S), Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (E), referentes aos dados de verão e inverno, respectivamente.

Tabela 1. Densidade (ind/m^2), riqueza de *taxa*, diversidade, equitabilidade e dominância dos invertebrados aquáticos coletados nos treze pontos da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga-RS, no período de verão (V) e inverno (I) de 2004.

Métrica		Pontos												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Densidade (ind/m^2)	V	302	643	370	1449	1289	1512	1180	227	541	694	2524	1191	664
	I	525	486	802	594	346	1367	390	243	353	2455	1990	865	225
Riqueza de <i>Taxa</i> (S)	V	15	19	21	19	15	20	20	12	14	15	11	14	18
	I	13	22	14	18	6	17	14	8	11	15	4	12	14
Div. Shannon (H')	V	1,58	2,66	2,74	2,52	1,07	2,49	2,62	1,95	2,52	2,41	1,16	2,50	2,27
	I	1,64	2,71	1,79	2,66	0,83	2,25	2,48	1,26	1,65	1,67	0	1,25	1,54
Equitabilidade (E)	V	0,44	0,68	0,65	0,64	0,32	0,63	0,62	0,59	0,73	0,69	0,35	0,69	0,59
	I	0,47	0,66	0,50	0,72	0,52	0,59	0,74	0,54	0,58	0,48	0	0,41	0,46

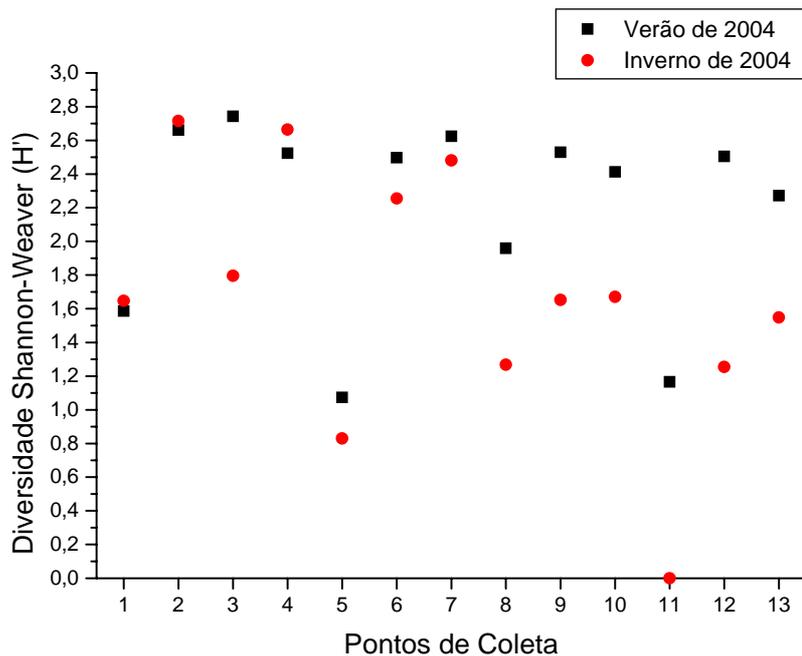


Figura 7. Diversidade de invertebrados aquáticos nos treze pontos de coleta nos períodos de verão e inverno na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

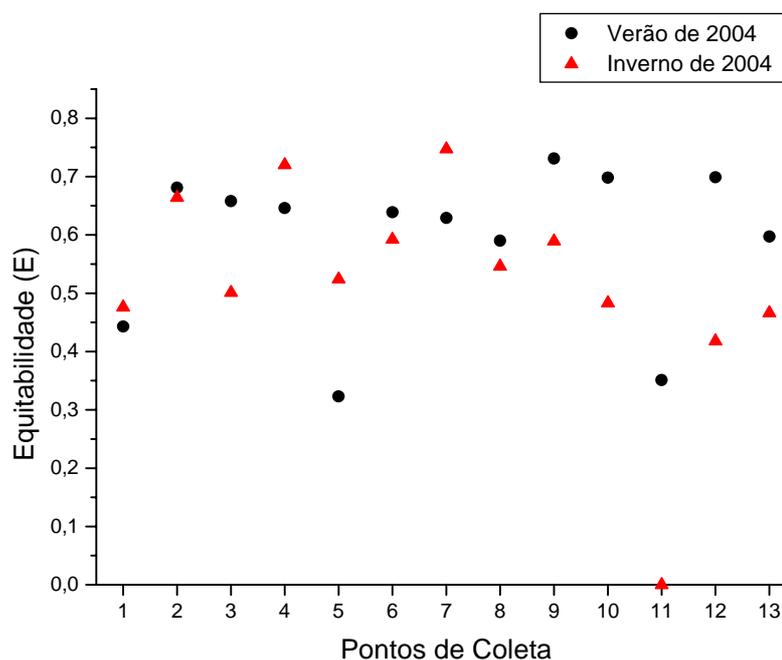


Figura 8. Equitabilidade de invertebrados aquáticos nos treze pontos de coleta nos períodos de verão e inverno na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

A análise de agrupamento UPGMA, utilizando o Coeficiente de Bray-Curtis apresentou similaridade distinta entre os dois períodos estudados (Figuras 9 e 10). No verão foram observados três grupos, sendo o mais distante constituído pelo ponto 8 (nascente). Um segundo grupo é constituído pelos pontos 1 e 5, ambos de 1ª ordem. Por fim, um grupo maior constituído pelos demais pontos de coleta, o qual engloba locais caracterizados por serem afetados por diferentes impactos. No inverno este padrão de agrupamento não se repetiu. Formaram-se outros três grupos, sendo que o primeiro é constituído apenas pelo ponto 11 (influência urbana) e o segundo grupo é formado pelos pontos 5, 8 e 13, sendo que os dois primeiros, caracterizam-se por serem nascentes. O terceiro grupo é constituído pelos demais pontos, novamente sendo observada uma sobreposição de pontos que sofrem impactos de diferentes origens.

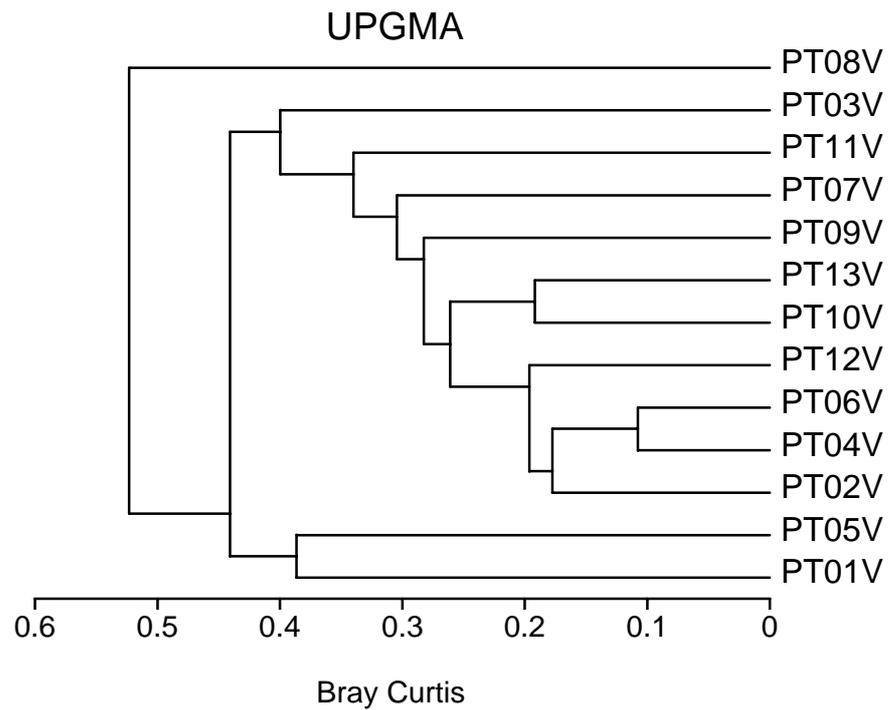


Figura 9. Análise de agrupamento dos treze pontos de coleta no períodos de verão na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

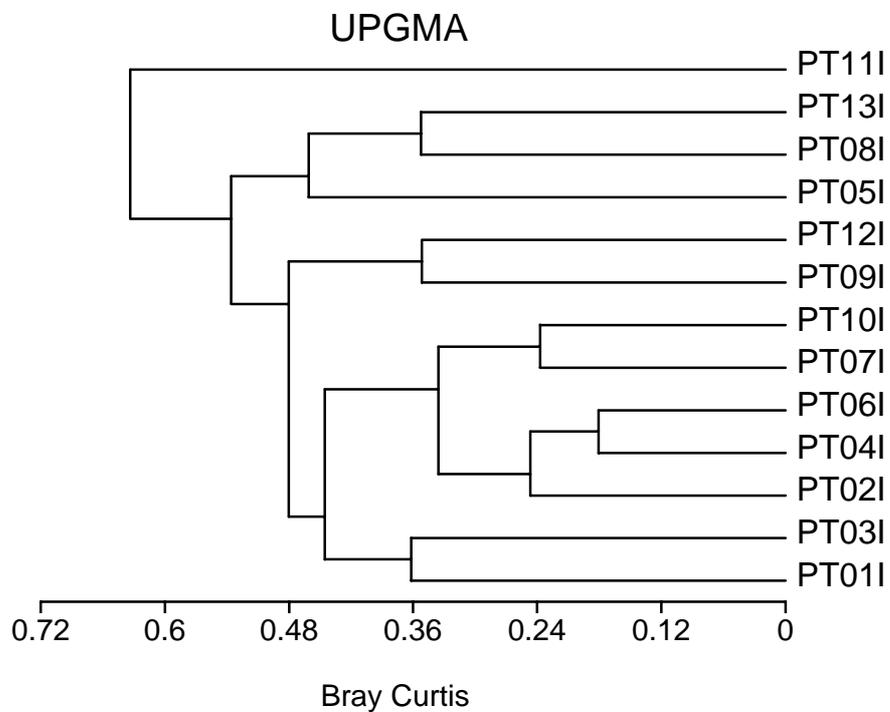


Figura 10. Análise de agrupamento dos treze pontos de coleta no períodos de verão na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

Discussão

A densidade de invertebrados aquáticos apresentou uma variação ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, evidenciando os efeitos das atividades antrópicas realizadas nesta. Estas, ocorreram devido aos diferentes usos e ocupações da terra, provocados pelas diferentes atividades, os quais modificaram a estrutura do ambiente estudado, pela alteração das características limnológicas das águas e modificação dos habitats.

A homogeneidade de habitats pode ter sido um dos fatores que provocaram as diferenças entre as abundâncias dos pontos amostrados. Os pontos 1, 2, 3, 8 e 9, de maneira geral, foram os menos abundantes, possivelmente devido à baixa diversidade de habitats nestes locais. Os pontos 1, 3 e 8 (nascentes) são afetados por atividades agrícolas e agropecuárias, provocando estreitamento da vegetação ciliar, o que diminui a retenção de partículas de solo e o aporte de material vegetal.

A densidade elevada no ponto 10 no período de verão e no ponto 11 em ambos períodos estudados é provocada, possivelmente por esta diminuição de nichos. O ponto 10 é uma região de nascente situada em área de pastagem, sendo que no verão o acesso dos animais é facilitado para dessedentação. O ponto 11 é situado a jusante de um matadouro, além de ser situado no perímetro urbano. Estas atividades provocam um aumento na concentração de matéria orgânica, favorecendo a permanência de organismos tolerantes a estas condições. Neste ponto, a presença de larvas vermelhas de Chironomidae foi significativamente alta, em ambos os períodos, inferindo que este local possui uma carga de matéria orgânica igualmente alta. Este grupo de insetos foi coletado em todos os pontos de amostragem, apresentando-se sempre como o mais abundante em ambas as estações de coleta. A dominância numérica de larvas de Chironominae é evidenciada em vários sistemas aquáticos alterados (KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO, 2005).

A influência de características sazonais não afetou diretamente a densidade dos invertebrados aquáticos, porém causou variações na distribuição dos *taxa*. A pluviosidade é um dos fatores ambientais que interfere na distribuição dos organismos aquáticos. Esta variável contribui com o aumento da velocidade de correnteza, vazão das águas, processos que provocam a ocorrência do fenômeno de *drift* que é responsável pelo carreamento dos invertebrados, resultando em um decréscimo na abundância e diversidade da fauna dos locais (OLIVEIRA et al., 1997; KIKUCHI & UIEDA, 1998; BUSS et al., 2002).

Quanto à ocorrência dos organismos ao longo do gradiente espacial da bacia hidrográfica em estudo, a maioria dos *taxa* ocorreu em todos os pontos estudados, destacando o predomínio de Chironomidae, devido ao grande aporte de matéria orgânica. Elmidae esteve presente em todos os pontos no período de verão, juntamente com Simuliidae e Hydropsychidae. Esta heterogeneidade na distribuição pode ser explicada pela diferença dos componentes abióticos, entre os pontos amostrados e períodos estudados (WARD & VOELZ, 1998; BISPO & OLIVEIRA, 1998; RAMIREZ & PRINGLE, 2001).

A riqueza de *taxa* observada nos pontos de coleta ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga pode ser considerada alta quando comparada com outros estudos semelhantes realizados no país (MARQUES & BARBOSA, 1997; ROQUE & TRIVINHO-STRIXINO, 2000; HEPP, 2002; BUENO et al., 2003; TREVISAN et al., 2004). Estes valores ocorrem devido a grande diversidade de habitat encontrados na maioria dos pontos de coleta. Este fator contribui para a ocorrência de diferentes organismos com hábitos diferenciados. De acordo com THORNE & WILLIAMS (1997) a riqueza de *taxa* é um indicativo da integridade do ambiente.

Os valores baixos de riqueza de *taxa* registrados nos pontos 5, 8 e 4 no período de inverno podem ter ocorrido em função justamente da indisponibilidade de habitat. Um outro fator que pode ter contribuído para a baixa presença de *taxa* esta relacionado com aspectos relativos à qualidade das águas, o que afeta a presença de outros grupos de invertebrados aquáticos.

A presença de anelídeos nos pontos à jusante da bacia é explicada pelo aporte de material orgânico oriundo das atividades antrópicas, além do material particulado fino que é carregado das regiões mais altas da bacia. Estes organismos são, em sua maioria, filtradores e coletores, estando presentes, em locais próximos à foz dos corpos hídricos, onde a disponibilidade de recursos de sua preferência é maior.

Os moluscos bivalves e gastrópodos exploram uma grande variedade de recursos alimentares, podendo ser enquadrados em carnívoros, detritívoros e filtradores (MERRITT & CUMMINS, 1996). A presença destes organismos foi registrada em pontos dispersos ao longo da bacia, sendo que em maior quantidade nos pontos 10 e 11. Estes locais são caracterizados por constituírem nascente e foz de um tributário do Rio Jacutinga que cruza todo o perímetro urbano, o qual acaba recebendo quantidades excessivas de resíduos orgânicos aumentando o grau de trofia do corpo hídrico. De acordo com PEREIRA et al. (2001) a presença de moluscos está associada a ambientes com altas concentrações de nutrientes.

A ocorrência de Odonata na bacia do Rio Jacutinga foi restrita a região de cabeceira do rio, onde a presença de vegetação é mais abundante, visto a preferência destes organismos por estarem associados à vegetação (FERREIRA-PERUQUETTI & MARCO-JUNIOR, 2002).

Das famílias de Plecoptera registradas no Brasil, Perlidae e Grypopterygidae, apenas a primeira foi registrada neste estudo. A presença desses organismos é comum em águas muito limpas, com alta oxigenação e baixas temperaturas (FROEHLICH & OLIVEIRA, 1997). O fato das atividades agrícolas e urbanas realizadas na bacia alterarem as características limnológicas das águas, pode ser o fator preponderante para a ausência destes organismos.

Ephemeroptera teve representantes em ambas as estações do ano, porém a maior abundância deu-se no verão, onde a diminuição da pluviosidade favorece a permanência destes organismos nos locais. Baetidae esteve presente na maioria dos pontos, possivelmente pelo fato de possuir tolerância a poluição, o que favorece sua ocorrência em locais sob influência antrópica.

Coleoptera apresentou grande abundância de Elmidae, o qual esteve presente em todos os pontos no verão e ausente de apenas dois pontos no inverno (5 e 11). A maior incidência de Elmidae ocorreu em pontos com abundância de vegetação no corpo hídrico, visto que estes locais são preferenciais a estes organismos pois constituem excelente fonte de abrigo e obtenção de recursos alimentares (VIDAL-BATISTA & DA-SILVA, 1998).

Plecoptera e Ephemeroptera possuem tendência a desaparecer de locais ricos em compostos orgânicos. Coleoptera, em especial Elmidae, também se movem de locais com baixa concentração de OD para locais com maiores concentrações (OLIVEIRA et al., 1997). A presença desses grupos distribuídos pela bacia pode ter sido favorecida pela alta oxigenação que as águas apresentam, visto que este parâmetro é requisito importante para a ocorrência destes grupos de insetos.

Trichoptera, apresentou maior frequência no verão, pois estes organismos habitam locais com correnteza e o aumento da pluviosidade ocasiona o fenômeno de *drift*, o qual carrega os organismos para regiões à jusante. Hydropsychidae esteve presente na maioria dos pontos de coleta no verão e inverno, certamente facilitado pela correnteza das águas que favorece seu hábito alimentar (filtrador) (OLIVEIRA, 1996).

Os índices de diversidade são métodos utilizados para medir estrutura de comunidade, mas não para avaliar o nível de poluição de corpos hídricos. Isto ocorre porque estes índices são influenciados não apenas pelo grau de poluição (pontual ou difusa) do corpo hídrico, mas

por outros fatores como, por exemplo, a disponibilidade de habitat, recursos alimentares, entre outros (RAVERA, 2001).

O índice de diversidade de Shannon, calculado com os dados oriundos dos organismos da Classe Insecta, apresentou-se levemente maior no período de verão (2,466) do que no inverno (1,954), porém esta diferença não é significativa. Os locais com maior incidência de aporte de substâncias poluentes nas águas, apresentaram os menores valores para este índice, o que demonstra a viabilidade da utilização dos invertebrados aquáticos no monitoramento da qualidade das águas.

TREVISAN et al. (2004), em estudo sobre a diversidade de insetos aquáticos do rio Jupirangava, no município de Ponte Preta (RS), obtiveram valores de diversidade, acima de 2,3, o que, segundo os autores, ocorre pela disponibilidade de recursos alimentares e diversidade de habitats.

De acordo com BARBOSA & CALLISTO (2000), a diversidade de determinada região pode ser classificada da seguinte maneira: área com alta diversidade ($> 3,0$) são locais com grande quantidade de habitats sendo geralmente protegidas por vegetação ciliar; áreas de diversidade intermediária (1,8 – 3,0), geralmente áreas ricas em macrófitas aquáticas e sedimento composto por matéria orgânica em diferentes estágios de decomposição, com fonte de energia de origem alóctone ou autóctone; áreas com baixa diversidade ($< 1,8$) baixa quantidade de habitat, matéria orgânica em avançado estágio de decomposição.

Os valores calculados para o índice de Equitabilidade, que demonstra a uniformidade da amostra, ressaltam o grau de distribuição de *taxa* ao longo da bacia durante os dois períodos estudados. Em ambos os períodos, o ponto 11 apresentou o menor valor, ressaltando a dominância de Chironomidae, possivelmente, devido a grande incidência de matéria orgânica em suas águas, sendo estes organismos oportunistas e muito tolerantes a situações adversas. De acordo com alguns autores (BAPTISTA et al., 2001; CLETO-FILHO & WALKER, 2002), considerando-se que o ponto 11 fica praticamente na zona urbana do município, pode-se inferir que este trecho da bacia esteja sofrendo influencia de dejetos orgânicos, os quais podem ter causado drásticas alterações nas características físico-químicas das águas e, conseqüentemente, na fauna aquática.

A distribuição dos organismos aquáticos pode ser influenciada pelas condições hidráulicas, composição do substrato e aporte de nutrientes ao corpo hídrico. Alterações nestas características e na qualidade das águas podem proporcionar uma redução na riqueza

de *taxa* e aumento na densidade de organismos tolerantes, resultando em uma diminuição na diversidade da comunidade.

Quanto à análise de agrupamento, no período de verão, o isolamento do ponto 8 em um grupo pode ser creditado a um aspecto relacionado à sua diversidade de *taxa*. A abundância de organismos foi a menor entre os treze pontos de coleta (227 organismos) e a riqueza de *taxa* foi a segunda menor (12 *taxa*), ficando à frente apenas do ponto 11. Esta situação se deve às características do entorno, pois mesmo sendo um local de nascente, protegido por uma faixa de vegetação ciliar nativa de aproximadamente 6 m de largura, o acesso do gado ao local é muito facilitado, o que acarreta em um “pisoteamento” das margens provocando alterações no sedimento do corpo hídrico, o que provavelmente leva a uma diminuição da fauna bentônica, tanto no aspecto quantitativo, quanto qualitativo.

O grupo formado pelos pontos 1 e 5 é definido pela equitabilidade. Estes pontos apresentaram a mesma riqueza de *taxa* (15), porém uma densidade de organismos diferente (302 no ponto 1 e 1289 no ponto 5). A uniformidade na distribuição de organismos é o fator similar, visto que ambos possuem uma baixa equitabilidade ($< 0,450$ - Tabela 1) quando comparados com os demais grupos, devido à dominância de um *taxon* sobre os demais. No caso do ponto 1, os grupos que dominaram foram Chironomidae e Simuliidae que, em conjunto, constituíram cerca de 89% de toda comunidade coletada no ponto. No ponto 5, novamente estes dois grupos dominaram, porém, Simuliidae, constituiu 62,6% da comunidade. A semelhança entre os pontos, quanto à diversidade de habitat, pode ser um fator que contribuiu para a elevada abundância destes dois *taxa*.

O outro grupo formado no verão apresenta diferença entre os pontos de coleta, no que diz respeito à estrutura do local. Pode-se observar que a constituição deste agrupamento levou em consideração, basicamente a uniformidade entre os pontos, pois apresentaram em sua maioria, valores de diversidade e equitabilidade muito próximos. As discrepâncias constatadas levaram a formação de grupos próximos.

No inverno, o padrão de agrupamento formado no verão não foi repetido. Houve a formação de um grupo com o ponto 11 isolado, devido basicamente a baixa riqueza de *taxa* (4) e plena dominância de Chironomidae (68,79%), o que resultou em uma baixa diversidade de insetos aquáticos (0,0). Pode-se inferir que provavelmente este resultado deveu-se ao lançamento de esgotos domésticos no corpo hídrico, pois este ponto fica a jusante do perímetro urbano, recebendo alta quantidade de dejetos oriundos de atividades domésticas, o

que provoca uma elevação da matéria orgânica nas águas, favorecendo a ocorrência de grupos tolerantes a poluição.

A reduzida abundância de organismos nos pontos 5, 8 e 13 (< 350 organismos) pode ter sido a principal causa da formação deste agrupamento, pois outros parâmetros, como por exemplo, diversidade e equitabilidade, apresentaram valores próximos. Isso pode ser confirmado se for observado o número de organismos nos três pontos (Tabela 1).

Os demais pontos de coleta formaram outro agrupamento devido principalmente a semelhança entre a abundância de organismos e riqueza de *taxa*, o que, conseqüentemente, levou a provocar uma similaridade entre a diversidade dos pontos.

Considerações Finais

A diversidade de *taxa* dos invertebrados aquáticos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga apresentou valores semelhantes aos dos rios brasileiros que sofrem com impactos antrópicos. Não foi observada influência temporal na diversidade dos organismos, porém mostrou-se, pela variação espacial dos resultados, que está sujeita à influência das atividades antrópicas desenvolvidas na área. Sendo assim, a distribuição dos invertebrados aquáticos refletiu os diferentes usos e ocupações da terra, demonstrando a influência das atividades realizadas na bacia de drenagem dos corpos hídricos sobre a qualidade das águas. Outro fator que interferiu na distribuição dos invertebrados foi a disponibilidade de habitat nos pontos de coleta, resultando em variações espaciais constatadas pela análise de agrupamento. Dentre os organismos coletados, Chironomidae foi um *taxon* presente em todos os pontos de coleta em ambos os períodos, o que sugere a ocorrência de aporte de compostos orgânicos e nitrogenados ao corpo hídrico, aumentando o grau de eutrofização das águas.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, F.A.R. & CALLISTO, M. Rapid assessment of water quality and diversity of benthic macroinvertebrate in the upper and middle Paraguay River using the Aqua-Rap approach. **Verh. International Verein. Limnol.** 27: 2688-2692, 2000.
- BAPTISTA, D.F.; DORVILLÉ, L.F.M.; BUSS, D.F. & NESSIAMIAN, J.L. Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Rev. Brasil. Biol.** v. 61, n.2, p. 295-304, 2001.
- 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.: NESSIAMIAN, J.L. & CARVALHO, E. (ed.). Ecologia de insetos aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**. Vol. V. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1995. p.175-190.
- BOFFI, A.V. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico**. São Paulo: HUCITEC, 1979. 181p.
- BOND-BUCKUP, G. & BUCKUP, L. Família Aeglidae. In.: BUCKUP, L. & BUCKUP-BOND, G. (Org.). **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EdUFRGS, 1999. p. 362-382.
- BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G. & FERREIRA, B.D.P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 20, n. 1, p. 115-125, 2003.
- BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; SILVEIRA, M.P.; NESSIAMIAN, J.L. & DORVILLÉ, L.F.M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**. 481: 125- 136, 2002.
- CALLISTO, M., MORETNO, P. & BARBOSA, F.A.R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeaste Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 61, n. 2, p. 259-26, 2001.
- CALLISTO, M. & GONÇALVES Jr., J.F. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**. n. 182, mai., p. 68-71, 2002.

CARVALHO, A.L. & CALIL, E.R. Chaves de identificação para famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis Avulsos de Zoologia**. v. 41, n. 15, p.223-241, 2000.

CASSOL, E. & PIRAN, N. A formação geo-histórica de Erechim. **Perspectiva**. v. 1, n. 1, p. 5-54, 1975.

CLETO-FILHO, S.E.N. & WALKER, I. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/Am – Amazônia Central. **Acta Amazônica**. v. 31, n. 1, p. 69-89, 2001.

FERNANDEZ, H.R. & DOMINGUES, E. (ed.). **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos**. Tucumán: UNT, 2001. 282p.

FERREIRA-PERUQUETTI, P.S. & MARCO-Jr., P.D. Efeito da alteração ambiental sobre comunidade de Odonata em riachos da Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 19(2): 317-327, 2002.

FROEHLICH, C.G. & OLIVEIRA, L.G. Ephemeroptera and Plecoptera nymphs from riffles in low-order streams in Southastern Brazil. p. 180-185. In.: LANDOLT, P. & SARTORI, M. (Eds.). **Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics**. Fribourg: MTL, 1997.

HEPP, L.U. **Ocorrência e distribuição de macroinvertebrados bentônicos no Rio Suzana, Erechim-RS**. 2002. 79f. Monografia. Especialização em Ciências Ambientais. Universidade regional Integrada – Campus de Erechim, Erechim, 2002.

HEPP, L.U.; MOLOZZI, J. & RESTELLO, R.M. Influência de fatores abióticos na distribuição de macroinvertebrados bentônicos no Rio Suzana, Erechim-RS. **Anais do VI Seminário de Integração de Pesquisa e Pós Graduação**. Santiago: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2002. p. 118-125.

KIKUCHI, R.M. & UIEDA, V.S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. p. 157-173. In.: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, E. (ed.). Ecologia de insetos aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**. Vol. V. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. p. 157-173.

KLEINE, P. & TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrate os a first order stream: community response after habitat fregmentation. **Acta Limnologica Brasiliensia**. 17(1): 81-90, 2005.

- LANDIN, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. Rio Claro: UNESP, 2000. 95p.
- LORENZI, C.A. Planejamento energético e ambiental do município de Jacutinga – RS. **Monografia**. PPG em Planejamento Energético-Ambiental. Erechim: URI – Campus de Erechim, 1992. 46p.
- MAGURRAN. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croon Helm, 1988. 179p.
- MARDIA, K.V.; KENT, J.T. & BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1994. 518p.
- MARQUES, M.M.G.S.M. & 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**. 8: 113-126, 1997.
- MELO, A. S. **Diversidade de macroinvertebrados em riachos**. p. 69-90. In: Métodos de estudos em Biologia da Conservação: manejo da vida silvestre. Organização GULLEN, L. Jr.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. Curitiba: UFPR, 2004.
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3^aed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Comp, 1996. 862p.
- OLIVEIRA, L.G. Aspectos da biologia de comunidades de insetos aquáticos da Ordem Trichoptera Kirby, 1813, em córregos de cerrado do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Tese de Doutorado**. São Paulo: USP, 1996.
- 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.
- PEREIRA, D.; INDA, L.A.; CONSONI, J.M. & KONRAD, H.G. Composição e abundância de espécies de moluscos do bento marginal da Microbacia do Arroio Capivara, Triunfo, RS, Brasil. **Biociências**. 9(1): 3-20, 2001.
- PRIMACK, R.B. & RODRÍGUEZ, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2002. 327p.
- RAMIREZ, A. & PRINGLE, C.M. Spatial and temporal patterns of invertebrates drift in streams draing a Neotropical landscape. **Freshwater Biology**. v. 46, p. 47-62, 2001.

RAVERA, O. A comparative between diversity, similarity and biotic indices applied to the macroinvertebrates community of a small stream: the Ravella river (Como Province, Northern Italy). **Aquatic Ecology**. 35: 97-107, 2001.

ROQUE, F.O. & TRIVINHO-STRIXINO, S. Avaliação preliminar da qualidade da água dos córregos do município de Luiz Antônio (SP) utilizando macroinvertebrados como bioindicadores. In. SANTOS, J.E. & PIRES, J.S. (ed.) **Estação Ecológica de Jataí**. Vol. 2. São Carlos: Rima, 2000.

SCARIOT, E.C. & ZANIN, E.M. Diagnóstico Ambiental do município de Jacutinga – RS. **Perspectiva**. 105(29): 33-42, 2005.

SORIANO, A. J. S. **Distribuição espacial e temporal de invertebrados bentônicos da Represa de Barra Bonita (SP)**. 1997. 149f. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

STENERT, C., SANTOS, E.M., OLIVA, T.D. & MALTCHIK, L. Diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas na Bacia do Rio dos Sinos, RS, Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**. v. 24, n. 2, p. 157-172, 2002.

THORNE, R.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.

TREVISAN, A.; MALINOWSKI, R.; FRESCHI, M.; RAMBO, K.; GALIANO, D.; KÖNIG, R.; SELIVON, M.; RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. Diversidade de insetos aquáticos do Lajeado Jupirangava, Ponte Preta-RS. **Perspectiva**. v. 28, n. 101, p. 103-110, 2004.

VIDAL-BATISTA, L. & DA-SILVA, E.R. Autoecologia de uma espécie de *Besourus* Leach, 1817 (Coleóptera, Hydrophilidae) em um brejo Entre-Capões do Litoral do Estado do Rio de Janeiro. p. 51-61. In.: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, E. (ed.). Ecologia de insetos aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**. Vol. V. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998.

WARD, J.V. & VOELZ, N.J. Altitudinal distribution patterns of surfacewater and groundwater faunas. In. BRETSCHKO, G. & HELESIC, J. (eds.) **Advances in River Bottom Ecology**. Leiden: Backhuys Publishers, 1998. p. 135-142.

INVERTEBRADOS AQUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA (RS, BRASIL)

Luiz Ubiratan Hepp^{1,2} & Sandro Santos²

¹*Departamento de Ciências Biológicas. URI - Campus de Erechim. Erechim – RS. E-mail: lhepp@uri.com.br*

²*Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Biodiversidade Animal. Centro de Ciências Naturais e Exatas/UFSM.*

Resumo

O crescimento populacional, aliado ao acelerado desenvolvimento dos setores agrícola e industrial, vem provocando uma série de problemas aos recursos naturais, em especial à água. Desta forma, medidas de monitoramento estão sendo tomadas para avaliar a qualidade dos recursos hídricos. Os métodos mais empregados são os procedimentos físico-químicos, mas a utilização de bioindicadores vem crescendo entre a comunidade científica. O presente estudo tem por objetivo avaliar a aplicabilidade de índices biológicos na avaliação da qualidade das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e propor um índice que integre as informações dos demais. Os invertebrados aquáticos foram coletados e identificados até o menor nível taxonômico possível, para posterior cálculo dos índices: diversidade de Shannon, BMWP, ASPT, FBI e EPT/Chironomidae. A partir destes índices foi proposto o IBQA. Os resultados mostraram influência das atividades antrópicas na qualidade das águas, sendo constatadas algumas discrepâncias entre os índices utilizados. Com a utilização do IBQA foi possível uniformizar os resultados, favorecendo uma interpretação melhor da qualidade das águas da bacia. De forma geral, a bacia hidrográfica do Rio Jacutinga apresentou qualidade de “regular” a “péssima”, com qualidade pior no período de inverno. O uso e ocupação da terra demonstraram ser decisivos para a qualidade da água.

Palavras-chave: macroinvertebrados bentônicos, índices biológicos, integridade ambiental, qualidade água.

Abstract

Aquatic invertebrates as bioindicators of water quality in Jacutinga River watershed, Jacutinga - RS. The population growth associated to the fast development of the agricultural and industrial sectors, have caused a series of problems to the natural resources, in special to the water. Monitoring efforts are being taken for evaluation of the aquatic resources quality. The most used methods are the physical-chemistry measurements, but the use of bioindicators has increased among the scientific experts. The present study aimed to evaluate the applicability of biological indexes in the assessment of water quality in thirteen sites of the Jacutinga river basin, besides proposing an index that integrates the information. The aquatic

invertebrates were collected and identified until the lowest possible taxonomic level, to calculate the following indexes: Shannon diversity, BMWP, ASPT, FBI and EPT/Chironomidae. From these indices the WBQI was proposed. The results showed influence of anthropic activities to the water quality, and some discrepancies among the used indexes were evidenced. With the use of WBQI In general the hydrographic basin of Jacutinga River presented regular to very bad water quality, with the worst quality in the winter period. The use and occupation of the ground demonstrated to be decisive for the water quality.

Key words: benthic macroinvertebrate, biological indexes, environmental integrity, water quality.

Introdução

Os recursos hídricos apresentam grande diversidade nos usos potenciais, bem como nas suas propriedades físico-químicas e no seu grau de contaminação. A elevada taxa de crescimento dos perímetros urbanos combinada com a grande expansão industrial e novas tecnologias para práticas agrícolas têm sido os responsáveis pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais, em especial, os ecossistemas aquáticos (THORNE & WILLIAMS, 1997; VOELZ et al., 2000; GOULART & CALLISTO, 2003).

Com estes problemas a biodiversidade aquática vem diminuindo nos últimos anos devido a uma série de fatores que envolvem alterações físicas, químicas e biológicas. Estas alterações provocam, além da redução da fauna, uma diminuição da qualidade da água e de sua disponibilidade para sistemas de irrigação e recreação (BARBOSA & CALLISTO, 2000).

Segundo BUSS et al. (2003), o primeiro passo para a resolução de problemas ambientais, por meio da gestão dos recursos naturais, é o desenvolvimento de métodos confiáveis na avaliação destes problemas. Com isso, tem-se buscado formas rápidas e seguras para se diagnosticar a qualidade dos corpos hídricos. Um dos métodos mais eficazes para avaliar este aspecto tem sido a utilização de indicadores biológicos.

As vantagens em se empregar indicadores biológicos de qualidade de água, em relação aos parâmetros físico-químicos, são: rapidez e eficiência na obtenção de resultados, relação custo-benefício, avaliação da qualidade da água *in situ* através do uso de organismos testes,

maior suscetibilidade a uma grande variedade de estressores e avaliação da função de um ecossistema e monitoramento ambiental em grande escala (QUEIROZ et al., 2000).

Os estudos da estrutura da comunidade bentônica têm adquirido caráter essencial nos trabalhos de avaliação de impactos sobre os ecossistemas aquáticos (BRIGANTE et al, 2003). A fauna de invertebrados aquáticos presta-se muito bem a essa informação por apresentar uma série de vantagens: (a) serem organismos comuns e abundantes na maioria dos ambientes; (b) facilmente amostrados devido à sua natureza sedentária; (c) bastante sensíveis a modificações em seu habitat; (d) baixa variabilidade genética e ecológica; (e) ciclo de vida longo; (f) fácil visualização e identificação; (g) são sensíveis a contaminações não detectáveis por metodologias físico-químicas e (h) o estudo não requer equipamentos sofisticados e caros (MERRITT & CUMMINS, 1996; MARQUES & BARBOSA, 1997; JUNQUEIRA et al., 2000; KUHLMANN et al., 2001; FIGUEROA et al., 2003; BUSS et al., 2003).

Nestes estudos a interpretação dos dados é facilitada pela existência de inúmeros índices biológicos utilizados para avaliação da qualidade das águas. Estes são baseados nas taxas de presença ou ausência, número, morfologia, fisiologia ou comportamento dos organismos frente a alterações físico-químicas da água (MANDAVILLE, 2002; FLEITUCH et al., 2002). Os índices frequentemente utilizados são: *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), *Average Score Per Taxon* (ASPT), *Family Biotic Index* (FBI), ETP/Chironomidae (relação entre os organismos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e da família Chironomidae) (FLEITUCH et al., 2002). Muitos destes índices estão adaptados para regiões específicas e quando aplicados numa área diferente às vezes geram dados conflitantes com outros índices.

Embora o uso de bioindicadores de qualidade de água seja muito difundido em países da América do Norte e Europa, sendo parte integrante da legislação ambiental de países como a Bélgica, Alemanha, França e Dinamarca, no Brasil e sobretudo no Rio Grande do Sul, análises envolvendo invertebrados aquáticos como indicadores biológicos ainda são restritas. O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade de diferentes índices biológicos, que utilizam invertebrados aquáticos como indicadores, na análise da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e propor uma equação que integre os diferentes índices proporcionando uma uniformidade das informações.

Material e Métodos

Área de Estudo

O trabalho foi realizado no Rio Jacutinga, situado no município de Jacutinga, ao norte do RS (27°43'25''S; 52°31'22''W), onde a altitude é de 650m, o clima subtropical, a temperatura varia de 0 a 38°C ($\pm 18^\circ\text{C}$), com geadas ocasionais no inverno e uma precipitação média anual de 2.300mm (Figura 1). O município de Jacutinga apresenta sua renda concentrada quase que exclusivamente na agricultura, sendo a cultura da soja e do milho as suas principais expressões econômicas. A floresta nativa do município (5% de sua área) caracteriza-se pela presença de araucárias (*Araucaria augustifolia*) e outras espécies nativas que proporcionam as chamadas madeiras de lei (LORENZI, 1992; SCARIOT & ZANIN, 2005).

Amostragens de Invertebrados Aquáticos

Foram realizadas duas coletas no ano de 2004, uma no verão (janeiro) e outra no inverno (julho). Os períodos de verão (janeiro e fevereiro) e inverno (julho a setembro) correspondem aos períodos de vazante e cheia na região, respectivamente, de acordo com CASSOL & PIRAN (1975).

Os pontos de coleta foram escolhidos através de observações diretas em campo na área da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, levando em consideração a distribuição dos locais a fim de abranger a maior área da bacia possível. O acesso ao local, a ordem do trecho do rio e afluentes e presença de atividades antrópicas no referido corpo hídrico, também foram fatores importantes para a definição dos pontos de coleta (Quadro 01 – Vide Área de Estudo – pág 12). A Figura 1 apresenta a localização dos pontos de coleta distribuídos na bacia hidrográfica do Rio Jacutinga.

Os invertebrados aquáticos foram coletados através de um amostrador Surber, com malha de 0,225 mm em 10 réplicas de 0,1 m², compreendendo 1 m² de área de amostragem. O material foi acondicionado em sacos plásticos e fixado em campo com formol 10%, levado ao laboratório, para triagem e identificação, sendo posteriormente conservado com álcool 80%. Os organismos bentônicos foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando para isso chaves de MERRITT & CUMMINS (1996), FERNÁNDEZ &

DOMÍNGUES (2001), CARVALHO & CALIL (2000), BOFFI (1979) e BOND-BUCKUP & BUCKUP (1999). O material biológico coletado foi registrado e depositado na Coleção de Invertebrados Bentônicos do Museu Regional do Alto Uruguai (MuRAU/URI – Campus de Erechim, Erechim - RS).

Índices Biológicos

Foram aplicados os seguintes índices biológicos para avaliação da qualidade das águas:

- a) *Biological Monitoring Working Party* Modificado (BMWP): este índice é calculado a partir de valores de tolerância atribuídos aos organismos aquáticos, sendo que valores iguais a um são para os mais tolerantes e valores iguais a dez são destinados aos menos tolerantes. Este índice tem característica binária, ou seja, baseia-se na presença ou ausência dos invertebrados aquáticos. Estes valores foram definidos por JUNQUEIRA et al. (2000). A classificação da qualidade das águas, conforme o índice, encontra-se no Quadro 1 (Anexo):

$$BMWP = \sum \text{scores dos organismos}$$

- b) *Average Score Per Taxon* (ASPT): este índice é um componente do BMWP, que considera, além da soma dos valores de tolerância dos organismos, a riqueza de grupos taxonômicos presentes na amostra. A classificação da qualidade das águas, conforme o índice, encontra-se no Quadro 2 (Anexo). Será calculado o ASPT baseado nos resultados obtidos pelo BMWP':

$$ASPT = BMWP / \text{Riqueza de Taxa (S)}$$

- c) *Family Biotic Index* (FBI): baseia-se na utilização de valores de tolerância dos organismos coletados e suas quantidades. Os valores de tolerância variam entre zero (menos tolerantes) e dez (mais tolerantes). A obtenção do valor final de qualidade de água é o resultado entre a somatória da

multiplicação dos valores de tolerância pelo número de organismos divida pelo número total de organismos coletados no ponto. A classificação da qualidade das águas conforme o índice encontram-se no Quadro 3 (Anexo):

$$FBI = \sum n_i \cdot T / N$$

Onde: n_i = número de organismos do *taxa* i ; T = valor de tolerância do *taxa* i ;
 N = número total de organismos na amostra

- d) EPT/Chironomidae: este índice é baseado na relação entre as famílias coletadas pertencentes às ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e a família Chironomidae (Diptera). A classificação da qualidade das águas conforme o índice encontram-se no Quadro 4 (Anexo).
- e) Índice Biológico para Qualidade de Água (IBQA): o cálculo é baseado na classificação dos diferentes índices aqui estudados, os quais possuem características distintas (qualitativos e quantitativos, por exemplo), sendo considerada ainda a diversidade de taxa dos pontos amostrada, buscando uma integridade de informações. Às diferentes classificações de cada índice são atribuídos valores (Quadros 1, 2, 3 e 4 - Anexo), sendo que a média aritmética destes é multiplicada pelo valor de diversidade. O valor final fornece uma classificação unificadora entre os índices impedindo a existência de discrepâncias entre os resultados (Quadro 6 - Anexo). O IBQA é calculado pela aplicação da seguinte equação:

$$IBQA = (\sum_{BMWP; ASPT; FBI; EPT/CHI} / 4) \cdot H'$$

Os valores de tolerância dos organismos para cálculo do FBI foram obtidos em MANDAVILLE (2002), enquanto que os valores para o BMWP foram obtidos em JUNQUEIRA et al. (2000) (Quadro 5 - Anexo). Foi calculado o índice de Diversidade de

Shannon (MAGURRAN, 1988). Os dados foram comparados estatisticamente pelo teste *One-Way ANOVA* ao nível de significância de 95%.

Resultados

Foi coletado um total de 23.227 organismos bentônicos, sendo 12.586 no período de verão de 2004 (54,2%) e 10.641 no inverno de 2004 (45,8%). Destes foram identificados 33 *taxa* sendo que 28 pertencem à Classe Insecta e os outros cinco *taxa* distribuídos entre outros grupos como anelídeos, moluscos e crustáceos.

A Diversidade de Shannon (H') não foi diferente significativamente entre os dois períodos de coleta, 2,672 no verão e 2,682 no inverno ($p > 0,05$). No verão os valores de H' variaram entre 1,204 no ponto 11 e 2,862 no ponto 10. No inverno este índice variou de 1,292 no ponto 11 e 3,154 no ponto 2.

Os índices biológicos calculados, a partir dos organismos bentônicos coletados, demonstraram refletir as condições de estresse em que o corpo hídrico estudado é submetido, porém, existem algumas discrepâncias entre as classificações finais destes, devido a questões referentes às características de cada índice, os quais envolvem componentes diferentes nos cálculos. Os resultados calculados e a classificação da qualidade das águas para os cinco índices biológicos estudados encontram-se nas Tabelas 2 (verão) e 3 (inverno).

Os resultados obtidos pela utilização dos índices BMWP e ASPT com valores de tolerância modificados por JUNQUEIRA et al. (2000) não apresentaram diferença entre os períodos estudados ($p > 0,05$).

Os índices BMWP, ASPT e FBI apresentaram diferença significativa no nível de 95% entre os resultados do verão e inverno ($p < 0,05$) pelo teste *One-Way ANOVA*, porém ETP/Chironomidae não apresentou diferença significativa entre as estações anuais ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores e conceitos dos índices biológicos calculados a partir das comunidades de invertebrados aquáticos no verão de 2004 na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

Pontos	H'	BMWP		ASPT		FBI		EPT/Chironomidae		IBQA	
		Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação
1	1,736	70	Boa	5	Qual. Duv.	6,82	M. Pol.	0,06	Alterado	3,4	Ruim
2	2,835	85	Excelente	5,31	Qual. Duv.	6,01	Poluída	0,68	Natural	7,0	Regular
3	2,887	96	Excelente	5,64	Qual. Duv.	5,96	Poluída	0,56	Moderado	6,4	Regular
4	2,643	83	Excelente	5,19	Qual. Duv.	5,73	Lev. Pol.	1,08	Natural	7,9	Regular
5	1,286	55	Regular	5,19	Qual. Duv.	6,66	M. Pol.	0,03	Alterado	2,2	Ruim
6	2,646	75	Boa	4,68	Pol. Mod.	5,77	Poluída	0,91	Natural	5,2	Regular
7	2,656	93	Excelente	5,81	Qual. Duv.	5,59	Lev. Pol.	1,44	Natural	7,9	Regular
8	2,185	54	Regular	6	Qual. Duv.	6,21	Poluída	0,28	Alterado	3,2	Ruim
9	2,804	65	Boa	5	Pol. Mod.	6,14	Poluída	0,99	Natural	5,6	Regular
10	2,862	62	Boa	5,17	Qual. Duv.	5,1	Lev. Pol.	7,06	Natural	7,8	Regular
11	1,204	50	Regular	5	Pol. Mod.	7,24	M. Pol.	0,07	Alterado	1,8	Péssima
12	2,552	57	Regular	5,18	Qual. Duv.	5,33	Lev. Pol.	1,21	Natural	6,3	Regular
13	2,506	68	Boa	5,23	Qual. Duv.	6,06	Poluída	0,82	Natural	5,6	Regular

Tabela 3. Valores e conceitos dos índices biológicos calculados a partir das comunidades de invertebrados aquáticos no inverno de 2004 na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga – RS.

Pontos	H'	BMWP		ASPT		FBI		EPT/Chironomidae		IBQA	
		Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação	Valor	Classificação
1	1,816	62	Boa	5,63	Qual. Duv.	6,74	M. Pol.	0,22	Alterado	3,6	Ruim
2	3,154	94	Excelente	5,53	Qual. Duv.	6,26	Poluída	0,81	Natural	7,8	Regular
3	1,973	68	Boa	5,66	Qual. Duv.	6,2	Poluída	0,2	Alterado	3,4	Ruim
4	2,994	77	Boa	5,5	Qual. Duv.	6,77	M. Pol.	1,16	Natural	7,4	Regular
5	1,682	8	Péssima	2,66	Pol. Severa	7,65	Sev. Pol.	0	Alterado	0,4	Péssima
6	2,656	68	Boa	5,23	Qual. Duv.	6,53	M. Pol.	0,77	Natural	6,6	Regular
7	2,886	47	Regular	4,7	Pol. Mod.	6,2	Poluída	0,94	Natural	5,0	Regular
8	2,007	23	Péssima	3,83	Pol. Severa	7,02	M. Pol.	0	Alterado	1,5	Péssima
9	1,499	40	Ruim	4	Pol. Mod.	7,57	Sev. Pol.	0,65	Natural	1,8	Péssima
10	2,011	61	Boa	5,08	Qual. Duv.	7,02	M. Pol.	0,43	Alterado	4,0	Ruim
11	1,292	9	Péssima	2,25	Pol. Severa	8,15	Sev. Pol.	0	Alterado	0,3	Péssima
12	1,698	41	Regular	4,1	Pol. Mod.	7,25	M. Pol.	0,21	Alterado	2,5	Ruim
13	2,170	34	Ruim	3,77	Pol. Severa	7,01	M. Pol.	0,25	Alterado	2,1	Ruim

Legenda: ASPT. Pol. Mod: poluição moderada; Pol. Severa: Poluição severa; Qual. Duv.: qualidade duvidosa. FBI. M. Pol.: muito poluído; Sev. Pol.: severamente poluída; Lev. Pol.: levemente poluída.

As aplicações dos índices BMWP demonstraram que a qualidade das águas variou de “regular” a “excelente” no período de verão, com valores acima de 50. No inverno a variação foi maior sendo identificado pontos com qualidade de água “péssima” (pontos 5, 8 e 11).

Os valores obtidos demonstraram-se mais elevados no período de verão, sendo que a qualidade foi diminuindo levemente no sentido nascente-foz. No inverno, os resultados apresentaram o mesmo comportamento de distribuição, porém foram mais baixos para o índice BMWP. A média geral dos valores calculados para o índice BMWP no verão foi 70,2, enquanto que no inverno a média foi 48,6.

A maioria dos pontos com classificação “boa” ou “excelente”, com base no BMWP, teve sua classificação questionada a partir dos resultados fornecidos pelo ASPT, que leva em consideração a riqueza de grupos taxonômicos existentes no local. Estes pontos de coleta (Tabelas 2 e 3) tiveram conceitos de “qualidade duvidosa” à “poluição moderada”. Os pontos com classificações mais baixas foram re-classificados com “qualidade duvidosa” à “poluição severa”.

A utilização do FBI, que possui característica quantitativa, mostrou-se mais rigorosa na classificação da qualidade da água em todos os pontos nas duas estações do ano. Os valores variaram entre “levemente poluído” a “severamente poluído” (Tabelas 2 e 3).

Para o índice EPT/Chironomidae registrou-se resultados distintos nos dois períodos de coleta, sendo que no verão a maioria dos pontos apresentou classificação “natural”, enquanto que no inverno a maioria dos locais de coleta foi classificada como “alterada”. Houve um valor muito elevado no verão no ponto 10 (7,06), em comparação aos outros pontos, devido a grande quantidade de indivíduos das famílias EPT, porém nos pontos 5, 8 e 11 no inverno, os valores foram iguais a zero, devido à inexistência de invertebrados pertencentes a estas ordens de insetos.

Com a utilização do índice proposto (IBQA) a média dos valores no verão foi superior a do inverno (5,4 e 3,6, respectivamente) apresentando diferença significativa ($p < 0,05$). No verão o ponto 11 apresentou a pior qualidade de água (péssima). Neste período a maioria dos pontos apresentou qualidade de água regular. No inverno, a qualidade das águas da bacia hidrográfica se mostrou pior. Os pontos 5, 8, 9 e 11 foram os mais críticos com qualidade “péssima”.

O agrupamento dos treze pontos de coleta em três grupos definidos conforme o uso e ocupação da terra (nascentes - pontos 1, 3, 5, 8 e 10; (b) agricultura - pontos 2, 4, 6 e 13, e; (c)

urbanização - pontos 7, 9, 11 e 12) conduziu a uma premissa a qualidade das águas nas regiões de nascentes seja melhor do que pontos mais a jusante da bacia, devido à inexistência de atividades antrópicas. Porém, de maneira geral, os pontos apresentaram valores médios baixos, classificando as águas com qualidade “regular” a “péssima”. A média dos valores de IBQA para a área de nascente foi de 4,6 e 2,6 no verão e inverno, respectivamente. Na região de agricultura as médias foram de 6,4 e 6,0, no verão e inverno, respectivamente. Na zona urbana, os valores médios tiveram um decréscimo entre os períodos de verão e inverno, respectivamente, sendo que no primeiro a média foi 5,4 e no segundo 2,4.

Discussão

Os resultados obtidos pelo uso dos índices baseados na utilização dos invertebrados aquáticos nos pontos distribuídos ao longo da bacia foram variados, refletindo as diferenças entre os locais, no que diz respeito ao uso e ocupação da terra. A bacia hidrográfica do rio Jacutinga apresenta diferentes usos da terra, sendo que as práticas agrícolas e o perímetro urbano submetem o rio Jacutinga e seus afluentes a uma forte pressão, visto que mesmo em regiões de nascentes onde a agricultura é circundante, os corpos hídricos sofrem com os resultados desta atividade. A fragmentação vegetal na bacia, principalmente nas regiões ciliares, é evidente em toda a área, o que corrobora SCARIOT & ZANIN (2005). A cobertura do solo nas regiões ribeirinhas é substituída por grandes áreas de plantações e pastagens.

A utilização dos diferentes índices de qualidade proporcionou a realização de um diagnóstico bastante amplo sobre as condições da qualidade das águas da bacia hidrográfica estudada devido às variações de componentes que os mesmos utilizam em seus cálculos, porém, foram constatadas algumas diferenças entre as classificações fornecidas pelos índices, gerando dúvidas na sua utilização dos mesmos.

A comparação de índices de diversidade na avaliação de qualidade (BMWP, FBI, por exemplo) pode ser espúria, visto que cada índice leva em consideração diferentes parâmetros, porém verifica-se uma forte correlação entre a diversidade de espécies e o BMWP, o que permite dizer que à medida que a diversidade aumenta, também aumenta o número de *taxa*

sensíveis a impactos, refletindo que outros fatores podem estar sendo responsáveis pela estruturação das comunidades no ambiente estudado (CORGOSINHO et al., 2004).

Alguns autores comentam que a aplicabilidade dos índices deve ser observada conforme a região em que vai ser realizada a avaliação da qualidade (FIGUEROA et al., 2002; BRIGANTE et al., 2003). FIGUEROA et al. (op cit.) citam que o FBI é um índice com grande sensibilidade para avaliação de alterações agrícolas e agropecuárias nos corpos hídricos, por sua boa resposta quando seus resultados são relacionados às concentrações de nutrientes.

A utilização do índice ASPT é indicada sempre que se utiliza o BMWP. Esta complementação é importante visto que o segundo caracteriza-se por um índice binário desconsiderando qualquer outra informação quantitativa, como por exemplo, número de organismos (N) ou riqueza de *taxa* (S).

THORNE & WILLIAMS (1997) citam que os métodos que consideram a abundância dos grupos não apresentam bons resultados através de índices binários. Ressaltam ainda que o FBI possui desvantagens por considerar a abundância dos grupos, sendo que este valor para os organismos tolerantes sempre é muito expressivo em um conjunto de dados, por outro lado, o BMWP associado ao ASPT, representam melhor as condições qualitativas do local por desconsiderar o número de organismos, mas sim, apenas o nível de tolerância frente a poluição.

Com a aplicação do IBQA, o qual fornece uma uniformização das classificações dos demais índices, agregando ainda, ao seu cálculo, o valor de diversidade dos locais estudados, pode-se verificar a influência das atividades antrópicas sobre a qualidade das águas do Rio Jacutinga, inclusive nas regiões de nascente, onde eram esperados resultados mais satisfatórios.

Estes resultados podem ser explicados pelo estado de conservação destas regiões de nascentes, as quais possuem uma faixa ciliar estreita e circundada por atividades agropecuárias, o que dificulta a atividade desta como zona tampão, impedindo carreamento de substâncias inorgânicas oriundas do solo, favorecendo o aporte de material vegetal, proporcionando assim uma importante fonte de recurso para os invertebrados aquáticos, além de favorecer a constituição de locais com grande diversidade de habitat.

CALLISTO et al. (2001) comentam sobre a importância da diversidade de habitat nos corpos hídricos, pois apresentam relação muito forte com a diversidade de organismos

aquáticos, principalmente os invertebrados bentônicos que possuem grande sensibilidade não apenas à poluição, mas também a mudanças nos habitats.

Os pontos 5 e 8, também caracterizados por estarem localizados em regiões de cabeceiras, não apresentaram boa classificação referente à qualidade das águas, possivelmente por escassez de habitats. O ponto 5 é um tributário de 1ª ordem localizado em área de pastagem, desprovido de vegetação ciliar. O ponto 8, apresenta situação muito crítica. No local, situado em área de pastagem, foi construído um barramento do corpo hídrico para utilização por parte do gado, o que provoca a entrada de material fecal na água, contribuindo para o incremento do conteúdo de matéria orgânica.

Os pontos situados em áreas com influência de atividades agrícolas (2, 4, 6 e 13) apresentaram classificação distinta entre todos os índices nos dois períodos estudados, variando entre águas de qualidade boa e ruim, conforme o índice. Com a aplicação do IBQA os pontos apresentaram classificação “regular”.

O ponto 2 em ambos os períodos estudados apresentou melhor qualidade de água, isto está associado ao fato de apresentar uma riqueza de taxa bem elevada em relação aos demais pontos (>19). Cabe ressaltar que neste ponto, a presença de cultura agrícola encontra-se apenas em uma margem do rio, sendo que na outra margem a vegetação ciliar é densa e com mais de 30 m de extensão, contribuindo para uma proteção do corpo hídrico, além de proporcionar entrada de material alóctone ao corpo hídrico.

Os pontos 4 e 6 apresentam qualidade levemente inferior ao ponto 2, possivelmente pelo aporte de substâncias no ao longo de seu leito. O ponto 13 apresenta a pior qualidade entre os quatro pontos caracterizados por receberem influencia de atividades agrícolas, isto se justifica pelo fato de ser o ponto mais a jusante da bacia.

Os pontos sob influência da urbanização do município de Jacutinga – RS (7, 9, 11 e 12), de maneira geral, apresentaram os piores resultados no período de inverno. Nestes locais, o aporte de esgoto doméstico é intenso, ficando evidente a diminuição da qualidade da água. Este fato, pode ser facilmente observado no ponto 11, onde os resíduos domésticos de boa parte da população do perímetro urbano são lançados diretamente no corpo hídrico, contribuindo para um incremento no grande aporte de resíduos orgânicos, os quais contribuem decisivamente para a diminuição da qualidade das águas, e conseqüente diminuição da diversidade aquática, sendo possível encontrar nestes locais apenas organismos tolerantes a estas condições.

O aporte difuso de nutrientes é o principal responsável pela diminuição da qualidade das águas nos ambientes aquáticos (FIGUEROA et al., 2002), estes nutrientes podem ser oriundos de atividades agrícolas, principalmente, mas podem ser originados de atividades urbanas e industriais, sendo este último, pouco provável no município de Jacutinga, em função da inexistência de indústrias na cidade.

O desmatamento, canalização e aterramentos contribuem com os processos erosivos do solo, sendo acelerados em períodos de fortes chuvas, sendo que a entrada de sedimentos no corpo hídrico pode ocasionar uma diminuição ou até mesmo a exclusão dos organismos bentônicos no local.

Considerações Finais

A utilização de invertebrados aquáticos para verificação da qualidade das águas mostrou ser uma ferramenta de grande importância na avaliação da integridade dos ambientes aquáticos. Os organismos aquáticos refletiram os diferentes graus de conservação na bacia do Rio Jacutinga. As regiões de nascentes e aquelas sobre pressão urbanas apresentaram os piores resultados frente à qualidade das águas. No caso das nascentes, o maior problema encontra-se da falta de vegetação ciliar, enquanto que no perímetro urbano a carga orgânica dos resíduos provoca um desequilíbrio na estrutura da comunidade, provocando a dominância de grupos tolerantes a estas condições. A utilização dos diferentes índices biológicos possibilitaram a realização de um diagnóstico da qualidade de água na bacia, porém apresentaram resultados discrepantes, os quais foram uniformizados pela aplicação do IBQA, o qual demonstrou ser uma boa ferramenta de avaliação e integração das informações fornecidas pelos diferentes índices biológicos.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, F.A.R. & CALLISTO, M. Rapid assessment of water quality and diversity of benthic macroinvertebrate in the upper and middle Paraguay River using the Aqua-Rap approach. **Verh. International Verein. Limnol.** 27: 2688-2692, 2000.
- BRIGANTE, J.; DORNFELD, C.B.; NOVELLI, A. & MORRAYE, M.A. Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu. p. 181-187. In. BRIGANTE, J. & ESPÍNOLA, L.G. **Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Rima, 2003.
- BOFFI, A.V. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico**. São Paulo: HUCITEC, 1979. 181p.
- BOND-BUCKUP, G. & BUCKUP, L. Família Aeglidae. In.: BUCKUP, L. & BUCKUP-BOND, G. (Org.). **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EdUFRGS, 1999. p. 362-382.
- BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F. & NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cadernos de Saúde Pública**. 19(2): 645-473, 2003.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. 6(1): 71-82, 2001.
- CARVALHO, A.L. & CALIL, E.R. Chaves de identificação para famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis Avulsos de Zoologia**. 41(15): 223-241, 2000.
- CASSOL, E. & PIRAN, N. A formação geo-histórica de Erechim. **Perspectiva**. v. 1, n. 1, p. 5-54, 1975.
- CORGOSINHO, P.H.C.; CALIXTO, L.S.F.; FERNANDES, P.L.; GAGLIARDI, L.M. & BALSAMÃO, V.L.P. Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância no bentos ao longo de um efluente do reservatório de Três Marias, MG. **Arquivo do Instituto de Biologia**. 71(2): 227 – 232, 2004.

FERNANDEZ, H.R. & DOMINGUES, E. (ed.). **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos**. Tucumán: UNT, 2001. 282p.

FIGUEROA, R.; VALDOVINOS, C.; ARAYA, E. & PARRA, O. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de calidad de água de rios Del sur de Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**. 76: 275-285, 2003.

FLEITUCH, T.; SOSZKA, H.; KUDELSKA, D. & KOWNACKI, A. Macroinvertebrates as indicators of water quality in rivers: a scientific basis for Polish standard method. **Arch. Hydrobiol.Suppl.** 141(3): 225-239, 2002.

GOULART, M.D.C. & CALLISTO, M. bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**. 2(2): 153-164, 2003.

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 Limnologica Brasiliensia**. 12: 73-87, 2000.

KUHLMANN, M.L.; BRANDIMARTE, A.L.; SHIMIZU, G.Y. & ANAYA, M. Invertebrados bentônicos como indicadores de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos continentais. p. 237-248. In. MAIA, N.B.; MARTOS, H.L. & BARRELLA, W. (org.) **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC, 2001.

LORENZI, C.A. Planejamento energético e ambiental do município de Jacutinga – RS. **Monografia**. PPG em Planejamento Energético-Ambiental. Erechim: URI – Campus de Erechim, 1992. 46p.

MAGURRAN. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croon Helm, 1988. 179p.

MANDAVILLE, S. M. **Benthic Macroinvertebrates in freshwaters – Taxa tolerance values, metrics and protocols**. Nova Scotia: Soil & Conservation Society of Metro Halifax. 2002. 48p.

MARQUES, M.M.G.S.M. & 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**. 8: 113-126, 1997.

MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3ªed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Comp, 1996. 862p.

QUEIROZ, J.F., TRIVINHO-STRIXINO, S. & NASCIMENTO, V.M.C. Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco. **Comunicado Técnico** – Embrapa Meio Ambiente. Nº 3. 2000.

SCARIOT, E.C. & ZANIN, E.M. Diagnóstico Ambiental do município de Jacutinga – RS. **Perspectiva**. 105(29): 33-42, 2005.

THORNE, R.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.

VOELZ, N.J. & MCARTHUR, V. An exploration of factors influencing lotic insect species richness. **Biodiversity and Conservation**. 9: 1543-1570, 2000.

CONCLUSÕES

Na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga a concentração de parâmetros relacionados a eutrofização revela que as águas da bacia são afetadas com o aporte de nutrientes, especialmente nas áreas sob influência agrícola e urbana, sendo este último o responsável pela diminuição da qualidade da água da bacia.

A caracterização limnológica das águas da bacia revela uma variação espaço-temporal nos teores dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados, possivelmente, devido aos diferentes usos e ocupações da terra na área de abrangência da bacia. A contaminação de origem fecal não é constatada na maior parte da bacia, sendo evidente somente em alguns pontos isolados, principalmente aqueles próximos do perímetro urbano.

A diversidade de invertebrados aquáticos apresentou-se indiferente temporalmente, porém houve variações na distribuição e ocorrência dos organismos ao longo da bacia. Estas variações são devidas, às características físico-químicas das águas, mas principalmente pela característica do substrato, pois em alguns locais a diversidade de habitats é baixa, dificultando a ocorrência dos organismos.

A utilização dos organismos bentônicos como bioindicadores de qualidade das águas da bacia em estudo mostrou-se eficiente, pois a relação intrínseca destes organismos com as características limnológicas do corpo hídrico, aliada a necessidade destes organismos por substratos diversos, possibilitaram verificar as variações da estrutura das comunidades em pontos sob diferentes pressões antrópicas.

A utilização de índices biológicos utilizando os invertebrados aquáticos, com a finalidade de avaliação da qualidade da água, mostrou-se eficiente para a Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, porém os resultados fornecidos pelos mesmos apresentaram algumas discrepâncias, devido a natureza matemática dos índices, ou seja, cada um incorpora ao cálculo componentes diferentes da comunidade bentônica (abundância, riqueza de *taxa*, por exemplo). A utilização do IBQA como ferramenta unificadora da informação dos demais índices facilitou a interpretação dos resultados obtidos pela avaliação biológica da qualidade das águas.

De maneira geral, a Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, apresenta-se sob um constante processo de degradação, sendo os principais responsáveis as práticas agrícolas, as quais contribuem para o aporte de nutrientes para a coluna d'água e para a fragmentação

vegetal, principalmente de área de mata ciliar, as quais são raras na maioria do percurso do Rio Jacutinga, e o perímetro urbano, pois a inexistência de sistema de captação e tratamento de esgoto doméstico acarreta no lançamento dos resíduos orgânicos, diretamente no corpo hídrico.

A tomada de medidas de recuperação e conservação tornam-se eminentes e urgentes, ao fato de considerarmos os sérios problemas com escassez de água na Região Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul. A elaboração de diagnósticos e monitoramento em longo prazo, que contemplem os componentes bióticos e abióticos da bacia, são atividades iniciais importantes para a verificação e constatação das fontes poluidoras na bacia, bem como para a elaboração de estratégias conservacionistas. Programas de reflorestamento da mata ciliar tornam-se relevantes, sob o ponto de vista da manutenção da zona tampão do corpo hídrico, principalmente na região onde a prática agrícola é mais intensa (região mais alta da bacia).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, D.S. & ESPÍNOLA, E.V.G. Algumas teorias ecológicas aplicadas a sistemas lóticos. In. BRIGANTE, J. & ESPÍNOLA, E.L.G. **Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, 2003. p.1-14.

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. **Oecologia Brasiliensis**. Vol. V. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1995. p.175-190.

BRIGANTE, J.; DORNFELD, C.B.; NOVELLI, A. & MORRAYE, M.A. Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu. p. 181-187. In. BRIGANTE, J. & ESPÍNOLA, E.L.G. **Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Rima. 2003.

BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G. & FERREIRA, B.D.P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 20, n. 1, p. 115-125, 2003.

BUTZKE, A. Fitossociologia da vegetação do Alto Uruguai: Seleção das espécies arbóreas para o reflorestamento dos municípios da Região. **Tese de Doutorado**. Leon: Universidad de Leon, 1997.

CALLISTO, M., MORETNO, P. & BARBOSA, F.A.R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.

CALLISTO, M. & GONÇALVES Jr., J.F. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**. n. 182, mai., p. 68-71, 2002.

CASSOL, E. & PIRAN, N. A formação geo-histórica de Erechim. **Perspectiva**. v. 1, n. 1, p. 5-54, 1975.

HEINO, J.; MOUTKA, T.; PAAVOLA, R.; HÄMÄLÄINEN, H. & KOSKENNIEMI, E. Correspondence between regional delineations and spatial patterns in macroinvertebrate assemblages of boreal headwater streams. **Journal North American Benthological Society**. v. 21, n. 3, p. 397-413, 2002.

HEPP, L.U. **Ocorrência e distribuição de macroinvertebrados bentônicos no Rio Suzana, Erechim-RS**. 2002. 79f. Monografia. Especialização em Ciências Ambientais. Universidade regional Integrada – Campus de Erechim, Erechim, 2002.

HEPP, L.U.; MOLOZZI, J. & RESTELLO, R.M. Influência de fatores abióticos na distribuição de macroinvertebrados bentônicos no Rio Suzana, Erechim-RS. **Anais do VI Seminário de Integração de Pesquisa e Pós Graduação**. Santiago: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2002. p. 118-125.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Dados Preliminares do Censo Demográfico de 2001. disponível em <http://www.ibge.gov.br> visitado em março de 2005.

KIKUCHI, R.M. & UIEDA, V.S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In.: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, E. (ed.). Ecologia de insetos aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**. Vol. V. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. p. 157-173.

LI, J.; HERLIHY, A.; GERTH, W.; KAUFMANN, P.; GREGORY, S.; URQUHART, S. & LARSEN, D.P. Variability in stream macroinvertebrate at multiple spatial scales. **Freshwater Biology**. V. 46, p. 87-97, 2001.

LORENZI, C.A. Planejamento energético e ambiental do município de Jacutinga – RS. **Monografia**. PPG em Planejamento Energético-Ambiental. Erechim: URI – Campus de Erechim, 1992. 46p.

McCAFFERTY, W.P. **Aquatic entomology**. Toronto: Jones & Bartlett Publishers Canada, 1998. 448p.

MELO, A. S. **Diversidade de macroinvertebrados em riachos**. p. 69-90. In: Métodos de estudos em Biologia da Conservação: manejo da vida silvestre. Organização GULLEN, L. Jr.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. Curitiba: UFPR, 2004.

MOULTON, T.P. & MAGALHÃES, S.A.P. Responses of leaf processing to impacts in streams in Atlantic Rain Florest, Rio de Janeiro, Brazil – A test of the biodiversity - ecosystem functioning relationship? **Brazilian Journal of Biology**. v. 63, n. 1, p. 87-95, 2003.

PRIMACK, R.B. & RODRÍGUEZ, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2002. 327p.

- PRUS, M., BIJOK, P. & PRUS, T. Trophic structure of the benthic invertebrate community in the littoral zone of a mountain cascade system. **Web Ecology**. v. 3, p. 12-19, 2002.
- RAMIREZ, A. & PRINGLE, C.M. Spatial and temporal patterns of invertebrates drift in streams draining a Neotropical landscape. **Freshwater Biology**. v. 46, p. 47-62, 2001.
- RAMPAZZO, S.E. **Reflorestamento em pequenas propriedades rurais: o caso do Alto Uruguai – RS**. Erechim: Edifapes, 2001. 184p.
- RAMPAZZO, S.E. Proposta conceitual de zoneamento ambiental para o município de Erechim – RS. **Tese de Doutorado**. PPG em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos: UFSCar, 2003. 177p.
- SCARIOT, E.C. & ZANIN, E.M. Diagnóstico Ambiental do município de Jacutinga – RS. **Perspectiva**. 105(29): 33-42, 2005.
- SANDIN, L. & JOHNSON, R.K. Ecoregions and benthic macroinvertebrates assemblages of Swedish streams. **Journal North American Benthological Society**. v. 19, n. 3, p. 462-474, 2000.
- STATZNER, B. & HIGLER, B. Questions and comments on the river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 42, p. 1038-1044, 1985.
- STENERT, C., SANTOS, E.M., OLIVA, T.D. & MALTCHIK, L. Diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas na Bacia do Rio dos Sinos, RS, Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**. v. 24, n. 2, p. 157-172, 2002.
- TREVISAN, A.; MALINOWSKI, R.; FRESCHI, M.; RAMBO, K.; GALIANO, D.; KÖNIG, R.; SELIVON, M.; RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. Diversidade de insetos aquáticos do Lajeado Jupirangava, Ponte Preta-RS. **Perspectiva**. v. 28, n. 101, p. 103-110, 2004.
- TUNDISI, J.G. Limnologia e gerenciamento integrado de recursos hídricos. **Ciência & Ambiente**. 21: 9 – 20, 2000.
- VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 37, p. 130-137, 1980.
- WARD, J.V. & VOELZ, N.J. Altitudinal distribution patterns of surfacewater and groundwater faunas. In: BRETSCHKO, G. & HELESIC, J. (eds.) **Advances in River Bottom Ecology**. Leiden: Backhuys Publishers, 1998. p. 135-142.

ANEXOS

Tabela 1. Valores dos íons metálicos (mg.L^{-1}) analisados nos pontos de coleta da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga nos período de verão (V) e inverno (I) de 2004.

Pontos	Ca*		Na		K*		Mg		Fe		Mn*		Cu*		Zn*	
	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
1	2,150	2,567	2,240	1,160	2,836	0,058	1,487	1,493	2,397	0,363	0,079	10,397	0,014	0,011	0,110	0,183
2	3,323	4,553	2,867	1,347	2,836	0,058	2,313	2,840	0,596	0,693	0,051	19,997	0,006	0,021	0,044	0,086
3	5,217	6,427	6,663	2,353	2,836	0,058	3,277	3,727	0,212	0,431	0,024	27,303	0,005	0,023	0,021	0,220
4	3,997	5,510	6,900	5,113	2,357	0,115	2,493	2,353	0,496	0,771	0,026	22,010	0,007	0,030	0,039	0,110
5	4,017	5,810	1,627	2,007	2,357	0,173	3,053	4,010	1,237	2,005	0,405	33,807	0,009	0,019	0,039	0,100
6	4,333	7,703	4,403	2,900	2,836	0,173	2,733	5,857	0,541	1,086	0,036	46,080	0,008	0,017	0,043	0,122
7	6,140	7,750	3,600	2,190	2,836	0,058	3,927	4,840	0,353	0,610	0,037	34,357	0,011	0,016	0,026	0,175
8	4,573	6,310	2,083	1,573	2,357	0,058	3,337	5,043	0,429	0,496	0,042	38,383	0,005	0,024	0,024	0,362
9	4,820	7,070	11,383	2,983	2,836	0,173	2,913	4,047	0,560	1,204	0,033	29,863	0,008	0,019	0,070	0,108
10	7,413	6,077	5,783	1,767	3,315	0,058	4,877	3,453	0,676	0,813	0,072	25,987	0,006	0,016	0,034	0,115
11	6,913	8,637	7,773	5,567	3,794	0,173	4,150	3,777	0,548	1,135	0,062	32,453	0,006	0,019	0,065	0,784
12	4,570	8,230	2,150	1,950	3,315	0,058	3,097	5,633	0,756	0,816	0,056	43,307	0,010	0,021	0,044	0,246
13	5,120	8,790	2,560	18,857	2,357	0,416	3,293	4,690	0,520	0,872	0,056	38,873	0,007	0,045	0,034	0,067

* diferença significativa ao nível de 95% ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores dos parâmetros microbiológicos (UFC.mL⁻¹) analisados nos pontos de coleta da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga nos períodos de verão e inverno de 2004.

Pontos	Bactérias heterotróficas		Coliformes Termotolerantes		Bolores e Leveduras	
	verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno
1	1,22 x 10 ³	3,4 x 10 ²	5,95 x 10 ¹	< 10	< 10	4,5 x 10 ¹
2	2,24 x 10 ³	2,04 x 10 ³	7,0 x 10 ¹	5,5 x 10 ¹	2,4 x 10 ²	3,2 x 10 ¹
3	1,1 x 10 ¹	1,05 x 10 ¹	A	1,3 x 10 ¹	< 10	3,7 x 10 ¹
4	4,3 x 10 ³	2,1 x 10 ²	2,45 x 10 ²	6,5 x 10 ¹	1,5 x 10 ¹	5,0 x 10 ¹
5	3,25 x 10 ²	3,3 x 10 ²	7,5 x 10 ¹	3,5 x 10 ¹	< 10	2,05 x 10 ¹
6	8,25 x 10 ²	3,25 x 10 ²	A	1,86 x 10 ³	1,0 x 10 ¹	1,5 x 10 ¹
7	3,0 x 10 ¹	2,1 x 10 ²	8,0 x 10 ¹	1,6 x 10 ²	1,0 x 10 ¹	4,5 x 10 ¹
8	1,2 x 10 ¹	5,8 x 10 ¹	A	2,5 x 10 ¹	< 10	1,0 x 10 ¹
9	4,42 x 10 ³	5,05 x 10 ²	1,9 x 10 ²	1,86 x 10 ³	6,45 x 10 ¹	1,35 x 10 ²
10	3,74 x 10 ²	6,65 x 10 ²	3,0 x 10 ¹	5,1 x 10 ²	< 10	1,2 x 10 ²
11	3,34 x 10 ⁴	9,59 x 10 ³	1,93 x 10 ⁴	1,26 x 10 ³	9,75 x 10 ¹	1,55 x 10 ²
12	2,36 x 10 ³	3,2 x 10 ²	3,0 x 10 ²	1,7 x 10 ²	< 10	2,5 x 10 ¹
13	3,49 x 10 ⁴	1,25 x 10 ³	8,85 x 10 ²	3,05 x 10 ²	5,0 x 10 ²	5,0 x 10 ¹

A: ausência.

Tabela 3. Densidade (ind./m²) e frequência dos *taxa* de Invertebrados Aquáticos coletados nos treze pontos da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga-RS, no verão de 2004.

	Pontos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Anellida													
Hyrudinea	-	1 (0,16)	-	5 (0,35)	4 (0,31)	7 (0,46)	-	-	-	7 (1,01)	-	-	9 (1,36)
Oligochaeta	5 (1,66)	6 (0,93)	1 (0,27)	5 (0,35)	3 (0,23)	3 (0,20)	1 (0,08)	-	115 (21,26)	7 (1,01)	12 (0,48)	6 (0,50)	11 (1,66)
Mollusca													
Bivalvia	-	-	2 (0,54)	-	10 (0,78)	3 (0,20)	-	3 (1,32)	-	79 (11,38)	-	-	5 (0,75)
Gastropoda	1 (0,33)	15 (2,33)	-	14 (0,97)	1 (0,08)	25 (1,65)	-	-	4 (0,74)	-	-	-	-
Artropoda													
Decapoda													
Aeglidae	1 (0,33)	1 (0,16)	8 (2,16)	3 (0,21)	20 (1,55)	1 (0,07)	4 (0,34)	8 (3,52)	2 (0,37)	17 (2,45)	-	2 (0,17)	3 (0,45)
Insecta													
Collembola													
Hypogastruridae	-	-	1 (0,27)	-	2 (0,16)	5 (0,33)	-	-	-	-	-	-	1 (0,15)
Isotomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poduridae	-	-	2 (0,54)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera													
Elmidae	10 (3,31)	29 (4,25)	27 (7,30)	16 (1,10)	3 (0,23)	34 (2,25)	108 (9,15)	75 (33,04)	31 (5,73)	36 (5,19)	1 (0,04)	37 (3,11)	24 (3,61)
Hidrophillidae	1 (0,33)	-	2 (0,54)	-	-	-	4 (0,34)	-	-	-	-	-	-
Psephenidae	1 (0,33)	7 (1,09)	54 (14,59)	1 (0,07)	1 (0,08)	-	1 (0,08)	3 (1,32)	-	-	-	-	-
Diptera													
Chironomidae	145 (48,01)	273 (42,46)	154 (41,62)	447 (30,85)	423 (32,82)	655 (43,32)	325 (27,54)	100 (44,05)	171 (31,61)	49 (7,06)	1764 (69,89)	443 (37,20)	298 (44,88)
Empididae	3 (0,99)	8 (1,24)	5 (1,35)	3 (0,21)	-	4 (0,26)	3 (0,25)	-	1 (0,18)	-	5 (0,20)	7 (0,59)	1 (0,15)
Simuliidae	124 (41,06)	109 (16,95)	4 (1,08)	467 (32,23)	807 (62,61)	174 (11,51)	246 (20,85)	3 (1,32)	40 (7,39)	149 (21,47)	613 (24,29)	160 (13,43)	64 (9,64)
Tabanidae	-	-	2 (0,54)	-	1 (0,08)	-	-	9 (3,96)	-	1 (0,14)	-	-	-
Tipulidae	2 (0,66)	-	4 (1,08)	-	-	-	1 (0,08)	-	6 (1,11)	-	-	-	3 (0,45)

Tabela 3. Continuação.

Taxa	Pontos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ephemeroptera													
Baetidae	3 (0,99)	49 (7,62)	54 (14,59)	133 (9,18)	11 (0,85)	210 (13,98)	60 (5,08)	-	32 (5,91)	206 (29,68)	32 (1,27)	119 (9,99)	150 (22,59)
Caenidae	-	3 (0,47)	-	7 (0,48)	-	8 (0,53)	26 (2,20)	17 (7,49)	-	2 (0,29)	1 (0,04)	1 (0,08)	1 (0,15)
Leptophlebiidae	2 (0,66)	61 (9,49)	9 (2,43)	139 (9,59)	-	218 (14,42)	48 (4,07)	1 (0,44)	25 (4,62)	87 (12,54)	84 (3,33)	251 (21,07)	39 (5,87)
Trichoritidae	-	4 (0,62)	-	12 (0,83)	-	14 (0,93)	1 (0,08)	-	-	-	-	7 (0,59)	5 (0,75)
Megaloptera													
Corydalidae	-	2 (0,32)	-	4 (0,28)	-	2 (0,13)	-	-	1 (0,18)	-	1 (0,04)	1 (0,08)	-
Odonata													
Coenagrionidae	-	5 (0,78)	16 (4,32)	2 (0,14)	1 (0,08)	5 (0,33)	9 (0,76)	1 (0,44)	-	3 (0,43)	-	-	2 (0,30)
Calopterygidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordulidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphidae	-	-	-	1 (0,07)	-	1 (0,07)	-	-	-	-	-	-	-
Lestidae	-	-	-	-	-	-	9 (0,76)	-	-	-	-	-	-
Libellulidae	-	-	1 (0,27)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera													
Perlidae	-	-	-	-	-	-	2 (0,17)	-	-	-	-	-	-
Trichoptera													
Hidrobiosidae	1 (0,33)	-	3 (0,81)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydroptilidae	-	11 (1,71)	3 (0,81)	99 (6,83)	-	32 (2,12)	6 (0,51)	-	3 (0,55)	1 (0,14)	-	1 (0,08)	1 (0,15)
Hydropsychidae	2 (0,66)	36 (5,60)	11 (2,97)	38 (2,62)	1 (0,08)	63 (4,17)	320 (27,12)	3 (1,32)	88 (16,27)	48 (6,92)	10 (0,40)	104 (8,73)	37 (5,57)
Leptoceridae	-	8 (1,24)	-	-	1 (0,08)	-	3 (0,25)	-	-	-	-	-	-
Philopotamidae	1 (0,33)	15 (2,33)	7 (1,89)	53 (3,66)	-	48 (3,17)	3 (0,25)	4 (1,76)	22 (4,07)	2 (0,29)	1 (0,04)	52 (4,37)	10 (1,51)
Nº de taxa	15	19	21	19	15	20	20	12	14	15	11	14	18
Total de Organismos	302	643	370	1449	1289	1512	1180	227	541	694	2524	1191	664

Tabela 4. Número total e frequência dos *taxa* de Invertebrados Aquáticos coletados nos treze pontos da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Jacutinga-RS, no inverno de 2004.

<i>Taxa</i>	Pontos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Anellida													
Hyrudinea	-	22 (4,53)	-	7 (1,18)	-	-	-	-	7 (1,98)	-	293 (14,72)	24 (2,74)	6 (2,67)
Oligochaeta	2 (0,38)	9 (1,85)	4 (0,50)	11 (1,85)	11 (3,18)	6 (0,44)	50 (12,82)	12 (4,94)	247 (69,97)	17 (0,69)	38 (1,91)	54 (6,24)	6 (2,67)
Mollusca													
Bivalvia	-	4 (0,82)	-	5 (0,84)	78 (22,54)	41 (3,00)	5 (1,28)	40 (16,46)	-	168 (6,84)	-	-	10 (4,44)
Gastropoda	-	16 (3,29)	-	150 (25,25)	-	319 (23,34)	2 (0,51)	-	2 (0,57)	12 (0,49)	290 (14,57)	3 (0,35)	-
Artropoda													
Decapoda													
Eaglideae	15 (2,86)	5 (1,03)	24 (2,99)	1 (0,17)	6 (1,73)	-	6 (1,54)	4 (1,65)	1 (0,28)	3 (0,12)	-	1 (0,12)	8 (3,56)
Insecta													
Collembola													
Hypogastruridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40 (4,62)	3 (1,33)
Isotomidae	-	-	-	-	24 (6,94)	1 (0,07)	4 (1,03)	-	-	11 (0,45)	-	-	-
Poduridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera													
Elmidae	24 (4,57)	21 (4,32)	216 (26,93)	18 (3,03)	-	17 (1,24)	68 (17,44)	49 (20,16)	4 (1,13)	112 (4,56)	-	10 (1,16)	11 (4,89)
Hidrophillidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Psephenidae	-	6 (1,23)	21 (2,62)	1 (0,17)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diptera													
Chironomidae	355 (67,62)	171 (35,19)	441 (54,99)	134 (22,56)	208 (60,12)	507 (37,09)	114 (29,23)	123 (50,62)	52 (14,73)	1445 (58,86)	1369 (68,79)	592 (68,44)	138 (61,33)
Empididae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 (0,16)	-	-	-
Simuliidae	37 (7,05)	69 (14,20)	4 (0,50)	107 (18,01)	19 (5,49)	78 (5,71)	11 (2,82)	-	6 (1,70)	50 (2,04)	-	12 (1,39)	-
Tabanidae	-	-	6 (0,75)	-	-	-	1 (0,26)	12 (4,94)	-	-	-	-	3 (1,33)
Tipulidae	-	-	-	-	-	1 (0,07)	-	2 (0,82)	-	-	-	-	5 (2,22)

Tabela 4. Continuação.

<i>Taxa</i>	Pontos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ephemeroptera													
Baetidae	26 (4,95)	90 (18,52)	4 (0,50)	79 (13,30)	-	200 (14,63)	74 (18,97)	-	-	382 (15,56)	-	108 (12,49)	28 (12,44)
Caenidae	-	8 (1,65)	11 (1,37)	12 (2,02)	-	48 (3,51)	11 (2,82)	-	1 (0,28)	220 (8,96)	-	-	3 (1,33)
Leptophlebiidae	47 (8,95)	14 (2,88)	46 (5,74)	3 (0,51)	-	1 (0,07)	3 (0,77)	-	-	4 (0,16)	-	-	-
Trichoritidae	-	5 (1,03)	-	20 (3,37)	-	11 (0,80)	-	-	-	-	-	-	1 (0,44)
Megaloptera													
Corydalidae	-	2 (0,41)	-	-	-	2 (0,15)	-	-	-	-	-	1 (0,12)	1 (0,44)
Odonata													
Coenagrionidae	1 (0,19)	11 (2,26)	-	4 (0,67)	-	6 (0,44)	22 (5,64)	1 (0,41)	-	16 (0,65)	-	3 (0,35)	-
Calopterygidae	6 (1,14)	2 (0,41)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordulidae	4 (0,76)	7 (1,44)	-	-	-	-	-	-	-	2 (0,08)	-	-	-
Gomphidae	3 (0,57)	3 (0,62)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lestidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Libellulidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera													
Perlidae	-	-	3 (0,37)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichoptera													
Hidrobiosidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydroptilidae	-	2 (0,41)	-	8 (1,35)	-	11 (0,80)	-	-	1 (0,28)	-	-	-	-
Hydropsychidae	1 (0,19)	7 (1,44)	7 (0,87)	16 (2,69)	-	87 (6,36)	19 (4,87)	-	31 (8,78)	9 (0,37)	-	17 (1,97)	2 (0,89)
Leptoceridae	-	2 (0,41)	3 (0,37)	1 (0,17)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Philopotamidae	4 (0,76)	10 (2,06)	12 (1,50)	17 (2,86)	-	31 (2,27)	-	-	1 (0,28)	-	-	-	-
Nº de <i>taxa</i>	13	22	14	18	6	17	14	8	11	15	4	12	14
Total de Organismos	525	486	802	594	346	1367	390	243	353	2455	1990	865	225

Quadro 1. Classificação da Qualidade das Águas de acordo com Índice BMWP modificado por JUNQUEIRA et al. (2000).

Faixa	Qualidade de Água	Valor IBQA
≥ 81	Excelente	4
80 - 60	Boa	3
60 - 41	Regular	2
40 - 26	Ruim	1
≤ 25	Péssima	0

Quadro 2. Classificação da Qualidade das Águas de acordo com Índice ASPT.

Valores de ASPT	Conceito de Qualidade de Água	Valor IBQA
> 6	Água Limpa	3
5,0 – 6,0	Qualidade Duvidosa	2
4,0 – 5,0	Poluição Moderada	1
< 4	Poluição Severa	0

Quadro 3. Classificação da Qualidade das Águas de acordo com Índice FBI.

FBI	Qualidade da Água	Valor IBQA
0,00 – 3,75	Excelente	6
3,76 – 4,25	Muito Boa	5
4,26 – 5,00	Boa	4
5,01 – 5,75	Razoável	3
5,76 – 6,50	Razoavelmente Suja	2
6,51 – 7,25	Suja	1
7,26 – 10,00	Muito Suja	0

Quadro 4. Classificação da qualidade das águas segundo o índice biológico EPT/Chironomidae.

Valor	Classificação	Valor IBQA
> 0,65	Condição de referência (Natural)	3
> 0,55	Mudança mínima na condição de referência (Moderadamente Alterado)	2
> 0,45	Mudança moderada da condição de referência (Alterado)	1
< 0,45	Mudança elevada da condição de referência (Severamente Alterado)	0

Quadro 5. Valores de Tolerância dos Macroinvertebrados Bentônicos de acordo com os Índices Biológicos BMWP (JUNQUEIRA et al., 2000) e FBI (SV: sem valor de tolerância).

Taxa	BMWP (modificado)	FBI
Oligochaeta	1	8
Hyrudinea	3	10
Gastropoda	3	7
Bivalva	SV	8
Aeglidae	SV	6
Hypogastruridae	SV	5
Isotomidae	SV	5
Poduridae	SV	5
Elmidae	5	4
Hidrophillidae	5	5
Psephenidae	8	4
Chironomidae	2	8
Empididae	4	6
Simuliidae	5	6
Tabanidae	3	6
Tipulidae	5	3
Baetidae	5	4
Caenidae	SV	7
Leptophlebiidae	10	2
Trichoritidae	SV	4
Corydalidae	4	0
Coenagrionidae	7	9
Calopterygidae	8	5
Cordulidae	SV	5
Gomphidae	5	1
Lestidae	SV	9
Libellulidae	8	9
Perlidae	8	1
Hidrobiosidae	7	4
Hydroptilidae	7	4
Hydropsychidae	6	4
Leptoceridae	7	4
Philopotamidae	8	3

Quadro 6. Classificação da qualidade das águas segundo o índice biológico IBQA.

Valor	Valor IBQA
> 9,0	Muito Boa
8,0 – 8,9	Boa
5,1 – 7,9	Regular
2,1 – 5,0	Ruim
< 2,0	Péssima

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)