



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Delevati Colpo, Karine; Brasil, Marisa Teresinha; Vielmo Camargo, Bruna
Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de
áreas orizícolas e pelos de origem urbana/industrial
Ciência Rural, vol. 39, núm. 7, outubro, 2009, pp. 2087-2092
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33118928042>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e pelos de origem urbana/industrial

Benthic macroinvertebrates as indicators of environmental impact promoted by rice crop flood and by urban/industrial effluents

Karine Delevati Colpo^I Marisa Teresinha Brasil^{II} Bruna Vielmo Camargo^{III}

RESUMO

Os macroinvertebrados bentônicos têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental. O objetivo deste estudo foi comparar a qualidade da água que sai de uma área com cultivo de arroz irrigado (água de drenagem) com a água de irrigação, oriunda do Rio Gravataí, em um ponto na grande Porto Alegre. Este estudo de monitoramento foi conduzido na Estação Experimental do Arroz, pertencente ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, Rio Grande do Sul (RS), ao longo da safra de 2006/2007. Uma camada de 5cm de solo contendo macroinvertebrados bentônicos foi amostrada, utilizando um Corer (78,54cm²), na fonte de irrigação da lavoura (Rio Gravataí e Canal de Irrigação) e no receptor de seus efluentes (Canal de Drenagem). Além disso, o oxigênio dissolvido (O₂) na água foi registrado em cada ponto. O material foi filtrado em uma peneira com malha de 0,5mm, fixado, triado e identificado. A abundância, riqueza, biodiversidade e equitabilidade foram avaliadas e comparadas entre os pontos amostrados. Tais parâmetros ecológicos demonstraram uma comunidade mais estruturada e complexa no canal de drenagem que no canal de irrigação e no Rio Gravataí, indicando que a qualidade ambiental é melhor no ponto que recebe a água que passa pela lavoura que nos pontos de entrada da água. Portanto, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos neste estudo sugere que os efluentes produzidos pelas cidades e indústrias, como os presentes na bacia hidrográfica do Rio Gravataí, em especial da Grande Porto Alegre, são mais agressivos aos ambientes aquáticos que os efluentes drenados de uma lavoura manejada de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.

Palavras-chave: *lavoura de arroz, urbanização, impacto ambiental, biomonitoramento, macroinvertebrados bentônicos.*

ABSTRACT

The macroinvertebrates have been used as indicators of environmental quality. The objective of this study was to compare the quality of water which drains from the rice flooded crop (drainage water) with the irrigation water, sourced from Gravataí River, near the Porto Alegre City, using benthonic macroinvertebrate community as bioindicator. This study was carried out at the Rice Experiment Station of IRGA, in Cachoeirinha (RS), during the 2006/2007 harvest. A layer of 5cm soil, containing benthonic macroinvertebrate was sampled, using a Corer (78,54cm²), at the irrigation source (Gravataí River and Irrigation Channel) and at the effluents receptor (Drainage Channel). Oxygen dissolved (O₂) in water also was registered in each point. The sampled material was filtered in a mesh sieve with f 0.5mm and fixed. The macroinvertebrates were identified and the ecologic parameters as abundance, richness, diversity and evenness were evaluated and compared among the sample points. Such ecologic parameters showed a more complex and structured community at the drainage channel, than at irrigation channel, and at Gravataí River, indicating that the environmental features is better in the point which received the water that pass through the crop, than at the irrigation points. Therefore, the benthic macroinvertebrate community in this study suggests that effects generated by cities and industries of Porto Alegre region are more aggressive to aquatic environments than that promoted by rice crop managed according to the technical guidelines.

Key words: *rice flooded crop, urbanization, environmental impact, bio-monitoring, benthic macroinvertebrates.*

INTRODUÇÃO

A oricultura irrigada do Rio Grande do Sul vem desempenhando um forte papel na produção

^IDepartamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Campus de Santiago. Av. Batista Bonoto Sobrinho, 97700-000, Santiago, RS, Brasil. E-mail: kacolpo@gmail.com. Autor para correspondência.

^{II}Curso de Ciências Biológicas, URI, Campus de Santiago, Santiago, RS, Brasil.

^{III}Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

nacional de grãos. Estimativas feitas pela CONAB (2008), na safra de 2006/07, mostram que a área cultivada de arroz ficou em torno de três milhões de hectares. Apenas no Estado do Rio Grande do Sul (RS) foram cultivadas em torno de um milhão de hectares, ou seja, esse Estado corresponde por aproximadamente 40% da área cultivada com arroz no Brasil. No entanto, essa elevada produtividade também é responsável pelo aumento na demanda de aplicação de agrotóxicos (MOLOZZI et al., 2006), os quais, devido ao sistema de produção no RS, que utiliza irrigação por inundação, podem vir a contaminar os mananciais hídricos (MARCHEZAN et al., 2007).

A contaminação de mananciais por agrotóxicos está entre os pontos de alerta, uma vez que os métodos usuais de tratamento de água podem não ser capazes de remover esses produtos (BARBOSA, 2004; FARIA et al., 2007). Peixes e invertebrados aquáticos, que são sensíveis às variações dos parâmetros ambientais, estão sendo utilizados como modelos para testes de poluentes (BARBIERI et al., 1998). Dentre os diversos indicadores biológicos, os macroinvertebrados bentônicos vêm sendo amplamente utilizados para avaliar toxicidade e bioacumulação de agrotóxicos (BONZINI et al. 2008).

O termo macroinvertebrado se refere à fauna de invertebrados que fica retida em uma malha 0,5mm, sendo ela constituída por diversos táxons, tais como Arthropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda e Platyhelminthes, dentre outros. A maioria dessas espécies está associada a habitats de fundo dos corpos d'água e por isso é denominada de bentônica (do grego: *benthos* = fundo) (CALLISTO et al., 2001; MÄENPÄÄ et al., 2003). Utilizar respostas biológicas como indicadores de degradação ambiental pode ser mais vantajoso que usar medidas físicas e químicas da água, pois estas registram apenas o momento em que foram coletadas, como uma fotografia do rio (METCALFE, 1989). Já o grande número de espécies de macroinvertebrados, o comportamento sedentário, o tamanho de seus ciclos de vida e a sensibilidade de resposta a diferentes tipos e níveis de perturbações, torna-os um promissor bioindicador da qualidade da água (RIBEIRO & UIEDA, 2005).

Portanto, este estudo, que utilizou a comunidade de macroinvertebrados bentônicos como ferramenta indicadora da qualidade de ambientes aquáticos, visou a comparar a água que drena de uma lavoura de arroz irrigado com a água de suas fontes de irrigação, que são oriundas do Rio Gravataí, o qual recebe significativa descarga orgânica urbana/industrial da grande Porto Alegre.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do Rio Gravataí apresenta, em seu curso superior, predominância de atividades agropecuárias e, em seu trecho inferior, o uso urbano e industrial. A população urbana e o parque industrial têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, e tal crescimento tem como consequência o aumento da carga poluidora (SALOMONI, 2004).

Este estudo foi realizado na Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), situada à margem direita do curso inferior do Rio Gravataí, a aproximadamente 3km do centro de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul (RS). Nesse ponto, a água do Rio é rica em macronutrientes (MACEDO et al., 2007) decorrentes das descargas orgânicas das cidades e indústrias dessa região da grande Porto Alegre. Na Estação Experimental do Arroz, a água do Rio Gravataí é recalcada para um canal de irrigação principal e posteriormente difundida aos experimentos por meio de canais secundários. A água excedente e os efluentes dos ensaios escoam para um canal de drenagem principal, dentro do campo experimental da EEA.

Ao longo da safra orizícola 2006/07, seis amostragens, com intervalos de aproximadamente 20 dias, foram realizadas no Rio Gravataí (RG), próximo ao ponto de captação de água da EEA, no canal de irrigação principal (CI) e no canal de drenagem principal (CD). Nas referidas áreas amostrais, a profundidade dos leitos variou entre 0,4 e 1,0m, sendo o substrato tipicamente areno-lodoso nos três pontos. Colunas de 5cm do sedimento foram coletadas em cada local por meio de um amostrador do tipo Corer (cilindro de PVC, com 35cm de altura e 10cm de diâmetro = 78,54cm²). As porções de substrato foram acondicionadas individualmente em frascos devidamente identificados. Em cada ponto amostral, três réplicas aleatórias foram obtidas em cada dia, totalizando, ao final, 18 amostras para cada ponto. Em seguida, uma lavagem das porções de sedimento amostradas foi executada utilizando uma peneira de malha 0,5mm. Posteriormente, o material retido na peneira foi fixado em álcool 70% e corado com Rosa de Bengala (12mg L⁻¹). Em cada ponto e dia de amostragem, antes da coleta do material biológico, foram registradas três réplicas dos valores de oxigênio dissolvido na água (mg O₂ L⁻¹).

Os organismos foram triados do material retido na peneira e identificados sob estereomicroscópio, usando chaves de identificação apropriadas (PÉREZ, 1988; FERNÁNDEZ & DOMINGUEZ, 2001; COSTA et al., 2006), e posteriormente contabilizados. A abundância de

organismos, riqueza de táxons, diversidade biológica (Índice de Shannon-Wiener) e equitabilidade (Índice de Pielou) foram os parâmetros ecológicos avaliadores da estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em cada ponto amostral (BROWER & ZAR, 1984). A abundância de organismos encontrada nos 78,54cm² foi convertida para 0,1m².

Os dados de estrutura da comunidade e os parâmetros ambientais foram checados quanto à normalidade de sua distribuição (Teste Shapiro-Wilk) e igualdade das variâncias (teste de Levene). Dados normais e homocedásticos foram comparados por meio de uma Análise de Variância (ANOVA) e posteriormente submetidos ao teste Tukey. Já os conjuntos de dados que não atenderam a tais premissas foram comparados pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Nesse caso, o teste para comparação múltipla foi o Student-Newman-Kewls (ZAR, 1999). Além disso, o teste de Correlação de Spearman foi utilizado para detectar correlações entre a estrutura da comunidade biológica e os teores de oxigênio dissolvidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compreender como as comunidades de macroinvertebrados bentônicos se organizam e se estruturam auxilia na avaliação das propriedades das águas e fornece uma estimativa das implicações ecológicas promovidas pelas fontes de poluição (CALLISTO et al., 2001). Neste estudo, foram detectadas diferenças significativas na composição das comunidades biológicas habitantes de fundo do Rio Gravataí, do canal de irrigação e do canal de drenagem das imediações da Estação Experimental do Arroz do IRGA.

Com relação aos organismos bentônicos encontrados nas amostras, Oligochaeta foi o único táxon de macroinvertebrados encontrado em abundância no Rio Gravataí. No canal de irrigação, esses anelídeos também foram abundantes, juntamente com Chironomidae (Diptera). Já no canal de drenagem, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi constituída por Oligochaeta, Hirudinea, Nematoda, Sphaeriidae, Planorbidae e alguns Chironomidae (Tabela 1).

Os teores médios de O₂ dissolvido na água do Rio Gravataí foram mais baixos (0,40mg O₂.L⁻¹; ± 0,10) que no canal de irrigação (1,47mg O₂.L⁻¹; ± 0,29) e no canal de drenagem (2,54mg O₂.L⁻¹; ± 0,49) (ANOVA; P=0,007). Em áreas intensamente urbanizadas, rios e córregos recebem consideráveis cargas de esgoto doméstico e efluentes industriais, que aceleram o processo de eutrofização, o que implica, especialmente,

redução de O₂ disponível na água, afetando a comunidade biológica (MORENO & CALLISTO, 2005). A FEPAM conduz o monitoramento da qualidade da água do Rio Gravataí há vários anos e relata que suas propriedades hídricas vêm se deteriorando ao longo do rio e do tempo (FEPAM, 2008). Apenas a Classe Oligochaeta, que é um grupo frequentemente associado com evidência de poluição orgânica (HOWNMILLER & BEETON, 1971; CALLISTO, 2004), foi encontrada em abundância no Rio Gravataí. Algumas espécies de Oligochaeta são capazes de tolerar baixas concentrações de oxigênio e muitas suportam a ausência completa de oxigênio por extensos períodos (PENNAK, 1953).

A abundância de organismos, riqueza de táxons, diversidade biológica e equitabilidade foram os parâmetros ecológicos utilizados para avaliar a comunidade estudada. No Rio Gravataí, tais valores foram baixos, o que indica uma comunidade fracamente estruturada, refletindo a má qualidade da água do rio (Figura 1). AYRES-PEREZ et al. (2006) registraram, para rios da região central do Rio Grande do Sul, que também abastecem o setor orizícola, uma riqueza de 61 táxons, incluindo famílias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (Insecta) e a família Aeglidae (Crustacea: Decapoda), grupos geralmente associados com boa qualidade de água. Esses rios centrais, no entanto, não estão próximos a grandes cidades e sofrem poucos efeitos da urbanização e industrialização.

O bombeamento de água do Rio Gravataí para o canal de irrigação principal da EEA injeta oxigênio na água. Nesse canal, os parâmetros ecológicos mostraram taxas superiores que as taxas do rio. O aumento de O₂ dissolvido na água do canal de irrigação, provavelmente, seja responsável pelo sutil incremento da complexidade da comunidade bentônica amostrada nesse ponto (Figura 1). Segundo ROCHA (1999), o oxigênio dissolvido é um fator que pode influenciar fortemente a distribuição da fauna bentônica.

Desse canal de irrigação principal, a água flui por desnível para suprir os quadros experimentais. Uma lâmina de água de aproximadamente 10cm é constantemente mantida na lavoura. Segundo as recomendações técnicas da SOSBAI (2004) e de MENEZES et al. (2004), a água de irrigação não precisa ser drenada dos quadros de cultivo, reduzindo a quantidade de água utilizada na lavoura e minimizando os riscos de contaminação ambiental. No entanto, sabe-se que, para seguir essa recomendação, é fundamental destinar grande atenção sobre o sistema de entaipamento, o que é especialmente difícil, sobretudo em grandes áreas de plantio. Além disso, chuvas intensas em determinados estádios da cultura podem

Tabela 1 - Número de organismos bentônicos (abundância) por 0,1 metro quadrado com respectivos níveis taxonômicos encontrados em cada local de coleta.

Grupos taxonômicos	Abundância em 0,1m ²		
	Rio Gravataí	Canal de Irrigação	Canal de Drenagem
Nematoda	-	4,24 (2,9) ¹	116,71 (30,1)
Trematoda	-	-	0,71 (0,7)
Rotifera	-	-	1,42 (1,4)
Annelida			
Oligochaeta	36,78 (19,3)	205,83 (46,2)	762 (128,4)
Hirudinea	2,12 (1,5)	0,71 (0,7)	281 (154)
Mollusca			
Bivalve			
Sphaeriida	-	-	552,4 (114,3)
Gastropoda			
Hydrobiidae	-	-	5,66 (2,6)
Planorbidae			
<i>Biomphalaria</i> sp.	1,42(0,9)	-	39,61 (12,2)
Limnaidae	-	-	0,71 (0,7)
Physidae	-	-	0,71 (0,7)
Arthropoda			
Insecta			
Diptera			
Chironomidae	-	120,96 (46,2)	22,64 (8,2)
Odonata			
Anisoptera	0,71 (0,7)	0,71 (0,7)	0,71 (0,7)
Coleoptera			
Curculionidae	-	-	1,42 (1,4)
Crustacea			
Copepoda	-	-	0,71 (0,7)
Ostracoda	-	-	1,42 (1,4)
Cladocera	-	1,41 (1,4)	2,83 (1,6)

¹Valores representam a média das seis amostras obtidas ao longo da safra 2006/2007, e valores entre parêntesis representam erro padrão da média.

requerer a drenagem da área. Portanto, o escape de água da lavoura é uma realidade. Na EEA, todos os efluentes dos quadros experimentais deságuam em um único canal de drenagem, no qual todos os resíduos de agroquímicos supostamente se depositariam e contaminariam água e solo, acarretando prejuízos à fauna local. No entanto, maior abundância, riqueza e diversidade biológica foram características da comunidade bentônica habitante do canal de drenagem, que também apresentou diversos táxons com abundâncias relativas similares (equitabilidade) (Figura 1). O estabelecimento de uma comunidade mais bem estruturada no canal que recebe a água que passa pela lavoura sugere que a qualidade ambiental nesse ponto é superior à qualidade no canal de irrigação e no Rio Gravataí.

O teste de Spearman indicou que a abundância de organismos correlaciona-se

positivamente com os teores de O₂ dissolvido na água ($r=0,46$; $P<0,001$), assim como a riqueza de táxons ($r=0,43$; $P<0,001$). Esses resultados reforçam que maiores teores de O₂ dissolvidos na água favorecem o estabelecimento de organismos bentônicos. Portanto, este estudo indica que a excessiva descarga orgânica urbano-industrial no Rio Gravataí provavelmente causa a depleção de oxigênio na água, impossibilitando que uma comunidade biológica mais rica e diversa se estabeleça nesse ponto.

Além disso, a lavoura de arroz irrigado atua como meio de depósito residual dos ambientes aquáticos. A água do Rio Gravataí apresenta elevados teores de Nitrogênio e Potássio (MACEDO et al. 2007), provavelmente oriundos da poluição orgânica. Essa água, quando usada na irrigação orizícola, pode nutrir as plantas de arroz que absorvem tais nutrientes (N e K) durante seu desenvolvimento, contribuindo para a

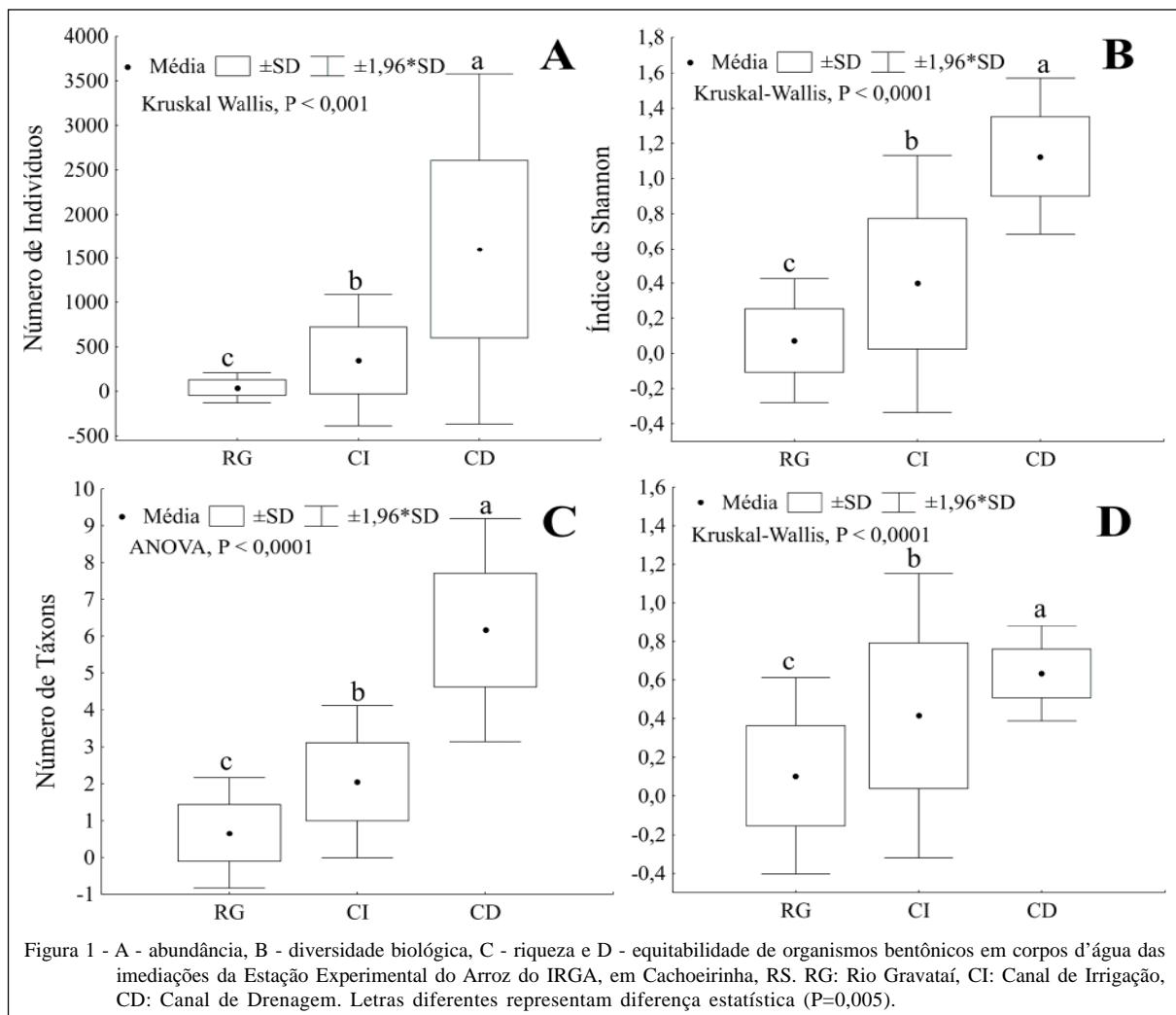


Figura 1 - A - abundância, B - diversidade biológica, C - riqueza e D - equitabilidade de organismos bentônicos em corpos d'água das imediações da Estação Experimental do Arroz do IRGA, em Cachoeirinha, RS. RG: Rio Gravataí, CI: Canal de Irrigação, CD: Canal de Drenagem. Letras diferentes representam diferença estatística ($P=0,005$).

redução da condição de eutrofização da água da lavoura. MACEDO & CHAVES (2006) e MACEDO et al. (2007) constataram, por meio de análises físico-químicas da água, que a lavoura de arroz irrigado, quando bem manejada, atua como bioacumuladora, filtrando e melhorando a qualidade do recurso hídrico que passa por ela. O monitoramento biológico realizado neste estudo comprova e reforça os resultados encontrados por tais autores. A água que sai dos quadros de cultivo de arroz da EEA possui mais oxigênio dissolvido, favorecendo, assim, o estabelecimento de macroinvertebrados e outros organismos, que garantem a ciclagem de nutrientes e o equilíbrio biótico dos sistemas aquáticos.

CONCLUSÕES

A estrutura das comunidades avaliadas neste experimento sugere que os impactos causados

pelos centros urbanos/industriais são mais agressivos aos ambientes aquáticos que os gerados pela atividade orizícola.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Rio Grandense do Arroz, a seus pesquisadores e funcionários, que disponibilizaram estrutura, logística e apoio para que as amostragens fossem realizadas. Agradecemos também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), que concedeu uma bolsa de Iniciação Científica (processo nº 07501122).

REFERÊNCIAS

AYRES-PERES, L. et al. Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brasil. *Biota Neotropica*, v.6, n.3, 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn02106032006>>. Acesso em: novembro, 2008. doi: 10.1590/S1676-06032006000300006.

BARBIERI, E. et al. Efeito do DSS, Dodecil Sulfato de Sódio, no metabolismo e na capacidade de natação de *Cyprinus carpio*. **Revista Brasileira de Biologia**, v.58, n.2, p.263-271, 1998.

BARBOSA, L.C.A. **Os pesticidas, o homem e o meio ambiente**. Viçosa: UFV, 2004. 215p.

BONZINI, S. et al Effects of river pollution on the colonization of artificial substrates by macrozoobenthos. **Aquatic Toxicology**, v.89, p.1-10, 2008.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: Wm. C. Brown, 1984. 222p.

CALLISTO, M. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2004. Cap.1, p.1-12.

CALLISTO, M. et al Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.6, p.71-82, 2001.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Estimativa de safras: 2006/2007**. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: junho, 2008.

COSTA, C. et al **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 249p.

FARIA, M.F. et al The use of larvae to assess effects of pesticides from rice fields in adjacent freshwater ecosystems. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.67, p. 218-226, 2007.

FERNÁNDEZ, H.R.; DOMÍNGUEZ, E. **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Argentina: Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. Universidad Nacional de Tucumán, 2001. 282p.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler (FEPAM). 2008. **Qualidade ambiental. Qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Gravataí**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/gravatai.asp>>. Acesso em maio, 2008.

HOWNMILLER, R.P.; BEETON, A.M. Biological evaluation of environmental quality, Green Bay, Lake Michigan. **Journal - Water Pollution Control Federation**, v.43, p.123-132, 1971.

MENEZES, V.G. et al. **Manual do projeto 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz do RS**. Porto Alegre: INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ, 2004. 32p.

MACEDO, V.R.M. et al. Monitoramento da água do Rio Gravataí usada na irrigação na Estação Experimental do Arroz em Cachoeirinha, RS. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ**

IRRIGADO

IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2007. V.2, p.388-390.

MACEDO, V.R.M.; CHAVES A.P.L. Qualidade da água e racionalização do uso na lavoura de arroz irrigado no RS. **Lavoura arrozeira**, v.439, n.54, p.27-38, 2006.

MÄENPÄÄ, K.A. et al. Bioaccumulation and toxicity of sediment associated herbicides (ioxynil, pendimethalin and bentazone) in *Lumbriculus variegatus* (Oligochaeta) and *Chironomus riparius* (Insecta). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.56, p.398-410, 2003.

MARCHEZAN, E., et al. Rice herbicide monitoring in two Brazilian rivers during the rice growing season. **Scientia Agricola**, v.64, n.2, p.131-137, 2007.

METCALFE, J.L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v.60, p.101-139, 1989.

MOLOZZI, J. et al. Qualidade da água em diferentes estágios de desenvolvimento do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1393-1398, 2006.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Indicadores ecológicos e a vida na lama. **Ciência Hoje**, v.213 p.68-71, 2005.

PENNAK, R.W. **Freshwater invertebrates of the United States**. New York: Ronald, 1953. 769p.

PÉREZ, G. R. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos**. Colombia: Departamento de Antioquia. Centro de Investigaciones, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Antioquia, 1988. 217p.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, n.3, p.613-618, 2005.

ROCHA, S.M. **Macroinvertebrados Bentônicos como indicadores de poluição na Represa do Guarapiranga - SP**. São Paulo. 1999. 178f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública - USP, São Paulo, SP.

Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI), Comissão Técnica do Arroz (CTAR).. **Sugestões para a produção de arroz irrigado com baixo impacto ambiental**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de Pesquisa; Santa Maria: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado - SOSBAI, 2004. 16p. (Boletim Técnico).

SOLOMONI, S.E. **Diatomáceas epilíticas indicadoras da qualidade da água na Bacia do Rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2004. 230f. Tese (Doutorado em ecologia e recursos naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Paulo, SP.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall, 1999. 666p.