

Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos associados a macrófitas em um rio lótico neotropical, no Sudeste do Brasil

Structure of a benthic macroinvertebrates community associated to macrophytes in a lotic neotropical river, Southeastern the Brazil

Rodrigo Pratte-Santos^{1,*}, Vilma R Terra², Romildo R Azevedo Jr³, Fabricio S de Sá³, Wallace P Kiffer Jr³

1-Faculdade Pio XII, Rua Bolivar de Abreu, CEP 29146-330, Cariacica ES, Brasil, 2-Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, CEP 36880-000, Colatina, ES, Brazil.; 3-Centro Universitário Vila Velha - UVV, CEP 29102-770, Vila Velha ES, Brasil.

*Autor para correspondência: rodrigopratte@hotmail.com.

Resumo Os macroinvertebrados bentônicos têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental. O objetivo deste trabalho foi analisar a composição, riqueza específica e abundância de macroinvertebrados bentônicos em trecho do rio Jucu, como ferramenta de avaliação da qualidade da água. A riqueza foi relativamente baixa comparada a outros estudos em ambientes lóticos brasileiros. O menor índice de diversidade foi encontrado no ponto 5, com a dominância de uma só família, Chironomidae. Além disso, as intervenções antrópicas e o uso inapropriado do solo, na área de entorno do rio, contribuíram para modificar as características físico-químicas e a biota. No ponto 5, o rio Jucu está perdendo suas características de ambiente lótico, em função da presença de macrófitas, em consequência do lançamento de esgoto e da ausência da mata ciliar.

Palavras-chave: conservação, monitoramento ambiental, poluição, qualidade da água, macroinvertebrados bentônicos.

Abstract Benthic macroinvertebrates have been being widely used as bioindicators of environmental quality. The aim of this work was to analyze the composition, specific wealth and benthic macroinvertebrates abundance in Jucu river and use them as evaluation tool of water quality. The wealth was relatively low, compared to other studies in brazilian lotic environments. The minor diversity index was found in the point 5, with the dominance of one only family, Chironomidae with several individuals. Moreover, the antropic interventions and the improper soil use, in area around the river, has contributed to modify physical-chemistry characteristic and the taxons present in this portion of the river. In the point 5, the Jucu river is losing lotic environment characteristics, great presence of macrophytes is observed, in consequence of the sewage and ciliary woods absence.

Keywords: conservation, environmental monitoring, pollution, water quality.

Introdução

A degradação dos recursos naturais e a contaminação da água por fertilizantes, esgoto doméstico sem tratamento, crescimento da atividade agropecuária e a perda de sedimentos por meio do escoamento superficial têm afetado a qualidade da água, com graves consequências para o ambiente e a saúde pública (Marchesan *et al.* 2007, Sondergaard e Jeppesen 2007, Withers e Jarvie 2008). As consequências desses fatores são o carreamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o curso d'água, que estão diretamente relacionados com relevo, tipos de solos, climas e usos e ocupação dos solos. Dentre esses fatores, a cobertura do solo tem influência decisiva nas perdas de água e solo, por causar o assoreamento que, além de modificar ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora, provoca o decréscimo da velocidade da água, resultando também na redução da disponibilidade hídrica (Moss 2007, Vanzela *et al.* 2010).

As alterações na qualidade da água resultam numa redução elevada da biodiversidade aquática, portanto, o uso de bioindicadores permite uma avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição (Dodds *et al.* 1998; Callisto *et al.* 2001). Além disso, os bioindicadores complementam as informações sobre a qualidade das águas, especialmente para a avaliação de impactos ambientais decorrentes de descargas pontuais de esgotos domésticos e efluentes industriais.

Os organismos aquáticos, principalmente os invertebrados, são os que melhor respondem às mudanças das condições ambientais. Ambientes muito impactados apresentam redução de espécies,

podendo avaliar a saúde do ecossistema (Metcalfé 1989; Barbiéri *et al.* 1998; Piedras *et al.* 2006). Esses organismos constituem o grupo mais amplamente utilizado para a avaliação de qualidade de água, pela facilidade de amostragem e identificação e por ocorrerem em todos os ambientes aquáticos, além de apresentarem ciclos de vida relativamente longos (Ribeiro e Uieda 2005). As informações disponíveis sobre os macroinvertebrados como indicadores de poluição e tolerância a fatores químicos e físicos funcionam como uma ferramenta suplementar para uma rápida avaliação das condições da qualidade da água, juntamente com outros parâmetros (Bonzini *et al.* 2008, Flynn *et al.* 2010), como os físico-químicos. Além disso, fornecem subsídios para a conservação, o manejo e a recuperação dos ecossistemas aquáticos, através das respostas biológicas para avaliar as mudanças ambientais (Prantera e Bussons 2009).

O objetivo do presente estudo foi investigar a distribuição espacial da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um trecho da bacia do rio Jucu. A bacia deste rio, em conjunto com a do rio Santa Maria da Vitória, é responsável pelo abastecimento hídrico da região da Grande Vitória, que abriga 50% da população do Estado, incluindo o seu mais expressivo complexo industrial e comercial (IEMA 2010).

Métodos

A bacia hidrográfica do rio Jucu (Figura 1) possui uma área de drenagem de aproximadamente 2.032 km², com cotas altimétricas variando entre 0 a 1.800 m e perímetro de 340 km. Por tradição, considera-se que o rio Jucu nasce da junção dos rios Jucu braço Sul e Jucu braço Norte. Seu curso se desenvolve numa extensão aproximada de 166 km até desaguar na praia da Barra do Jucu, próximo à localidade de mesmo nome, no município de Vila Velha. De sua extensão total, 123 km correspondem ao trecho conhecido como Braço Norte. Os 43 km restantes correspondem ao trecho do rio Jucu desde a confluência dos Braços Norte e Sul até a foz (IEMA, 2010).

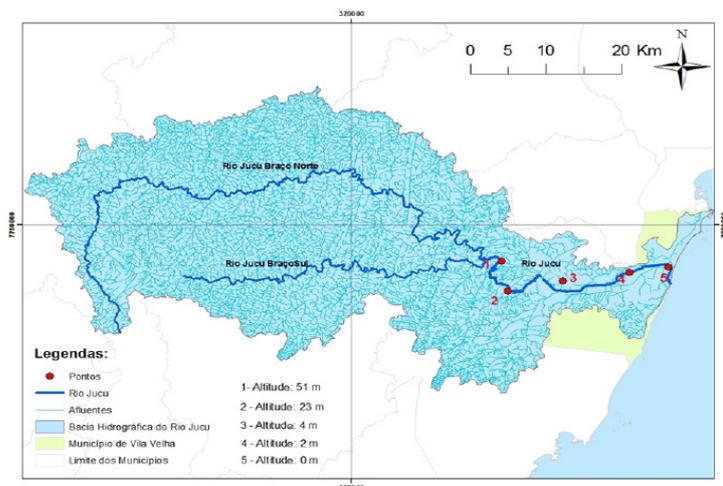


Figura 1 Bacia hidrográfica do rio Jucu com os respectivos pontos de coleta de água, sedimento e macroinvertebrados bentônicos, Espírito Santo, Brasil.

As metodologias para análise dos parâmetros de qualidade da água estão relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1 Análises químicas e microbiológicas e seus respectivos métodos analíticos e de preservação.

Variável	Método Analítico	Referência
pH	Potenciométrico	Apha (2005)
Temperatura	Leitura direta	---
Condutividade	Eletrométrico	Apha (2005)

As amostras de zoobentos foram obtidas em cinco pontos de coleta e em 6 campanhas distribuídas trimestralmente (28/07/2008 a 07/12/2009). As coletas foram realizadas em macrófitas presentes na coluna d'água que foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e colocadas em caixas apropriadas para transporte e triagem em laboratório. Anteriormente à triagem, as amostras obtidas de sedimento foram lavadas, utilizando-se peneira com abertura de malha de 0,25 mm. Após a macrófita ser lavada, passou por triagem macroscópica para separação dos zoobentos dos outros materiais orgânicos. A seguir, os organismos coletados foram identificados, com auxílio de estereomicroscópio, ao menor nível taxonômico possível, com o uso de chaves especializadas, sendo posteriormente fixados em álcool a 70%.

A comunidade bentônica foi estudada quanto à abundância (número de indivíduos), diversidade (Shannon-Weaver), equitabilidade (J') e dominância de Simpson, além da riqueza de espécies (S) (Clarke e Warwick 1994), em cada ponto de coleta. Todos esses procedimentos foram realizados a partir das rotinas do programa PRIMER 5.0 for Windows, sendo posteriormente calculados média e desvio padrão com o Statistica 7.0. Para averiguar diferenças entre os tratamentos, utilizou-se Análise de Variância (ANOVA) e nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

De acordo com a Tabela 2, os pontos 1, 2, 3 e 4 obtiveram valores próximos a 7,0, enquanto o ponto 5 obteve um pH mais ácido (6,3). Os valores médios da temperatura da água variaram entre 22,4 a 23,9 °C, no ponto 1 e no ponto 5, respectivamente. Já para a variável condutividade elétrica da água, os maiores valores médios foram observados no ponto 5 (67,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$), enquanto os menores foram no ponto 1 (43,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$).

Mediante o propósito deste estudo, a compreensão de como as comunidades de macroinvertebrados bentônicos está organizada e se estrutura auxilia na avaliação das propriedades das águas e fornece uma estimativa das implicações ecológicas promovidas pelas fontes de poluição (Callisto *et al.* 2001). A abundância de organismos, riqueza de táxons, diversidade biológica e equitabilidade foram os parâmetros ecológicos utilizados para avaliar a comunidade estudada.

Tabela 2 Valores dos parâmetros físicos e químicos da água (média ± desvio padrão) do rio Jucu analisados durante o período de coleta.

Ponto de coleta	pH	Condutividade ($\mu S\ cm^{-1}$)	Temperatura ($^{\circ}C$)
1	7,2 ± 0,5	43,9 ± 24,2	22,4 ± 2,7
2	7,0 ± 0,2	45,2 ± 24,1	23,7 ± 3,8
3	6,8 ± 0,4	58,0 ± 30,5	23,0 ± 2,7
4	6,7 ± 0,5	48,1 ± 8,0	23,0 ± 3,3
5	6,3 ± 0,2	67,5 ± 25,7	23,9 ± 2,5

No rio Jucu, tais valores foram baixos, o que indica uma comunidade fracamente estruturada, refletindo a má qualidade da água do rio (Colpo *et al.* 2009). Ayres-Perez e colaboradores (2006) registraram em rios lóticos, distantes de grandes cidades, 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.

Durante o período amostrado, foram obtidos 2155 indivíduos, representados por 4 classes, 13 ordens e 33 famílias (Tabela 3). A comunidade bentônica foi mais abundante no ponto 5, porém com a menor riqueza. Já o ponto que obteve maior riqueza foi o ponto 1. A diversidade média do rio Jucu nos pontos estudados foi de 1,75. Chironomidae foi o táxon numericamente predominante em todos os pontos. Segundo Vanzela *et al.* (2010), a família Chironomidae quase sempre apresenta-se como dominante, tanto em ambientes lóticos como lênticos, devido à sua tolerância a situações extremas como hipóxia e à sua grande capacidade competitiva (Ribeiro e Uieda 2005).

Sabe-se que a diversidade e a riqueza de grupos animais da zona litoral (ambientes lênticos) são frequentemente elevadas, devido, principalmente, à presença de macrófitas aquáticas nas margens (Peiró e Alves 2006). No presente estudo, foram observados bancos de macrófitas em todos os ambientes, mesmo que adjacentes às margens dos rios, e, em poucas ocasiões, até flutuantes. O ponto 5, mais diretamente impactado pelas ações antrópicas, mostrou-se inferior aos outros pontos em relação à sua riqueza, diversidade e equitabilidade. Neste ponto, foram amostrados 15 táxons, enquanto, no ponto de maior riqueza, obtiveram-se 28. Apenas o ponto 5 do rio Jucu apresentou elevada abundância da classe Oligochaeta, que é um grupo frequentemente associado à evidência de poluição orgânica (Hownmiller e Beeton 1971, Callisto 2004). 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). O ponto 5 também apresentou dominância da família Chironomidae, que representou 63% dos organismos encontrados. Indivíduos desta família são considerados excelentes bioindicadores por conseguirem sobreviver em ambientes com alta taxa de matéria orgânica e com pouco oxigênio dissolvido. As larvas de Chironomidae podem ser as únicas encontradas em locais tão antropizados (Beyene *et al.* 2009).

No ponto 3, o leito do riacho apresentava grande quantidade de areia, diferenciando-o das outras áreas amostradas que possuíam

Tabela 3 Distribuição taxonômica e abundância, diversidade Shannon-Weaver, equitabilidade Pielou, dominância de Simpson e riqueza dos grupos de macroinvertebrados amostrados em macrófitas das águas do rio Jucu, ES, Brasil.

Táxons	Ponto de coleta					Total
	1	2	3	4	5	
Arachinoidea						
Acari	3	1	1	2	0	7
Gastropoda						
Archeogastropoda						
Neritidae	1	7	3	4	15	30
Bosomatophora						
Lymnaeidae	1	0	2	7	19	29
Mesogastropoda						
Hidrobiidae	3	0	2	0	11	16
Insecta						
Coleoptera						
Dytiscidae	2	0	4	3	0	9
Elmidae	14	11	6	2	2	35
Dryopidae	1	4	0	1	0	6
Haliplidae	0	4	3	0	0	7
Chrysomelidae	3	0	2	1	0	6
Noteridae	0	0	0	2	0	2
Carabidae	1	3	3	0	0	7
Psephenidae	0	0	0	3	0	3
Ephemeroptera						
Baetidae	2	1	4	0	0	7
Leptophlebiidae	0	5	3	2	0	10
Leptohyphidae	1	0	3	2	0	8
Diptera						
Ceratopogonidae	2	12	4	3	8	29
Chironomidae	83	17	124	68	1061	1353
Psychodidae	2	32	0	8	93	135
Tabanidae	1	14	2	0	1	18
Hemiptera						
Corixidae	2	1	10	0	0	13
Gerridae	0	0	0	1	5	6
Veliidae	0	0	0	0	16	16
Hymenoptera						
Formicidae	1	4	2	2	0	9
Lepidoptera						
Pyrilidae	3	2	2	0	17	24
Odonata						
Calopterygidae	2	0	6	0	3	11
Coenagrionidae	4	1	25	5	3	38
Libellulidae	5	3	2	0	0	10
Gomphidae	0	4	4	1	0	9
Perilestidae	2	2	0	0	0	4
Protoneuridae	1	2	7	0	0	10
Trichoptera						
Polycentropodidae	4	1	4	19	1	29
Leptoceridae	0	6	6	0	0	12
Hydropsychidae	3	0	4	13	0	20
Oligochaeta						
Haplotaxida	12	19	12	11	173	227

maior ou menor grau de rochas no leito, propiciando uma riqueza intermediária de habitats. Segundo Callisto *et al.* (2001), ambientes com alta diversidade de habitats contêm maior riqueza taxonômica em relação àqueles com baixa diversidade de habitats.

Numa análise geral, o ponto 5 obteve índices comunitários significativamente diferente dos demais pontos. Os pontos 1 e 2 mostraram-se mais preservados que os pontos 3, 4 e 5 apresentando maior diversidade, equitabilidade e riqueza. No ponto 2, a ordem Diptera foi a mais abundante, seguida por Insecta. Já no ponto 4,

houve predomínio das ordens Diptera e Trichoptera (Tabela 4).

Tabela 4 Valores médios e respectivos desvios padrões dos índices da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Jucu, Espírito Santo

Índice comunitário	Ponto de coleta				
	1	2	3	4	5
Diversidade	2,0 ^a ±0,7	2,2 ^a ±0,1	1,9 ^a ±0,6	1,7 ^a ±0,2	0,9 ^b ±0,1
Equitabilidade	0,6 ^a ±0,2	0,6 ^a ±0,0	0,4 ^a ±0,1	0,5 ^a ±0,1	0,1 ^b ±0,0
Dominância	0,4 ^a ±0,3	0,4 ^a ±0,0	0,5 ^a ±0,2	0,5 ^a ±0,3	0,8 ^a ±0,0
Abundância	53,0 ^a ±48,5	52,0 ^a ±27,0	84,0 ^a ±40,1	53,3 ^a ±48,5	476,0 ^b ±151,0
Riqueza	15,0 ^a ±2,0	13,0 ^a ±2,0	14,3 ^a ±1,1	10,3 ^a ±4,0	9,3 ^a ±6,0

O ponto 5 obteve os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade mais baixos, sendo provável que a baixa diversidade atribuída a este local esteja relacionada à poluição pontual por metais pesados, pois sabe-se que lançamento de metais em corpos d'água afeta os macroinvertebrados, influenciando sua densidade, além de causar o desaparecimento de alguns organismos mais sensíveis (Doi *et al.* 2007).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos dos pontos analisados apresentou uma estrutura tal que os representantes da família Chironomidae dominaram espacialmente e numericamente, estando presente em maior quantidade em praticamente todos os pontos, contribuindo com grande parcela da dominância visualizada no ponto 5. A supremacia dos representantes desta família pode ser uma característica do rio Jucu, tendo em vista que esta situação manteve-se em todos os pontos. A família Chironomidae, apresenta baixo valor indicativo devido à grande variedade de táxons que possui (Saether 1975). Alguns gêneros, porém, são característicos de ambientes com baixa carga orgânica. Outros gêneros podem resistir e sobreviver em ambientes com altos índices de poluição orgânica.

O ponto 3 foi o que apresentou maior abundância, no geral, sendo que o ponto 4 apresentou maior abundância das ordens Trichoptera e o ponto 3 maior abundância de Ephemeroptera. As ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera têm sido frequentemente utilizadas como indicadoras da qualidade das águas, uma vez que esses organismos são sensíveis à poluição (Vanzela *et al.* 2010). Cursos de água onde esses macroinvertebrados estão presentes em grande número normalmente podem ser considerados de boa qualidade.

Dessa forma, neste estudo, verificou-se que a influência das atividades antrópicas interfere diretamente na reestruturação da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, apresentando efeitos negativos principalmente nos índices de diversidade, equitabilidade e abundância, confirmando assim que a elaboração de programas de avaliação integrada da qualidade das águas, baseados na utilização de componentes físicos-químicos associados à avaliação por bioindicadores, mostra-se como uma boa ferramenta de gestão de bacias hidrográficas.

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos mostrou-se uma métrica adequada para avaliação da qualidade da água do rio, contemplando os principais atributos da estrutura de sua comunidade, que é característica de suma importância a ser observada em um diagnóstico ambiental e, portanto, adequada

para biomonitoramentos. Além disso, os resultados obtidos neste estudo representam um progresso no conhecimento do processo de gestão desse rio tão importante para o Estado do Espírito Santo, por averiguar o quão comprometida ambientalmente está se tornando esta bacia hidrográfica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro concedido pelo Centro Universitário Vila Velha (UVV).

Referências

- APHA (2005) **Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater**. New York: Apha.
- Ayres-Peres L, Araujo PB, Santos S (2006) Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brasil. **Biota Neotropica** 6 bn02106032006.
- Barbieri E, Phan VN, Gomes V (1998) Efeito do DSS, Dodecil Sulfato de Sódio, no metabolismo e na capacidade de natação de *Cyprinus carpio*. **Revista Brasileira de Biologia** 58: 263-271.
- Beyene A, Addis T, Kifle D, Legesse W, Kloos H, Triest L (2009) Comparative study of diatoms and macroinvertebrates as indicators of severe water pollution: Case study of the Kebena and Akaki rivers in Addis Ababa, Ethiopia. **Ecological Indicators** 9: 381-392.
- Bonzini S, Finizio A, Berra E (2008) Effects of river pollution on the colonization of artificial substrates by macrozoobenthos. **Aquatic Toxicology** 89(1): 1-10.
- Callisto M (2004) Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, pp 1-12.
- Callisto M, Moretti M, Goulart M (2001) Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde dos riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** 1: 71-82.
- Clarke KR, Warwick RM (1994) **Chance in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Bournemouth: Bourne Press.
- Dodds WK, Jones JR, Welch EB (1998) Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. **Water Resources** 32(5): 1455-1462.
- Doi H, Takagi A, Kikuchi E (2007) Stream macroinvertebrate community affected by point-source metal pollution. **Hydrobiologia** 92: 258-266.
- Flynn MN, Fernandes DAS, Santos Filho EG (2010) Macrofauna bética de substratos artificiais, Ribeirão do Meio, município de Socorro, São Paulo – SP. **Revista Intertox de Toxicologia, risco ambiental e sociedade toxicologia** 3(1).
- Hilton J, O'Hare M, Bowes MJ, Jones JI (2006) How green is my river? A new paradigm of eutrophication in rivers. **Science of the Total Environment** 365: 66-83.
- Hownmiller RP, Beeton AM (1971) Biological evaluation of environmental quality, Green Bay, Lake Michigan. **Journal - Water Pollution Control Federation** 43: 123-133.

- IEMA (2003) **As bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo**. Disponível em: <http://www.iema.es.gov.br>. Acesso em 18 de dezembro de 2010.
- Marchesani E, Zanella R, Avila LA, Camargo ER, Machado SLO, Macedo VRM (2007) Rice herbicide monitoring in two brazilian rivers during the rice growing season. **Scientia Agricola** 64: 131-137.
- Metcalf JL (1989) Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution** 60: 101-139.
- Moss B (2007) **Ecology of fresh waters: man and medium, past to future**. Oxford: Blackwell Publishing.
- Peiró DF, Alves RG (2006) Insetos aquáticos associados a macrófitas da região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil). **Biota Neotropica** 6(2) bn02906022006
- Pennak RW (1953) **Freshwater invertebrates of the United States**. New York: Ronald.
- Piedras SRN, Bager A, Moraes PRR, Isoldi LA, Ferreira OGL, Heemann C (2006) Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural** 36: 494-500.
- Prantera MT, Bussons M (2009) Biondicadores de qualidade da água. **Saúde & Ambiente** 4: 115.
- Ribeiro LO, Uieda VS (2005) Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de Serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22: 613-618.
- Saether O (1975) Chironomid communities as water quality indicators. **Holarctic Ecology** 2:65-74.
- Sondergaard M, Jeppesen EJ (2007). Anthropogenic impacts on lake and stream ecosystems, and approaches to restoration. **Applied Ecology** 44: 1089-1094.
- Vanzela LS, Hernandez FBT, Franco AM (2010) Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 14: 55-64.
- Withers PJA, Jarvie HP (2008) Delivery and cycling of phosphorus in rivers: a review. **Science of the Total Environment** 400: 379-395.