

**AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM DUAS MICROBACIAS DO RIO MOGI
GUAÇU (SP) E SUA RELAÇÃO COM OS IMPACTOS AGRÍCOLAS**

**Silveira, M. P., Queiroz, J. F., Ribacinko, D. B., Ferraz, J. M. G., Carvalho, M. P., Marigo, A. L., Sittton, M.
& Zambon, G., Silva, J.R.**

EMBRAPA MEIO AMBIENTE

Rodovia SP 240 Km 127,5 Bairro Tanquinho Velho, Jaguariúna, SP CEP: 13820-000 Caixa Postal 69

mariana@cnpmembrapa.br

**BIOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN TWO WATERSHEDS OF THE MOGI-
GUAÇU RIVER (SP, BRAZIL) AND ITS RELATIONSHIP WITH AGRICULTURAL IMPACTS**

RESUMO

Os rios brasileiros vêm sofrendo há décadas com os impactos ambientais associados com as atividades agrícolas. A bacia do rio Mogi-Guaçu está localizada em uma importante área dos estados de Minas Gerais e São Paulo, onde são intensos os cultivos de cana de açúcar, café e citrus. Neste estudo, foi avaliada a qualidade de água de duas microbacias do rio Mogi (Itupeva e Oriçanga), ambas no estado de São Paulo. Foram escolhidas quatro estações de coleta, sendo duas no rio Itupeva (duas seções de primeira ordem) e duas no rio Oriçanga (uma seção de 2ª ordem e outra de 3ª ordem). Cada par de estações compreendia um local minimamente perturbado ou ponto de referência e um local impactado. Cada estação foi amostrada bimensalmente (de julho a dezembro de 2005). Os parâmetros físico-químicos foram medidos com auxílio de uma sonda multiparâmetros da marca YSI (Yellow Springs Incorporated) Modelo 6820, para a determinação de: temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (O.D. % saturação), oxigênio dissolvido (O.D. mg/L), potencial de oxi-redução (ORP mV), pH (unidades de pH), salinidade (ppt), condutividade elétrica específica (mS/cm), turbidez (UNT), sólidos totais dissolvidos (g/L), nitrato (NO₃⁻ mg/L), amônia não ionizada (NH₃ mg/L), e amônio (NH₄⁺ mg/L). Em laboratório, com o auxílio de um espectrofotômetro da Marca HACH Modelo DR 2000, foram determinados os seguintes parâmetros, conforme metodologia descrita pelo próprio fabricante e contida no manual do usuário (HACH, 1988): fósforo total (mg/L), fósforo dissolvido (mg/L), nitrato (mg/L), nitrito (mg/L), amônia não ionizada (mg/L) e clorofila *a* (µg/L). A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi monitorada através da coleta e identificação dos organismos existentes no substrato do fundo dos riachos selecionados para este estudo. O substrato era basicamente composto por areia, folhoso retido em áreas de correnteza, folhoso retido em áreas de remanso e pedras. Os dados da comunidade bentônica foram analisados por meio do cálculo de algumas medidas bioindicadoras, tais como: número total de indivíduos, número total de famílias, % Chironomidae, % de táxons dominantes, índice de riqueza de Margalef (S_{Margalef}) e índice biótico BMWP-CETEC/ASPT (Junqueira & Campos, 1998). A análise dos diversos parâmetros físico-químicos de qualidade de água, com exceção do fósforo total e do nitrito, não revelou nenhuma alteração significativa em relação aos limites estabelecidos pela Resolução No. 357/2005 do CONAMA. A riqueza taxonômica para número de famílias de macroinvertebrados encontradas acompanhou os valores da riqueza de Margalef (S_{Margalef}) e indicou um gradiente de qualidade de água, pois seus valores foram sempre maiores nos pontos mais preservados. A maior riqueza de famílias foi observada no ponto não impactado do rio Oriçanga (ORIC 1), enquanto os pontos impactados (ITUP 2 e ORIC 2) apresentaram valores mais baixos para o índice biótico aplicado e também para riqueza de Margalef. Vale destacar também a presença significativa da família Calamoceratidae (Trichoptera) no ponto não impactado do rio Itupeva (ITUP 1), o que está relacionado ao bom nível de preservação da mata ciliar neste ponto e à elevada concentração de oxigênio dissolvido.

Palavras-chave: rio Mogi-Guaçu, macroinvertebrados bentônicos, qualidade de água, impactos agrícolas.

Apoio: Fapesp

ABSTRACT

During the last decades the Brazilian rivers have been strongly impacted by various agricultural activities. The watershed of Mogi-Guaçu River is located in an important area between Minas Gerais and São Paulo states, where sugarcane, coffee and citrus prevail. This study was conducted to evaluate the water quality of two watersheds of the Mogi River (Itupeva and Oriçanga) in São Paulo state. Four sites were selected: two at the Itupeva River (two 1st-order sections) and two at the Oriçanga River (one 2nd-order section and one 3rd-order section). Each pair of sites comprised one reference and one impaired site, and each one was sampled bimonthly (July to December 2005). The physical and chemical parameters were measured with a YSI (Yellow Springs Incorporated) Model 6820 multiparameter probe, for the following parameters: water temperature (°C), oxygen saturation (O.D. % sat), dissolved oxygen (O.D. mg/L), oxi-reduction potential (ORP mV), pH, salinity (ppt), specific electric conductivity (mS/cm), turbidity (UNT), total dissolved solids (g/L), nitrate (NO₃⁻ mg/L), non ionized ammonia (NH₃ mg/L), and ammonium (NH₄⁺ mg/L). Some parameters were measured at Embrapa Environment Research Center Laboratories, using a HACH Model DR 2000 spectrophotometer according to the methodology provided by the manufacturer and included in the manual of operation (HACH, 1988): total phosphorous (mg/L), dissolved phosphorous (mg/L), nitrate (mg/L), nitrite (mg/L), non ionized ammonia (mg/L) and chlorophyll *a* (µg/L). The macroinvertebrate benthic community was also monitored by sampling the bottom substrate, which was mainly composed by sand, litter in riffle areas, litter in pool areas and stones. Macrobenthic data were evaluated using community structure metrics.

such as: total abundance, family richness, % Chironomidae, % dominant taxa, and Margalef Index ($S_{Margalef}$) BMWP-CETEC/ASPT biotic index (Junqueira & Campos, 1998). The analyses of physical and chemical parameters of water quality, with the exception of total phosphorous and nitrite did not reveal any significant alteration in regard to the limits established by Resolution Number 357/2005 of the National Environmental Code – CONAMA. Taxonomic richness for macroinvertebrate families was proportional to the Margalef Richness Index, indicating a water quality gradient, because richness values were always greater at nondisturbed sites. The greatest family richness number was observed at the preserved site of the Oriçanga River, while the disturbed sites (ITUP 2 and ORIC 2) presented lower values for BMWP-CETEC biotic index and Margalef Richness Index. The family Calamoceratidae (Trichoptera) was frequently observed at the nondisturbed site of the Itupeva River, which is related to the good riparian condition and higher concentrations of dissolved oxygen there.

Key words: Mogi-Guaçu River, benthic macroinvertebrates, water quality, agricultural impacts.

INTRODUÇÃO

Apesar da enorme importância da agricultura para a economia do Estado de São Paulo e do Brasil, a ocupação do meio rural de forma desordenada e o emprego de tecnologias inadequadas acabam por provocar inúmeros impactos no solo e nos recursos hídricos. Dentre os principais impactos ambientais negativos, pode-se citar o desmatamento (inclusive das matas ciliares), a erosão, o esgotamento dos solos e a contaminação do solo e corpos d'água por agroquímicos e fertilizantes. As conseqüências destes impactos se refletem diretamente na contaminação de águas subterrâneas e aquíferos e nas águas superficiais. A perda da biodiversidade aquática também é considerável quando os efluentes das áreas agrícolas atingem o leito dos rios ou quando suas margens são alteradas para pasto ou mesmo para a implantação dos cultivos. Outros prejuízos também podem ser contabilizados com práticas inadequadas de agricultura que podem causar uma redução do nível de produtividade agrícola. Além disso, alguns impactos podem ser irreversíveis, ou exigir custos elevados em sua remediação, como a contaminação de águas subterrâneas e aquíferos (Cerdeira et al., 2005).

Um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída em 1997, é manter os ecossistemas aquáticos sustentáveis e preservar a diversidade genética. Por esta razão, indicadores biológicos de qualidade de água devem ser adotados para avaliar os impactos ambientais e contribuir para a elaboração de modelos de gestão ambiental com base na preservação da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos. Segundo Buss et al. (2003), as metodologias tradicionais de classificação de águas, baseadas em características físicas, químicas e biológicas, não são suficientes para atender aos usos múltiplos da água, sendo particularmente deficientes na avaliação da qualidade estética, de recreação e ecológica do ambiente. Esta última incluiria os aspectos biológicos do sistema.

Mudanças ambientais nos parâmetros físicos e químicos, decorrentes de despejos físicos, químicos ou orgânicos, causam mudanças na biota aquática. O ponto principal disso é que o ambiente da vida aquática não pode ser adequadamente descrito simplesmente pelo somatório de todos os parâmetros físicos e químicos que caracterizam o sistema. As interações bióticas são também muito importantes. Listagens de espécies, densidades populacionais, mudanças sazonais na biocenose do rio e diversidade da comunidade em condições naturais (não poluídas) são informações necessárias para avaliar as mudanças na qualidade da água com bases biológicas. O conhecimento de que diferentes organismos apresentam maior ou menor sensibilidade a determinados poluentes é a base para a utilização da biota como indicadora biológica da qualidade da água (Rosenberg & Resh, 1993).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos tem sido reconhecida em vários estudos como o grupo mais indicado para avaliação da qualidade de águas doces (Thorne & Williams, 1997; Buss et al., 2002; Silveira et al., 2005). Vários índices bióticos e medidas estruturadoras da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foram desenvolvidos na Europa e Estados Unidos e vem sendo aplicados em programas de monitoramento e manejo de corpos hídricos como uma importante ferramenta para o seu gerenciamento. Além de empregar equipamentos de baixo custo, a fauna bentônica é relativamente sedentária e possui ciclo de vida longo (de algumas semanas a meses). Essas características lhe conferem vantagens sobre a tradicional avaliação da qualidade da água por parâmetros físico-químicos, a qual é um tipo de avaliação momentânea, isto é, registra a situação de qualidade da água em um determinado instante, o que é particularmente problemático para ecossistemas lóticos. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o impacto de atividades agrícolas sobre a qualidade da água com base na comunidade bentônica e em parâmetros físico-químicos em duas microbacias do rio Mogi (SP).

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu localiza-se na região sudoeste do Estado de Minas Gerais e nordeste do Estado de São Paulo. Essa bacia é de oitava ordem, com 20.193 canais. Sua área total de drenagem é de 17.460 km², sendo 2.650 km² localizados no Estado de Minas e 14.653 km² no Estado de São Paulo. O presente estudo foi desenvolvido nas microbacias dos rios Itupeva e Oriçanga, ambas pertencentes à bacia do rio Mogi-Guaçu. As principais culturas desenvolvidas nestas microbacias são: citrus, tomate e café.

O ponto de coleta denominado Itupeva 1 (ITUP 1), está localizado dentro de uma fazenda de cultivo de banana e laranja, no município de Aguai (UTM 0296687 e 7552738). Trata-se de um riacho de 1ª ordem bastante preservado, apresentando mata ciliar densa. O canal principal apresenta mecanismos de retenção, formado por pedras e folhido de correnteza. O ponto de coleta denominado Itupeva 2 (ITUP 2) também está localizado no município de Aguai (UTM 0295431 e 7555873), sendo também um riacho de primeira ordem, entretanto sem mata ciliar, e cujo leito caracteriza-se por ser muito arenoso e homogêneo. Esse ponto de coleta provavelmente recebe

efluentes de plantações de citrus. Ao longo do trabalho, podemos observar algumas vezes gado dentro do riacho estudado.

O rio Oriçanga é um afluente do rio das Pedras, e o ponto de coleta denominado Oriçanga 1 (ORIC 1) está localizado no município de Espírito Santo do Pinhal (UTM 0299398 e 7539564). Caracteriza-se por ser um córrego de 2ª ordem, possui mata ciliar relativamente preservada, sendo que o ambiente de entorno apresenta pastagem e uma pequena área de cultura de café. O leito do canal principal do ponto ORIC 1 é composto por folhigos de correnteza e de fundo, além de pequenas pedras. O ponto de coleta denominado Oriçanga 2 (ORIC 2) está localizado no município de Estiva Gerbi (UTM 0310066 e 7553640), é um córrego de 3ª ordem e apresenta mata ciliar bastante alterada ou ausente em alguns trechos, com a presença de barrancos. Também há uma plantação de eucalipto próxima. O substrato de fundo deste ponto (ORIC 2) é bastante homogêneo, sem mecanismos de retenção, sendo composto basicamente por areia e folhigos de fundo esparsos.

ANÁLISE DE DADOS

Parâmetros físico-químicos e microbiológicos:

A medição dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água foi feita parcialmente *in situ*, com o auxílio de uma Sonda Multiparâmetros da Marca YSI (Yellow Springs Incorporated) Modelo 6820, para medição dos seguintes parâmetros: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (O.D. % saturação), oxigênio dissolvido (O.D. mg/L), potencial de oxidação-redução (ORP mV), pH (unidades de pH), salinidade (ppt), condutividade elétrica específica (mS/cm), turbidez (UNT), sólidos totais dissolvidos (g/L), nitrato (NO₃⁻ mg/L), amônia não ionizada (NH₃ mg/L), e amônio (NH₄⁺ mg/L). Em laboratório, com o auxílio de um espectrofotômetro da Marca HACH Modelo DR 2000, foram determinados os seguintes parâmetros conforme metodologia descrita pelo próprio fabricante e contida no manual do usuário (HACH, 1988): fósforo total (mg/L), fósforo dissolvido (mg/L), nitrato (mg/L), nitrito (mg/L), amônia não ionizada (mg/L) e clorofila *a* (µg/L).

Comunidade macrobentônica:

Para a avaliação da comunidade bentônica foi utilizado o coletor Surber, com malha de 250 micrômetros e 0.16 m² de área. Foram coletadas bimensalmente (de julho a dezembro de 2005) quatro amostras do sedimento em cada um dos quatro pontos de coleta (ITUP 1 e 2; ORIC 1 e 2), a partir da composição dos quatro principais tipos de substrato encontrados (areia, folhigo retido em áreas de correnteza, folhigo retido em áreas de remanso e pedras). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos com um pouco de água do local e identificadas com o nome do ponto e a data de coleta. Depois foram trazidas para o Laboratório de Ecossistemas Aquáticos (LEA) da Embrapa Meio Ambiente. No laboratório, as amostras foram oxigenadas para prolongar o tempo de vida dos organismos e facilitar a triagem. As amostras foram então lavadas em água corrente em peneiras do mesmo tamanho de malha do coletor. Após a lavagem foram colocadas em bandejas transluminadas para uma pré-triagem dos organismos. Então foram fixadas em álcool a 80% e observadas em microscópio estereoscópico com aumento de até 50 vezes. No microscópio os espécimes foram identificados até o nível de família com o auxílio das seguintes chaves taxonômicas: Pérez (1988), Angrisano (1995) e Merritt & Cummins (1996). Os dados da comunidade bentônica foram analisados por meio do cálculo de algumas medidas bioindicadoras, tais como: número total de indivíduos, número total de famílias, % Chironomidae, Índice de riqueza de Margalef ($S_{Margalef}$) e índice biótico BMWP-CETEC/ASPT (Junqueira & Campos, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de coleta, foram coletados 5.690 macroinvertebrados bentônicos, distribuídos em 47 famílias. A família Chironomidae foi comum a todos os pontos, já outras famílias, como Perlidae (Plecoptera), Naucoridae e Vellidae (Hemiptera) foram exclusivas de pontos não impactados. Dentre todos os pontos amostrados, a maior riqueza taxonômica foi observada no ponto ORIC 1, com 37 famílias de macroinvertebrados; e a menor riqueza foi observada no ponto ITUP 2, com 11 famílias registradas. Surpreendentemente, a maior porcentagem de EPT foi observada no ponto ORIC 2, considerado impactado. As famílias que elevaram esta enumeração em ORIC 2 foram Leptoceridae (Trichoptera), Leptohiphidae e Baetidae (Ephemeroptera). Leptoceridae é considerada sensível à poluição orgânica, mas Baetidae é moderadamente tolerante. Ainda assim, é importante ressaltar que não foi coletado nenhum indivíduo da ordem Plecoptera (muito sensível à poluição) para a composição da enumeração % EPT no ponto ORIC 2. Também se observou que, apesar dos impactos antrópicos encontrados em ORIC 2, a sua fauna macrobentônica não é muito diferente de ORIC 1, pois os valores das medidas bioindicadoras para estes pontos são próximos (Tabela 1).

Outro resultado de destaque é a presença maciça de indivíduos do gênero *Phylloicus* (Calamoceratidae: Trichoptera) no ponto ITUP 1, o que não ocorreu nos demais pontos. Nislow & Lowe (2006) constataram uma relação negativa entre abundância de fragmentadores e desmatamento e assoreamento de rios de cabeceira. O índice biótico BMWP-CETEC/ASPT e a riqueza de Margalef apresentaram valores esperados, pois os pontos mais preservados em cada microbacia estudada mostraram valores superiores aos pontos impactados (Tabela 1).

Nas figuras 1 e 2, observamos a proporção de Diptera e EPT nos dois rios estudados. A maior contribuição de indivíduos de EPT foi observada no ponto ITUP 1 em julho (43,4%) e a menor no ponto ITUP 2 em setembro (1,6%). Para Diptera, a maior proporção foi registrada em ITUP 2 em novembro (88,5%) e a menor em ORIC 1, também em novembro (32,2%). Este resultado está de acordo com o esperado, pois as ordens EPT em geral são sensíveis aos distúrbios ambientais, principalmente ao assoreamento e à poluição orgânica, com enriquecimento de nutrientes. Por outro lado, a ordem Diptera possui vários táxons tolerantes a esses impactos.

Tabela 1. Valores das medidas bioindicadoras baseadas na comunidade de macroinvertebrados bentônicos para os locais de coleta dos rios Itupeva e Oriçanga em 2005.

Medidas Bioindicadoras	ITUP 1	ITUP 2	ORIC 1	ORIC 2
Nº Indivíduos	1037	745	3390	518
Nº Famílias	31	11	37	22
% Chironomidae	31,6	45,5	40,9	38,6
% EPT	15,2	5,8	5,7	15,8
BMWP-CETEC/ASPT	6,21	3,91	5,88	5,56
S _{Margalef}	4,32	1,51	4,43	3,36

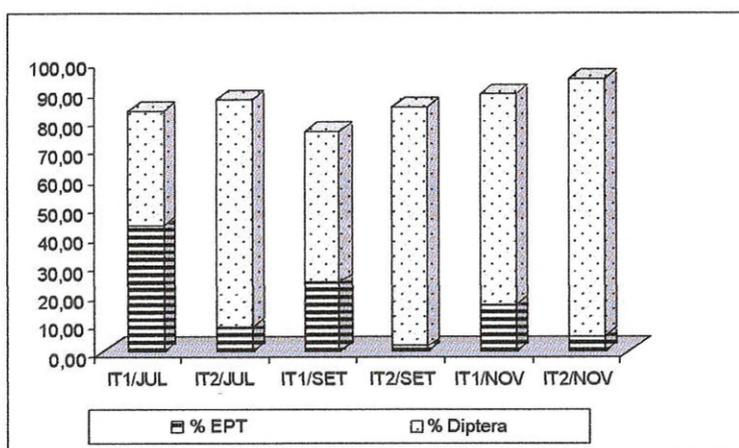


Figura 1 – Proporção entre as ordens Diptera e o conjunto das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera no rio Itupeva em 2005.

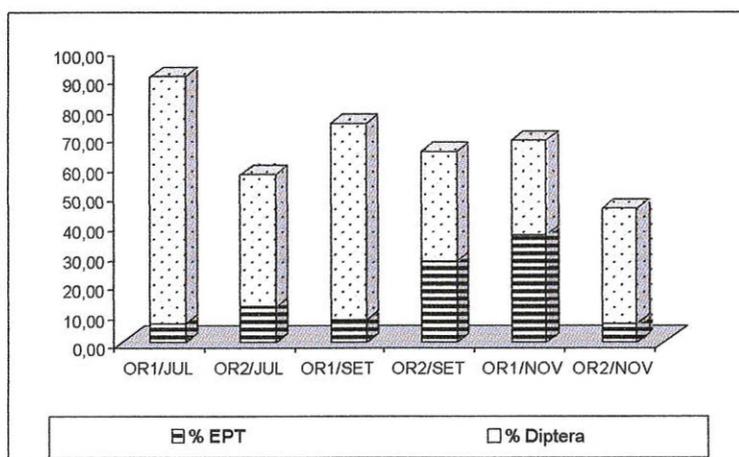


Figura 2 – Proporção entre as ordens Diptera e o conjunto das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera no rio Oriçanga em 2005.

Dentre os parâmetros físico-químicos de qualidade de água medidos com a sonda multiparâmetros e o espectrofotometro da HACH, o oxigênio dissolvido se destaca como uma das variáveis mais importantes, porque é limitante para a sobrevivência da fauna aquática, e a sua concentração depende de vários fatores tais como: temperatura, salinidade, altitude, turbidez, oxidação da matéria orgânica e etc (Tabelas 2 e 3). Para todos os pontos de coleta avaliados durante o segundo semestre de 2005, as concentrações de oxigênio dissolvido variaram do mínimo de 4,23 mg/L (ITUP 1 julho 2005) para 9,65 mg/L (ORIC 2 julho 2005). O ponto ORIC 1 apresentou a concentração mais elevada de oxigênio dissolvido observada entre os dois pontos de coleta localizados nas áreas mais preservadas nos rios Itupeva e Oriçanga (9,26 mg/L em julho 2005), o que provavelmente está relacionado com a predominância de indivíduos da ordem Plecoptera neste ponto, exigentes por altas concentrações de oxigênio dissolvido (Figura 3). Embora uma análise preliminar demonstre que ocorreu um aumento nos valores da condutividade elétrica específica (mS/cm) entre os pontos de coleta localizados nas áreas mais preservadas ITUP 1 e ORIC 1 - respectivamente de 0,006 mS/cm em novembro de 2005 para 0,129 mS/cm em setembro de 2005 (Figura 4) - e na concentração dos sólidos totais dissolvidos (g/L), calculados a partir da condutividade elétrica específica (mS/cm), de 0,004 g/L em julho de 2005 (ITUP 1) para 0,084 g/L em setembro de 2005 (ORIC 1) (Figura 5), deve-se considerar outras variáveis e suas relações com as práticas agrícolas adotadas na região e seus efeitos sobre a comunidade de organismos bentônicos, cujos resultados indicam numa primeira análise que não estão sendo adotadas técnicas para a conservação do solo e preservação da mata ciliar próxima ao ponto de coleta ORIC 1. De acordo com os dados do CHAGRO/IAC (2006), em novembro de 2005 (chuva) a precipitação pluviométrica mensal foi de 163 mm, e no mês de julho de 2005 (seca) foi de apenas 1,0 mm. Considerando-se a relação dos valores encontrados para a condutividade elétrica específica (mS/cm) e a concentração de sólidos totais dissolvidos (g/L) com a sazonalidade (chuva/seca), pode-se afirmar que houve um aumento esperado desses parâmetros, o que pode estar associado ao maior escoamento superficial e transporte de sedimentos das áreas agrícolas onde não existem práticas conservacionistas do solo nem a presença de mata ciliar, principalmente no ponto ITUP 2 (0,011 mS/cm e 0,007 mg/L).

A análise dos dados obtidos também permite concluir que durante algumas coletas realizadas nos meses de novembro (chuva), o Rio Oriçanga recebeu uma carga pesada de silte e argila em decorrência do escoamento superficial, o que causou um grande acúmulo desse material sobre a superfície do sedimento de fundo dos rios onde são encontrados os organismos bentônicos. Esse acúmulo de sedimentos sobre o habitat natural dos organismos bentônicos pode estar relacionado ao menor índice biótico (BMWP-CETEC/ASPT) calculado, e à baixa riqueza de Margalef encontrada para o ponto ORIC 2. Nesse sentido, é preciso considerar que alguns rios como, por exemplo, o Rio Oriçanga, pode estar recebendo grande quantidade de material de origem mineral e vegetal (alóctone) em toda a extensão da área de entorno referente ao ponto de coleta localizado na área menos preservada (ORIC 2). A quantidade de material alóctone pode variar de acordo com a relação entre a área da bacia hidrográfica e o percentual da cobertura vegetal, com destaque para a mata ciliar existente ao longo dos rios. Em geral, os rios de cabeceira, como os trechos avaliados (ITUP 1 e ORIC 1) estão sujeitos a um aporte maior de material devido a declividade do terreno, mesmo em rios de floresta preservadas. Entretanto, isso não foi observado nos pontos ITUP 1 e ORIC 1 devido a baixa declividade do terreno nestas áreas. Na verdade, podemos atribuir que a falta de práticas para a conservação do solo nessa área exerça uma influência direta sobre a turbidez, a qual parece ter um impacto maior sobre a qualidade da água e na biodiversidade da comunidade bentônica do que a declividade do terreno, comprovada pelos valores mais altos de turbidez para o mês de novembro (ITUP 2 - 19 UNT e ORIC 2 - 18 UNT). (Figura 6) e mais baixos de riqueza taxonômica encontrados para os pontos desprovidos de mata ciliar, e circundados por áreas agrícolas.

As concentrações máximas de nitrato encontradas para os pontos ORIC 1 e ORIC 2, respectivamente, 3,96 mg/L e 2,6 mg/L, estão bem abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA. Entretanto, as concentrações observadas para nitrito acima dos limites do CONAMA, para todos os pontos, sem exceção, cuja maioria dos valores encontrados estão acima de 3,0 mg/L, podem ser um indicativo de que nesses locais estariam ocorrendo problemas no processo de nitrificação. O nitrito é um composto intermediário do processo de nitrificação, durante o qual a amônia é oxidada a nitrato através da ação de bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, cuja atividade é diretamente afetada pela redução de oxigênio dissolvido.

Tabela 2: Relação dos parâmetros físico químicos de qualidade de água medidos para o Rio Itupeva nos pontos ITUP 1 e ITUP 2 de julho a novembro de 2005.

	Julho		Setembro		Novembro	
	ITUP 1	ITUP 2	ITUP 1	ITUP 2	ITUP 1	ITUP 2
Temperatura (°C)	22,9	17,5	20,1	22,9	21,9	23,8
pH	4,98	6,06	6,10	4,80	5,34	6,22
Condutividade Específica (mS/cm)	0,007	0,011	0,010	0,006	0,008	0,010
Sólidos Totais Dissolvidos (g/L)	0,004	0,007	0,006	0,004	0,005	0,006
Turbidez (UNT)	25	4	7	14	5	19
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,23	5,93	6,90	5,40	6,01	5,43
Amônia não ionizada (NH ₃ mg/L)	0,01	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00
Nitrato (NO ₃ ⁻ mg/L)	0,44	0,00	0,44	0,40	0,88	1,30
Nitrito (NO ₂ ⁻ mg/L)	1	3	3	2	3	1
Fósforo Total (PO ₄ ⁻ mg/L)	0,10	0,01	0,15	0,15	0,27	0,29
Fósforo Dissolvido (PO ₄ ⁻ mg/L)	0,01	0,01	0,05	0,10	0,11	0,13
Clorofila a (mg/L)	7,48	28,62	8,24	15,47	29,23	156,21

Tabela 3: Relação dos parâmetros físico químicos de qualidade de água medidos para o Rio Oriçanga nos pontos ORIC 1 e ORIC 2 de julho a novembro de 2005.

	Julho		Setembro		Novembro	
	ORIC 1	ORIC 2	ORIC 1	ORIC 2	ORIC 1	ORIC 2
Temperatura (°C)	18,8	17,0	23,7	23,2	20,4	22,1
pH	6,97	7,27	6,70	6,43	6,67	6,97
Condutividade Específica (mS/cm)	0,095	0,056	0,129	0,065	0,117	0,066
Sólidos Totais Dissolvidos (g/L)	0,062	0,037	0,084	0,042	0,076	0,043
Turbidez (UNT)	3	10	10	10	8	18
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	9,26	9,65	4,82	5,99	6,56	8,40
Amônia não ionizada (NH ₃ mg/L)	0,02	0,00	0,01	0,04	0,07	0,02
Nitrato (NO ₃ ⁻ mg/L)	1,76	0,40	3,08	1,30	3,96	2,60
Nitrito (NO ₂ ⁻ mg/L)	0	1	3	0	1	1
Fósforo Total (PO ₄ ⁻ mg/L)	0,29	0,11	0,12	0,15	0,61	0,37
Fósforo Dissolvido (PO ₄ ⁻ mg/L)	0,02	0,07	0,15	0,06	0,27	0,16
Clorofila a (mg/L)	4,79	2,70	4,69	0,61	4,64	26,57

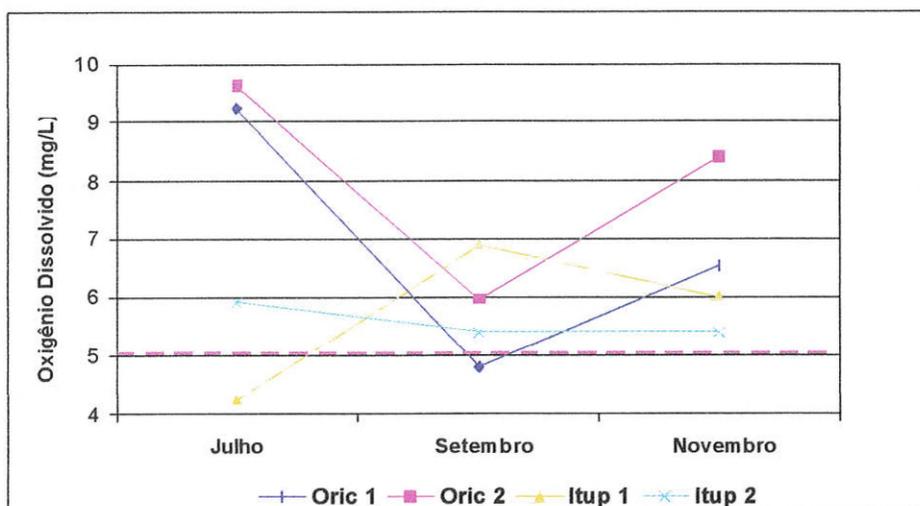


Figura 3: Variação de oxigênio dissolvido (mg/L) nos dois pontos de coleta nos rios Itupeva e Oriçanga para o período de julho a novembro de 2005.

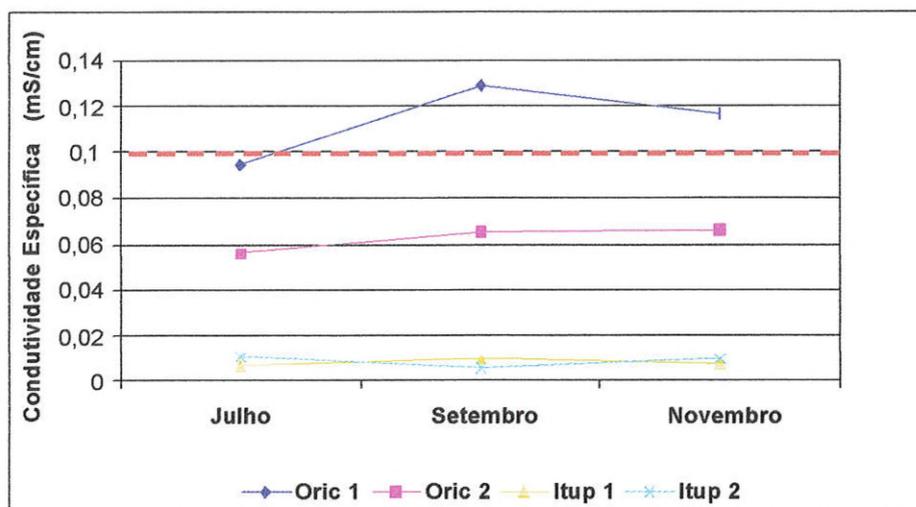


Figura 4: Variação da condutividade elétrica específica (mS/cm) nos dois pontos de coleta nos rios Itupeva e Oriçanga para o período de julho a novembro de 2005.

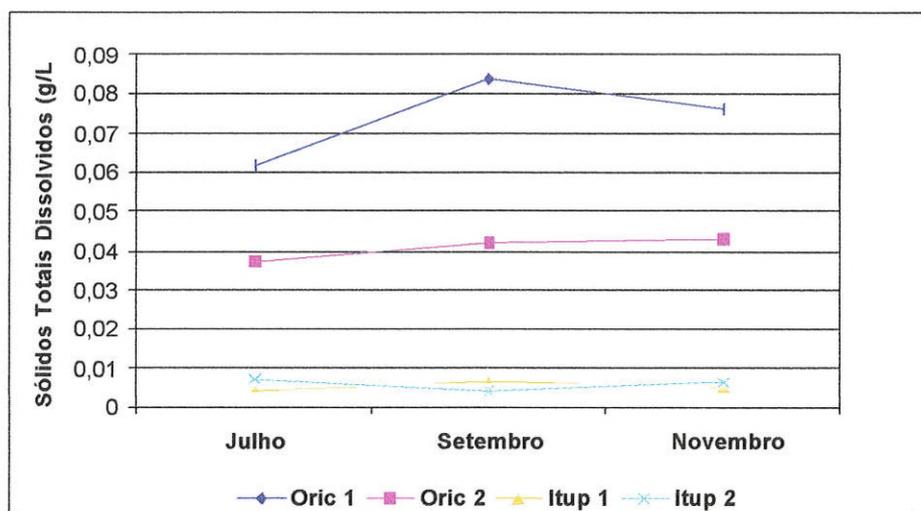


Figura 5: Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos (g/L) nos dois pontos de coleta nos rios Itupeva e Oriçanga para o período de julho a novembro de 2005.

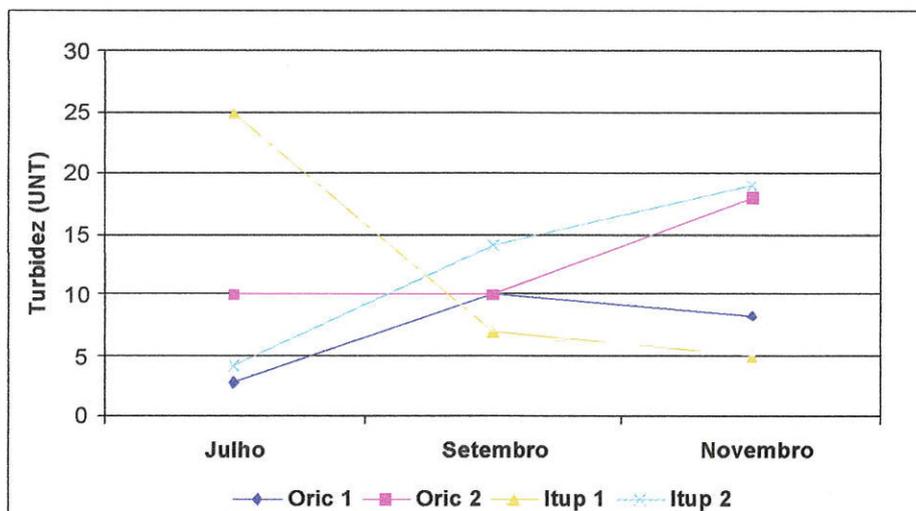


Figura 6: Variação da turbidez (UNT) nos dois pontos de coleta nos rios Itupeva e Oriçanga para o período de julho a novembro de 2005.

CONCLUSÕES

De modo geral, a fauna macrobentônica respondeu às variações de integridade ambiental. Apesar dos pontos mais preservados (ITUP 1 e ORIC 1) possuírem algum nível de distúrbio, isto parece não estar interferindo negativamente na fauna bentônica, pois de acordo com os valores das medidas bioindicadoras, estas se mostraram dentro do patamar esperado para um ponto relativamente íntegro. O ponto de melhor qualidade ambiental, de acordo com o índice biótico BMWP-CETEC/ASPT, foi ITUP 1. De fato, este ponto parece ser o menos perturbado, apresentando mata ciliar bastante desenvolvida e leito heterogêneo, com zonas de retenção e correnteza, o que permite a colonização de uma fauna mais diversificada e exigente quanto às condições de microhabitats existentes. A família utilizada como indicadora da boa condição da mata ciliar, neste ponto, é Calamoceratidae (Gen. *Phylloicus*) da Ordem Trichoptera, cujas larvas fragmentadoras usam as folhas caídas para construção de abrigos e como alimento. Já nos outros pontos, mais afetados pelo desmatamento, a presença desta família foi quase nula. A semelhança entre os valores das medidas bioindicadoras % Chironomidae e índice biótico BMWP-CETEC/ASPT para ORIC 1 e ORIC 2 pode sugerir que, apesar da presença de mata ciliar, a cafeicultura e áreas de pastagens próximas a ORIC 1 podem estar prejudicando a fauna macrobentônica neste ponto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGRISANO, E. B. 1995. Insecta Trichoptera, In: E. C. Lopretto and G. Tell (eds.), *Ecossistemas de Águas Continentales: metodologias para su estudio*, vol. III, Ediciones Sur, La Plata, Argentina, pp. 1199-1237.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.
- BUSS, D. F., BAPTISTA, D. F., SILVEIRA, M. P., NESSIMIAN, J. L. & DORVILLÉ, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in southeast Brazil. *Hydrobiologia*, 481: 125-136.
- BUSS, D. F., BAPTISTA, D. F. & NESSIMIAN, J. L. 2003. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 2, p. 465-473.
- CERDEIRA, A.L.; SANTOS, N. A. G.; PESSOA, M.C.P.Y.; GOMES, M.A.F.; LANCHOTE, V. L. 2005. Herbicide Leaching on a Recharge Area of the Guarany Aquifer in Brazil. *Journal of Environmental Science and Health*, v. B40 (1): 159-165.
- CIIAGRO/IAC. 2006. Balanço hídrico semanal: Espírito Santo do Pinhal no período de 01/07/2005 até 01/07/2006. Disponível em: <http://ciiagro.iac.gov.br/ciiagroonline/Listagens/BH/LBalançoHídrico>. Acesso em: 16/out.2006.
- HACH. DR/2000 Spectrophotometer Handbook: Procedures Manual. Loveland : Hach Company, 1988-1996. 658 p.
- JUNQUEIRA, V. M. & S. C. M. CAMPOS. 1998. Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 10(2): 125-135.
- MERRITT, R. W. AND CUMMINS, K. W. (EDS.). 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, 3rd ed., Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, IA, EUA.
- NISLOW, K. H. & LOWE, W. H. 2006. Influences of logging history and riparian forest characteristics on macroinvertebrates and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in headwater streams (New Hampshire, U.S.A.). *Freshwater Biology*, v. 51, p. 388-397.
- PÉREZ, G. R. 1988. Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Editora Presencia Ltda. Bogotá, Colombia. 217p.
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York. 448p.
- SILVEIRA, M. P., BAPTISTA, D. F., BUSS, D. F. NESSIMIAN, J. L., EGLER, M. 2005. Application of biological measures for stream integrity assessment in south-east Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 101, p. 117-128.
- THORNE, R. ST. J. AND W. P. WILLIAMS 1997. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. *Freshwater Biology*, 37: 671-686.

Observações:

O trabalho necessita de modificações, a fim de torná-lo mais claro e objetivo. Devem ser incluídas tabelas e/ou gráficos que expressem os resultados apresentados com padronização das unidades de medida. De preferências os dados devem ser apresentados separados em meses de amostragens realizadas no período de estiagem fria e chuvosa quente. A conclusão deve conter apenas informações sobre o trabalho em questão, apresentada de forma concisa e ordenada. Outras observações podem ser encontradas no próprio texto.