

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO GERALDO (PARÁ DE MINAS, MG) COM BASE EM PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, INDICADORES MICROBIOLÓGICOS E BIOINDICADORES

GOULART, M.¹, ELIAS, T. S.², MARINHO, A.² e ALVES, A. O.²

RESUMO

O crescimento exagerado da população, o avanço da tecnologia e a ocupação de áreas preservadas, acarretam o aumento da poluição de ecossistemas aquáticos, contribuindo para o decréscimo das comunidades biológicas presentes nestes ambientes. Este estudo teve como objetivo principal realizar uma avaliação preliminar da qualidade da água do córrego do Geraldo, a partir da análise de parâmetros físico-químicos e caracterização das comunidades biológicas (zooplâncton e bentos) e microbiológica (coliformes totais e fecais). A coleta foi realizada em junho de 2006, sendo amostrados 4 pontos ao longo do córrego, dois em regiões quase naturais e dois em regiões com considerável grau de degradação. Os parâmetros analisados foram turbidez, temperatura, profundidade, pH, amônia, fósforo total, fosfato e OD, ocorrendo variações significativas apenas para os três últimos. Para a comunidade bentônica foi encontrado um total de 26 *taxa*, representados principalmente por insetos (Chironomidae, Trichoptera e Odonata), Oligochaeta e Copepoda. Já a comunidade zooplancônica foi representada principalmente por *Arcella* sp., *Diffflugia* sp. e *Lecani* sp. Maior riqueza taxonômica e densidade foram encontradas para ambas as comunidades em um dos pontos quase naturais e em um dos pontos impactados, respectivamente. Os microrganismos foram analisados através da técnica de número mais provável tendo o último ponto de amostragem, onde há lançamento direto de esgoto, apresentado maior contagem de coliformes. Apenas os pontos situados nas regiões quase naturais apresentaram condições para o uso de contato primário, sendo necessário o tratamento convencional da água nestes pontos para o consumo humano.

Palavras-chave: parâmetros físico-químicos, macroinvertebrados bentônicos, zooplâncton, coliformes, qualidade da água.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos continentais exercem um papel fundamental na ciclagem de nutrientes, no reabastecimento do lençol freático, na atenuação de enchentes e na distribuição da biota aquática (VAZOLLER, 1994; CALLISTO *et al.*, 2004; CALLISTO, M. & GONÇALVES JÚNIOR, 2002). Estes ambientes podem ser divididos em ecossistemas lóticos (ambientes de águas correntes, p. ex., rios e córregos) e lênticos (ambientes de águas paradas, p. ex., reservatórios e lagoas).

Nos últimos anos, devido ao crescimento acelerado da população e da urbanização, estes ecossistemas vêm sendo profundamente alterados em função de diversos impactos ambientais de origem antrópica, tais como: retificação e desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamentos, mineração, eutrofização artificial, introdução de espécies exóticas e outros (CALLISTO; MORETTI & GOULART, 2001; BARROS *et al.*, 2003; CALLISTO & GONÇALVES JÚNIOR, 2005). Estes impactos têm alterado a quantidade e a qualidade da água ocasionando, dentre outros, perda da biodiversidade aquática - em função da desestruturação do ambiente - e alteração nas cadeias alimentares existentes (GOULART & CALLISTO, 2003; PINTO *et al.*, 2004).

Os estudos que determinam a qualidade da água geralmente associam análises de parâmetros físico-químicos a análises biológicas e microbiológicas. Parâmetros como pH, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo, em conjunto com as comunidades aquáticas fornecem importantes informações sobre a integridade dos cursos de água, uma vez que são alterados em casos de poluição orgânica ou industrial, além de inúmeras informações científicas e de gerenciamento úteis (SILVEIRA, 2004).

As comunidades biológicas de ecossistemas aquáticos são constituídas por organismos que apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e que apresentam limites de tolerância a diferentes alterações destas condições, além da capacidade concentrar e armazenar substâncias em seus tecidos (ALBA-TERCEDOR, 1996). Devido a estas adaptações as comunidades biológicas são chamadas de bioindicadoras, por refletirem a integridade ecológica de seus habitats e responderem a diferentes agentes poluidores, refletindo o histórico de degradação (MARQUES, *et al.*, 1999; CALLISTO & GONÇALVES JÚNIOR, 2005). Dentre essas comunidades podemos citar: o fitoplâncton, o zooplâncton, as macrófitas aquáticas, os peixes e os macroinvertebrados bentônicos (GOULRT & CALLISTO, 2003; MARTINS-SILVA *et al.*, 2001).

O córrego do Geraldo vem sendo degradado em função das atividades antrópicas que ocorrem ao longo de seu percurso, principalmente o despejo de esgotos não tratados. Tal fato facilita o processo de eutrofização e ajuda a diminuir as espécies aquáticas que nele vivem. Diante disso, este estudo fundamentou-se tanto na análise de características físico-químicas, quanto na análise das comunidades zooplânctônica e de macroinvertebrados bentônicos e na análise microbiológica, especificamente no grupo coliforme.

As comunidades zooplânctônica e de macroinvertebrados bentônicos possuem um papel central na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, especialmente na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (ESTEVEZ, 1998). Os principais fatores controladores da abundância e riqueza destas comunidades são: estratégia e disponibilidade alimentar, predação, competição, aporte de nutrientes, volume e temperatura da água. estes fatores têm papel decisivo na dinâmica da comunidade.

As análises microbiológicas utilizam indicadores que determinam a qualidade da água e qual o destino mais apropriado a ela. As bactérias se alimentam da matéria orgânica lançada na água, sendo responsáveis pela depuração da mesma. Porém, quando a água recebe esgoto, ela passa a conter outros tipos de bactérias que podem prejudicar seriamente a saúde das pessoas (SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE, 2005). As bactérias do grupo coliformes não são portadoras de doenças, já que fazem parte da microbiota intestinal normal, contribuindo na nossa digestão e nutrição. Porém, podem ser uma causa comum de infecções quando atingem tecidos fora do trato intestinal, tais como os do trato urinário e sangue, causando a falência dos rins e diarreia (AMBIENTE BRASIL, 2005).

ÁREA DE ESTUDOS

A região de estudo compreendeu a sub-bacia do Ribeirão Paciência, afluente da margem direita do Rio São João, tributário da margem direita do Rio Pará, pertencente à Bacia Hidrográfica do Alto Rio São Francisco (NAIME, 2005). O córrego do Geraldo, afluente da margem direita desse ribeirão localiza-se no município de Pará de Minas (19°53' S e 44°31' W), porção central do Estado de Minas Gerais, sendo formado por quatro

nascentes principais situadas na zona rural do município. Antes de desaguar no ribeirão é dividido em dois trechos que atravessam separadamente o campus da Faculdade de Pará de Minas – FAPAM. O primeiro abastece uma lagoa originada de seu barramento e o segundo escoar livremente (paralelo ao primeiro) após receber uma grande descarga de esgotos domésticos proveniente dos bairros adjacentes.

O município apresenta relevo ondulado a montanhoso, uma altitude média de 791 m e o clima predominante é o tropical, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. Os valores da temperatura média anual variam entre 19° e 23° C e o índice de precipitação anual é de aproximadamente 1.500 mm.

A região está inserida nos domínios naturais do Complexo do Cerrado, próximo aos domínios das Florestas Estacionais Semidecíduais, o que permite a observação de espécies típicas dos dois ecossistemas. Atualmente, o uso e a ocupação do solo são constituídos por áreas antrópicas, remanescentes naturais e área em regeneração.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras para a análise físico-química, análise da composição e diversidade das comunidades zooplanctônica e de macroinvertebrados bentônicos e para a análise microbiológica foram coletadas no período de seca (junho de 2006), sendo amostrados quatro pontos ao longo do córrego do Geraldo. Visando uma melhor caracterização da diversidade da comunidade zooplanctônica, foram coletadas amostras em um quinto ponto, denominado PI (Ponto Intermediário), entre os pontos P1 e P2 (TABELA 1).

TABELA 1 – Características gerais de cada ponto de coleta no Córrego do Geraldo.

Ponto	Características
P1	Cabeceiras do Córrego do Geraldo, região “quasi pristini”, mata ciliar preservada.
PI*	Pequeno represamento do córrego, com preservação parcial da mata ciliar.
P2	Loteamento do Bairro São Cristóvão em implantação, mata ciliar ausente.
P3	Pátio de estacionamento de caminhões de carvão da Siderúrgica Alterosa Ltda., mata ciliar degradada ou ausente.
P4	Campus da FAPAM, após lançamento de esgotos, mata ciliar degradada ou ausente.

*Ponto de amostragem apenas da comunidade zooplanctônica.

Características Físicas e Químicas da Água

Os seguintes parâmetros físico-químicos foram analisados: temperatura (°C), profundidade (m), turbidez (NTU), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), fósforo (total e fosfato, mg/L) e amônia (mg/L). A temperatura e a profundidade foram medidas *in situ*, utilizando-se um termômetro de mercúrio e uma régua marcada, respectivamente. Para os parâmetros: pH, turbidez, oxigênio dissolvido e nutrientes, amostras de água foram coletadas na sub-superfície, resfriadas a 4°C e transportadas para o laboratório de Meio Ambiente da FAPAM.

O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método de Winkler, de acordo com Macêdo (2003). A turbidez e o pH foram mensurados através de um turbidímetro Policontrol, modelo AP2000 e um potenciômetro Analion, modelo G8427. Quanto às concentrações de nutrientes, a série fosfatada (fósforo total e fosfato) e a amônia foram determinadas por titulação, segundo a metodologia de Macêdo (2003).

Comunidade Zooplanctônica

A coleta dos organismos zooplanctônicos foi feita através de uma rede para plâncton de malha fina (20 μm), com 30 cm de diâmetro por 70 cm de comprimento, sendo filtrados 70 litros de água nos locais com profundidade abaixo de 0,70 cm, com auxílio de um balde de 10 litros. Em pontos onde a profundidade foi superior a 0,70 cm foram realizados cinco arrastos horizontais. Ao final da coleta e filtragem da água obteve-se um total de 400 mL de amostra já filtrada.

Após coletadas e filtradas, as amostras foram acondicionadas em frascos contendo uma solução de Rosa de Bengala e transportadas para o laboratório. O processo de fixação das amostras, independente da forma de coleta, foi feito com formol a 4%, cerca de uma hora depois do processo de coleta.

Em seguida as amostras foram transferidas para béqueres para decantar entre 5 horas e 24 horas dependendo da quantidade de matéria orgânica que cada uma apresentou. Após ter passado pelo processo de decantação, o sobrenadante foi retirado com o auxílio de uma pipeta graduada, restando apenas o precipitado com os organismos zooplanctônicos. As amostras finais (com volume de 30 ml) foram armazenadas em frascos escuros, para evitar que o corante se desgastasse com a luz.

Para a identificação e contagem dos organismos zooplanctônicos, as amostras foram colocadas em uma câmara de Sedgwick-Rafter (1 ml por vez) e analisadas em microscópio óptico. As espécies foram identificadas de acordo com Kost (1978) e El Moor-Loureiro (1997).

Comunidade Bentônica

A amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi realizada com um coletor Surber (780 cm^2). As coletas foram realizadas em triplicatas, segundo Callisto & Gonçalves Jr. (2002), para obter maior representatividade amostral e permitir o cálculo de médias e desvios-padrão. No campo as amostras foram fixadas com formol a 10%, acondicionadas em potes de vidro e levadas ao Laboratório de Meio Ambiente da FAPAM para a análise.

No laboratório as amostras foram lavadas em peneiras granulométricas de 1,0 mm e 0,25 mm, e transferidas novamente para seus respectivos potes contendo álcool 70%. Em seguida, foram separadas e identificadas de acordo com as chaves de identificação dos seguintes autores: Pérez (1988); Daigle (1991); Daigle (1992); Pescador, Rasmussen & Harris (1995); Elper (1996) e Moretti (2004); e com o auxílio de um microscópio-estereoscópio Coleman, modelo ST-302L, com aumento de 40x e com um microscópio óptico Eikonal, modelo EK2000, com um aumento de 100x. Os macroinvertebrados bentônicos foram ordenados em grupos tróficos funcionais a partir de informações contidas em Stenert *et al.* (2004). Os organismos registrados foram, então, depositados na Coleção de Macroinvertebrados Bentônicos do Laboratório de Meio Ambiente da FAPAM.

Indicadores microbiológicos de qualidade de água

Para avaliação da presença de coliformes no curso de água, foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos com tubos de Durhan invertidos, tendo sido preparadas três séries com cinco tubos em cada (FIGURA 2). Foram adicionados 10 mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose nos tubos de ensaio e as amostras foram inoculadas com diluições de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} .

Em seguida os tubos foram incubados em estufa a 35° C por 24 horas e daqueles nos quais se observou resultados positivos, ou seja, presença de coliformes detectada através da produção de gás no interior dos tubos de Durham, foi transferida uma alíquota para tubos com Caldo Lactosado Verde Brilhante Bile 2% (SILVA *et al*, 2005; MACÊDO, 2003), que é um meio seletivo. Novamente, os tubos foram incubados em estufa a 35° C por 24-48 horas para a determinação de coliformes totais que foi expressa pelo número mais provável (NMP), segundo a tabela de McGrady. Os coliformes fecais foram determinados através da inoculação de alíquotas dos tubos com Caldo Lactosado Verde Brilhante Bile 2% positivos, em tubos contendo Caldo EC e tubos de Durham, que foram incubados a 44,5°C por 24 horas. A contagem de coliformes totais também foi obtida pelo número mais provável (NMP).

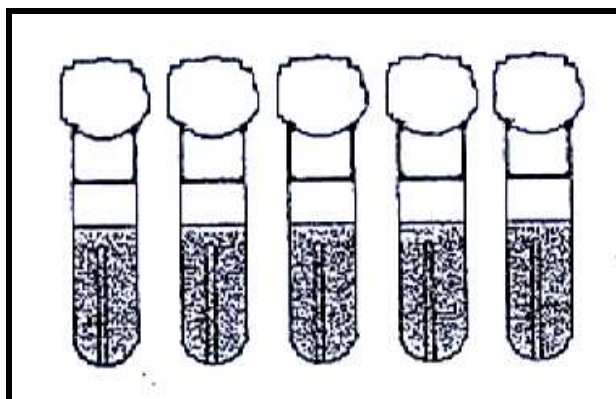


FIGURA 2 – Esquema dos tubos múltiplos com tubos de Durham invertidos.

RESULTADOS

Características físico-químicas

O Córrego do Geraldo apresentou águas neutras à levemente alcalinas, com pH variando de 7,3 (P3) a 7,9 (P4). A temperatura variou de 16,5°C (P2) a 22°C no ponto de amostragem mais profundo (P2), valores considerados normais para épocas de seca. Maior concentração de oxigênio foi encontrada em P1 (8,2 mg/l) e menor em P2 (4,8 mg/l), o qual corresponde a uma área de remanso. Para a turbidez foram encontrados valores relativamente baixos, com exceção do ponto 4 (53 NTU) onde foi observado um maior número de partículas suspensas. Quanto às concentrações de nutrientes, foram encontradas baixas concentrações com exceção do ponto 4, que apresentou os maiores valores de fósforo total (0,12 mg/l) e amônia (5,6 mg/l) (TABELA 2).

TABELA 2 – Parâmetros físico-químicos mensurados em quatro pontos do córrego do Geraldo no período de seca (Junho 2006).

Parâmetros	Pontos de amostragem			
	P1	P2	P3	P4
Profundidade (m)	0,26	0,88	0,10	0,22
Temperatura (°C)	22,0	16,5	19,0	19,0
Turbidez (NTU)	1,27	2,45	5,25	53,0
pH	7,8	7,6	7,3	7,9
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,2	4,8	7,0	6,0
Fósforo Total (mg/L)	0,01	0,03	0,09	0,12
Fosfato (mg/L)	0,03	0,09	0,28	0,37
Amônia (mg/L)	0,00	0,05	0,05	5,6

Comunidade zooplanctônica

Os organismos zooplanctônicos encontrados representaram os seguintes gêneros: Protozoa, Rotifera, Copepoda, Insecta e Cladocera. Foram encontradas baixas abundância e riqueza taxonômica, porém houve uma grande variação de gêneros encontrados em cada ponto, com perda de algumas espécies no sentido corrente do córrego, ou seja, do primeiro ao último ponto de amostragem. A maior riqueza de espécies foi encontrada em PI, que se caracteriza como um ambiente lântico, razoavelmente preservado (FIGURA 3, TABELA 3). Foram encontrados também náuplios e copepoditos (copépodos em estágios larvais) os quais foram considerados separadamente, pois são difíceis de serem identificados, podendo fazer parte de três ordens distintas de copépodos que são: Cyclopoida, Callanoida e Harpacticoida (TABELA 4).

De modo geral nota-se a diferença entre a diversidade de organismos encontrados nos pontos de amostragem. Um exemplo claro acontece no ponto 4 onde a quantidade de organismos é maior porém a diversidade é muito pequena, sendo predominante a espécie *Paramecium sp.*, com cerca de 90% da abundância total (TABELA 3).

FIGURA 3 – Riqueza de espécies zooplanctônicas no ponto intermediário (PI).

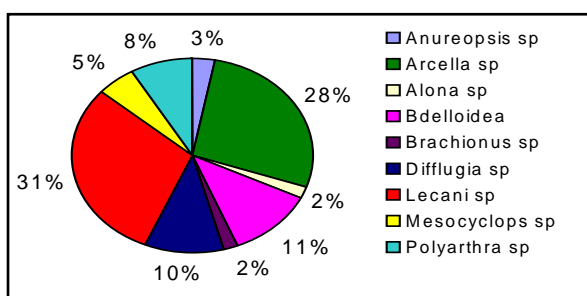


TABELA 3 – Abundância das espécies de zooplâncton identificadas no córrego do Geraldo.

Taxa	P1	PI	P2	P3	P4
Protozoa					
<i>Arcella sp</i>	13	26	28	86	3
<i>Ciphoderia sp</i>	-	-	-	-	3
<i>Centropixis sp</i>	-	-	-	6	14
<i>Diffflugia sp</i>	4	10	5	18	10
<i>Paramecium sp</i>	-	-	-	-	142
Rotifera					
<i>Anureopsis sp</i>	1	3	2	8	2
Bdelloidea	-	11	-	-	-
<i>Brachionus sp</i>	-	2	-	-	-
<i>Lecani sp</i>	-	29	2	21	-
<i>Polyarthra sp</i>	-	8	4	-	-
Copepoda					
<i>Mesocyclops sp</i>	-	5	1	-	-
Insecta					
<i>Chaoborus sp</i>	-	-	-	5	-
Cladocera					
<i>Alona sp</i>	-	2	2	-	-
Riqueza taxonômica	3	9	7	6	6
Total	18	96	44	144	174

TABELA 4 – Abundância de Copepodas (náuplios e copepoditos) no Córrego do Geraldo.

Estágio larval	P1	P2	P3	P4
Náuplios	5	51	7	-
Copepoditos	2	8	7	1

Comunidade bentônica

Um total de 26 taxa de macroinvertebrados foi encontrado, estando os organismos distribuídos em 5 filos: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes e Nematoda (TABELA 5). O grupo mais representativo foi o dos insetos, seguido de Oligochaeta e Copepoda. Dentre os insetos os grupos dominantes foram Diptera (Chironomidae, Simuliidae e Psychodidae), Trichoptera e Odonata.

A riqueza taxonômica (FIGURA 4) variou bastante entre os pontos de amostragem apresentando maior valor no ponto 2 (18 taxa) e menor no ponto 1 (9 taxa), a densidade variou de 219 ind/m² (P1) a 24.782 ind/m² (P3) (TABELA 5). De acordo com a disponibilidade de habitats e de recursos tróficos os organismos encontrados representaram 6 grupos tróficos sendo eles predadores, coletores, generalistas, fragmentadores, raspadores e parasitas (FIGURA 5). A maior diversidade de grupos tróficos foi encontrada no ponto 2, sendo os organismos representantes desse trecho larvas de Chironomidae e Ceratopogonidae (Diptera), larvas de *Oxyethira* (Trichoptera), ninfas de Libellulidae (Odonata) e Copepoda.

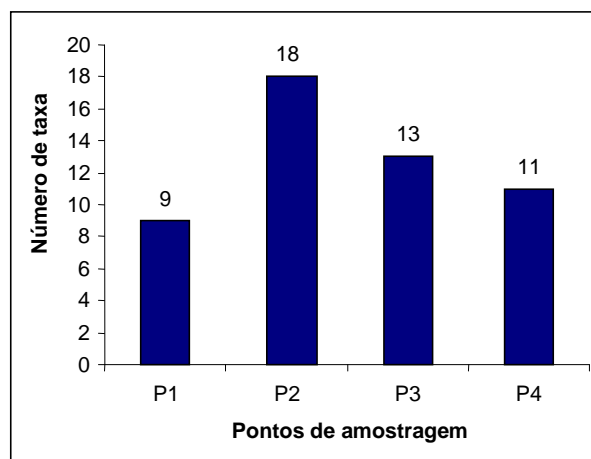


FIGURA 4 – Variação da riqueza taxonômica nos pontos amostrados.

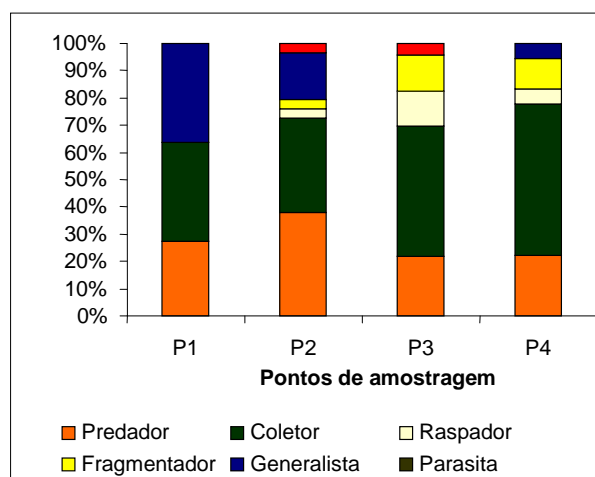


FIGURA 5 – Composição dos grupos tróficos funcionais das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em 4 pontos do córrego do Geraldo.

TABELA 5 – Densidade de macroinvertebrados bentônicos do córrego do Geraldo (Junho 2006).

Taxa	P1	P2	P3	P4
Arthropoda				
Insecta				
Diptera				
Chironomidae	47	850	12.823	3.323
Simuliidae	-	24	11.350	1.128
Ceratopogonidae	-	578	8	-
Tipulidae	-	8	62	47
Culicidae	-	31	8	-
Psychodidae	-	-	61	811
Empididae	-	-	8	-
Tabanidae	-	-	8	-
Trichoptera				
Hydroptilidae	-	366	-	-
Hydropsychidae	23	16	-	-
Heteroptera				
Belostomatidae	8	16	-	-
Gerridae	-	8	-	-
Odonata				
Coenagrionidae	8	16	-	-
Libellulidae	8	195	-	16
Coleoptera				
Elmidae	47	-	-	-
Hydrophilidae	8	-	-	8
Família "a"	-	8	-	-
Collembola	-	-	-	8
Annelida				
Oligochaeta	8	109	390	11.827
Hirudinea	-	23	16	-
Crustacea				
Copepoda	-	2956	-	-
Ostracoda	62	98	-	-
Mollusca				
Gastropoda				
Physidae	-	-	32	203
Planorbidae	-	16	-	-
Nematoda	-	-	8	16
Platyhelminthes				
Turbellaria	-	8	8	16
Densidade total (ind/m²)	219	4.966	24.782	17.403

Indicadores microbiológicos de qualidade de água

O córrego do Geraldo apresentou contagens significativas de coliformes fecais e totais. Maior contagem foi encontrada no ponto 4, tanto para coliformes fecais quanto para coliformes totais, o que é perfeitamente compreensível, uma vez que este ambiente representou o ponto mais impactado devido ao lançamento direto de esgotos. Um resultado interessante foi observado no ponto 1, pelo maior número de coliformes totais (300 NMP/100mL) que no ponto 2, ao contrário do que seria esperado, devido às características do ambiente (TABELA 6).

TABELA 6 – Valores em Número Mais Provável (NMP) para coliformes.

Pontos de amostragem	NMP/100 mL	
	Coliformes totais	Coliformes fecais
P1	300	300
P2	140	140
P3	1600	170
P4	≥ 1600	≥ 1600

DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos e seus efeitos na composição das comunidades zooplanctônicas e de macroinvertebrados bentônicos

As características físico-químicas desempenham papéis críticos na composição das comunidades biológicas e podem ter importantes conseqüências para o número e tipo de biota presente num dado intervalo de tempo (SILVEIRA, 2004).

Com base nos parâmetros analisados e no levantamento das comunidades zooplanctônicas e de macroinvertebrados bentônicos os pontos 1 e 2 apresentaram-se como os mais preservados. No que se refere aos parâmetros físico-químicos, baixas concentrações de nutrientes foram encontradas nestes pontos o que favoreceu um bom desenvolvimento das comunidades biológicas. Ao contrário do P2, baixa diversidade de organismos zooplanctônicos e bentônicos foi encontrada no P1, entretanto a presença de organismos bentônicos sensíveis tanto em P1, quanto em P2, tais como Trichoptera, Odonata e Coleoptera nos permitiram afirmar que estes ambientes possuem uma boa qualidade de água, principalmente se associados aos valores encontrados para oxigênio dissolvido e turbidez (TABELA 2). Cabe ressaltar que a baixa concentração de oxigênio dissolvido encontrada em P2 (4,8 mg/l), se deve principalmente ao fato deste ambiente ser o mais profundo (menos sujeito à oxigenação mecânica) e por ser uma área de remanso.

A baixa diversidade de organismos zooplanctônicos encontrados nos pontos 1, 3 e 4 pode ser explicada pelo fato de que tais organismos não conseguem vencer o fluxo de corrente de um rio, córrego ou ribeirão (CASANOVA, 2004). Já nos pontos 2 e PI que se apresentaram como áreas de remanso maior diversidade de organismos foi encontrada. O ponto intermediário (PI), entre P1 e P2 demonstra claramente esta diferença entre a diversidade de organismos de um ambiente lótico e um lêntico, ao apresentar representantes do plâncton que não foram encontrados em mais nenhum ponto, como é o caso da ordem Bdelloidea e do gênero *Brachionus sp.*

O aumento nas concentrações de amônia, fósforo e fosfato nos pontos 3 e 4, provocaram alterações na densidade e diversidade tanto dos organismos zooplanctônicos, quanto dos organismos bentônicos. No ponto 3, a comunidade zooplanctônica diminuiu passando a ser representada principalmente pelos gêneros *Diffugia* e *Arcella*, que são protozoários e quase sempre detritívoros que se alimentam de restos de matéria orgânica, o que explica a maior ocorrência destes gêneros neste ponto. Os gêneros *Centropixis* e *Chaoborus*, também apareceram neste ponto, sendo este último uma larva de Diptera pertencente à classe Insecta. Este tipo de larva é geralmente encontrado em ambientes eutrofizados com baixa concentração de oxigênio e é predadora de outros gêneros zooplanctônicos, o que também explica a queda de representantes zooplanctônicos (rotíferos e copépodos) neste ponto.

Na comunidade bentônica, o aumento nas concentrações de nutrientes levou a um aumento nas densidades de insetos da família Chironomidae e na classe Oligochaeta.

Nesse ponto (P3) foram encontrados também insetos da família Psychodidae, cuja ocorrência está relacionada à presença de matéria orgânica em decomposição. A presença de insetos da família Tipulidae, que ocorrem em águas poluídas, confirmou também uma alteração na qualidade da água nesse ponto.

No ponto 4 foram encontradas concentrações ainda maiores de nutrientes, sendo este ponto o mais afetado pelas atividades antrópicas. Neste trecho ocorrem diariamente grande lançamento de esgoto doméstico não tratado e lixo em geral. Segundo Esteves (1998), é a partir do processo de decomposição da matéria orgânica, que ocorre a liberação da amônia para o meio. A grande concentração de matéria orgânica encontrada ocasionou então um alto teor de amônia na água (TABELA 2). O aumento nos teores de fósforo total e fosfato neste trecho também foram ocasionados pela presença em excesso de matéria orgânica. O valor encontrado para a concentração de oxigênio dissolvido (6 mg/l), foi acima do esperado, diante dos valores encontrados para os demais parâmetros (TABELA 2), entretanto este ponto trata-se de um trecho de rápido com constante oxigenação da água.

A diversidade da comunidade zooplanctônica neste trecho foi extremamente baixa, sendo registrados 6 gêneros: *Arcella*, *Anureopsis*, *Ciphoderia*, *Diffugia*, *Centropixis*, *Paramecium*. Destes, apenas o gênero *Anureopsis*, não é um protozoário. Segundo Coelho-Botelho (2002), outros organismos zooplanctônicos, como cladóceros e copépodos são extremamente sensíveis às adversidades do meio, sendo indicadores de qualidade da água. A ausência desses organismos nos pontos 3 e 4, indicou uma alteração nas condições adequadas ao seu estabelecimento, influenciando diretamente a estrutura da comunidade.

A composição da comunidade bentônica também foi bastante afetada pelas alterações das características físico-químicas neste ponto, as quais favoreceram o estabelecimento de organismos tolerantes e resistentes à poluição. Neste trecho a comunidade foi representada principalmente pela classe Oligochaeta e por insetos das famílias Simuliidae, Chironomidae e Psychodidae. Os insetos da família Simuliidae ocorrem em águas limpas podendo ser encontrados também em áreas de rápido (ponto 4). Outra explicação para sua ocorrência consiste no fato de serem organismos coletores, sendo atraídos assim pela disponibilidade de recursos tróficos. Os organismos das famílias Chironomidae e Psychodidae ocorrem principalmente em ambientes com águas poluídas (CALLISTO, MORETTI & GOULART, 2001) e assim como os da classe Oligochaeta indicam ambientes eutrofizados (MORETTI, 2004).

Indicadores microbiológicos de qualidade de água

Os organismos microbiológicos indicadores de potabilidade usuais são bactérias do grupo coliforme, que quando presentes em água indicam contaminação por fezes (MACÊDO, 2003). A presença de coliformes na água não representa, por si só, um perigo a saúde, mas indica a possível presença de outros organismos patogênicos (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2006). Uma vez que o habitat natural das bactérias coliformes é o trato intestinal dos humanos e animais de sangue quente, estas são liberadas através das fezes, e sua presença indica que a água recebeu materiais fecais ou esgoto (SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE, 2005).

De acordo com a quantidade de coliformes encontrada nos pontos de amostragem, detectou-se que a água não apresenta boas condições de consumo sem tratamento prévio, em nenhum dos trechos. No ponto 1 a ocorrência consistente desses microrganismos (300 NMP/100mL) pôde ser atribuída à presença de animais de sangue

quente na região de entorno (durante a coleta foram observadas pegadas de bovinos nas margens do córrego) e à profundidade (26 cm) e temperatura (22° C) mensuradas, uma vez que, menores volumes de água e águas mais quentes favorecem um maior estabelecimento desses microrganismos. Da mesma forma a contagem mais baixa foi encontrada (140 NMP/100mL) no ponto 2, que por sua vez apresentou menor temperatura – 16,5° C – bastante inadequada à reprodução destes microrganismos. Além disso, este ponto foi o mais profundo e o maior volume de água pode ter influenciado na contagem dos coliformes.

O ponto 3 apresentou um número significativo de coliformes totais, 1600 NMP/100mL, porém um número relativamente baixo para coliformes fecais, 170 NMP/100mL. Este ponto apresentou uma grande densidade de protozoários (TABELA 3), os quais se alimentam de bactérias, e certamente contribuíram para a redução de seu índice de ocorrência.

Finalmente, o ponto 4, diante do que já foi descrito, não poderia deixar de apresentar, a maior contagem de coliformes (TABELA 6). O lançamento excessivo de esgotos neste trecho gerou uma grande concentração de matéria orgânica, favorecendo um desenvolvimento desordenado destes microrganismos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento das atividades econômicas, a dependência e o mau uso dos recursos hídricos, a qualidade da água vem diminuindo exponencialmente, sendo que a utilização dos córregos, rios e ribeirões como local de despejo de lixo urbano e esgotos não tratados vem contribuindo cada vez mais para a diminuição da vida aquática e da disponibilidade de água para a população.

As atividades antrópicas realizadas ao longo do córrego do Geraldo têm causado grandes prejuízos às comunidades biológicas, através da alteração de sua dinâmica, tendo influência direta em sua estrutura e sua distribuição. A degradação deste ambiente, tem piorado ainda a situação da sub-bacia na qual está inserido agravando seu histórico de degradação.

Os resultados encontrados neste estudo nos permitiram inferir que o córrego do Geraldo apresenta um gradiente de poluição ao longo de seu percurso, cuja degradação se torna mais crítica das nascentes em direção à foz. As alterações identificadas nas características físico-químicas levaram a uma redução na diversidade de organismos bentônicos e zooplanctônicos, que são elementos importantes na cadeia alimentar e no fluxo de energia, e cuja diminuição no ambiente poderá ocasionar um sério desequilíbrio, afetando não só suas comunidades mas todo o meio aquático.

A criação de um programa de monitoramento ecológico e educação ambiental, juntamente com a implantação de políticas de gerenciamento, manejo e preservação deste ecossistema aquático, torna-se fundamental na reversão de seu quadro de degradação. Vale lembrar que a preservação de um curso de água, não implica somente na retirada de todo o esgoto ou qualquer substância tóxica nele presente, mas também em preservar todo seu ambiente de entorno, recompondo suas matas ciliares e evitando qualquer tipo de transtorno ambiental, tais como acúmulo de lixo urbano e erosão (MORAIS *et al.*, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA-TERCEDOR, J., 1996, Macroinvertebrados acuaticos y calidad de las aguas de los rios. *IV Simposio del Agua en Andaluzia (SIAGA)*, Almeira, v. 2, 203 – 213.

AMBIENTE BRASIL. *Águas Urbanas*. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/HTM>>. Acesso em 09 e outubro de 2005.

BARROS *et al.*, 2003, Identificação das ocupações irregulares nos fundos de vale da cidade de Londrina/PR por meio de imagem landsat 7. *R. RA'EGA*, n. 7: 47 – 54.

CALLISTO, M. & GONÇALVES JÚNIOR, J. F., 2002, A vida nas águas das montanhas. *Ciência Hoje*, 31 (182): 68 – 71.

CALLISTO, M. & GONÇALVES JÚNIOR, J. F. 2005, Bioindicadores Bentônicos. In: Fábio Roland, Dionéia César e Marcelo Marinho (Eds). *Lições de Limnologia*, 371 – 379.

CALLISTO, M. *et al.*, 2004, Diversity assesment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 64 (4): 743 – 755.

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M., 2001, Macroinvertebrados bentônicos como ferramentas para avaliar a saúde de riachos. *Revta. Bras. Rec. Hid.* 6 (1): 71 – 82.

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M., 2001, Macroinvertebrados bentônicos como ferramentas para avaliar a saúde de riachos. *Revta. Bras. Rec. Hid.* 6 (1): 71 – 82.

CASANOVA, S. M. C. and HENRY, R. Longitudinal Distribution of copepoda populations in the transition zone of Paranapanema river and Jurumirim reservoir (São Paulo, Brazil) and interchange with two lateral lakes. Departamento de zoologia, Instituto de Biociências, Universidade do Estado de São Paulo (UNESP), 2004.

COELHO-BOTELHO, M.J. Dinâmica da comunidade Zooplancônica e sua Relação com o grau de trofia em reservatórios, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, CETESB. Setor de Comunidades Aquáticas, São Paulo, 2002.

DAIGLE, J. J., 1991, *Identification Manual for the Odonata Larvae of Florida*. Department of Environmental Protection - Divison of Water Facilities. Tallhassee, Florida. v. 1.

DAIGLE, J. J., 1992, *Identification Manual for the Odonata Larvae of Florida*. Department of Environmental Protection - Divison of Water Facilities. Tallhassee, Florida. v. 2.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. *Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil*. Brasília: Universa-UCB, 1997.

ELPER, J. H., 1996, *Identification Manual for the Water Beetles of Florida*. Department of Environmental Protection - Divison of Water Facilities. Tallhassee, Florida.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

GOULART, M. & CALLISTO, M., 2003, Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental. *Fapam em Revista*. 2: 153 – 164.

- KOST, W. 1978. **Rotatoria Die Radertiere Mitteleuropas II**. Tafelbandi Gerbruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- MACÊDO, J. A. B. *Métodos Laboratoriais de Análises Físico – Químicas e Microbiológicas*. 2ª ed. Belo Horizonte, 2003 – p. 450.
- MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R., 1999, A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. *Rev. Brasil. Biol.*, 59 (2): 203 – 210.
- MARTINS-SILVA, M. I. *et al.* Comunidade bentônica do Lago Paranoá. In: Fernando Oliveira Fonseca (org.). *Uso e ocupação do lago Paranoá e margens e bases sustentáveis. Um olhar no ano 2000*. Brasília, 2001. v. 1. 67 p.
- MORAIS, D.S.L. *et al.* Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. Departamento de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campus de Corumbá – MS, Brasil, 1999.
- MORETTI, M. S., 2004, Atlas de identificação rápida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos. Adaptado a parer de: Pérez, G. R. 1988. *Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento da Antioquia*. Editorial Presencia Ltda. Bogotá, 217 p.
- NAIME, S. M. M. N. *Águas de Pará de Minas*. 1. ed. Pará de Minas, 2005.
- PÉREZ, G. R., 1988, *Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento da Antioquia*. Editorial Presencia Ltda. Bogotá, 217 p.
- PESCADOR, M. L.; RASMUSSEN, A. K. & HARRIS, S. C., 1995, *Identification Manual for the Caddisfly (Trichoptera) Larvae of Florida*. Department of Environmental Protection - Division of Water Facilities. Tallhassee, Florida.
- PINTO *et al.*, 2004, Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Scientia Forestalis*, 65: 197 – 206.
- SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. *Análise da Água como atividade de Educação Ambiental*. Pernambuco, 2005. Disponível em: <<http://www.sectma.pe.gov.br/html>>. Acesso em 23 de julho de 2006.
- SILVA *et al.* *Manual de Métodos de Análise Microbiológica da Água*. São Paulo: Varela, 2005 – p. 164.
- SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para a avaliação da qualidade da água em rios. Embrapa Meio Ambiente , Documentos-36, 2004. 68p.
- STENERT, C. *et al.*, 2004, Levantamento da diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do Rio Grande do Sul (Brasil). *Acta Biologica Leopoldensia*, 26 (4): 225 – 240.
- UNIVERSIDADE DA ÁGUA. *Qualidade das Águas*. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.uniaqua.org.br/html>>. Acesso em: 05 de setembro de 2006.
- VAZOLLER, R. F. *Microbiologia e saneamento ambiental*. Base de Dados Tropicais. Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br>. Acesso em: jul de 2003.