



Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Biologia



Renata de Moura Guimarães

**Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de
qualidade ambiental de afluentes do Rio Uberabinha,
Uberlândia - MG**



Uberlândia

2008

RENATA DE MOURA GUIMARÃES

**Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de
qualidade ambiental de afluentes do Rio Uberabinha,
Uberlândia - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais da Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Ecologia e
Conservação de Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci

UBERLÂNDIA
2008

RENATA DE MOURA GUIMARÃES

**Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de
qualidade ambiental de afluentes do Rio Uberabinha,
Uberlândia - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais da Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Ecologia e
Conservação de Recursos Naturais.

APROVADA em de 2008

Prof. Dr. Leandro Gonçalves Oliveira

UFG

Profª. Dra. Solange Cristina Augusto

UFU

Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci
UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
2008

*Dedico este estudo aos meus amados pais,
Helena e Walter, exemplos de retidão de
caráter, bondade, sabedoria e amor!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, Pai Celestial de infinita bondade pela dádiva da vida, pela capacidade de pensar, criar, fazer! Por ter permitido e me dado forças para a conclusão desse trabalho!

Aos meus pais, Walter e Helena, pelo amor e carinho diários, gratuitos! Pelo incentivo, amizade e infinitos “favores”! Minha mãe....que foi também “co-autora” desse trabalho! Participou de todas as etapas, desde a definição da idéia, do estudo da fauna com os “Diptera”, das minhas divagações científicas (rs), da leitura da dissertação e infinitos “chás”!

Às minhas irmãs Juliana e Núbia pela amizade, cooperação, alegrias diárias, ajudas, conselhos! Ao meu cunhado Roberto pelo incentivo e discussões interessantes sobre esse estudo. A vocês, família Guimarães, que suportaram comigo os momentos difíceis, as minhas ausências e os meus “xiii” pedindo silêncio! rs!

Ao meu orientador Dr. Giuliano Buzá Jacobucci, que durante esses 17 meses de trabalho mostrou-se sempre solícito a me auxiliar (tanto no mundo das idéias como no árduo trabalho de campo!), orientando-me, aconselhando-me, apontando-me caminhos, sem, contudo, privar-me de minhas idéias, da minha autonomia como pesquisadora. Obrigada por tudo Giuliano!

Agradeço ao Wesley, meu querido, pela compreensão, pelo apoio e por abrilhantar a minha vida, os meus dias!!!

Nossa!!!

Quanta gratidão!...

Agradeço a todos os meus familiares, tias, tios, madrinhas, padrinhos, primos, primas....obrigada pela torcida e pelo carinho!

Agradeço aos meus amigos...meus amados amigos!!! Liliane (Lili), Simone (Pr...), Ana Flávia (Fava), Raquel, Luis Armando, Karina Farnezi, Carina (meu ursinho!), Patrícia (Path, minha grande companheira nos dias de sol e de nuvens do mestrado! E que nuvens!!! rs!), Daniela (Nitz), Michelle (Mizinha), Hugnei (Gnei), Francesca (Tchesquinha), Jonas, Daise e tantos e tantos amigos! Obrigada pelo calor da amizade, pela torcida, pela compreensão da minha ausência! Amo muito vocês!

Aos meus colegas de laboratório, Amanda, Welton, Henrique, Pedro, Jairo...certamente o trabalho ficou bem mais leve porque estávamos juntos! Nossas conversas, músicas, docinhos e risos foram muito importantes!

Aos meus estagiários Ana Rita, Shelka, Alex, Fabiano, Pedro, Ana Flávia, Flávio, Marcos e Carina! Honra a vocês porque sabemos que triar não é fácil!!! Rs!

Às minhas “fotógrafas” Lili e Ana Flávia...amigas, companheiras!!!

A todos que me auxiliaram na laboriosa atividade de campo, Ana Cecília, Marcos, Jairo, Welton, Eduardo, Juliana, Cássius, Cássio, Ione. Meu muito obrigada a vocês!

Ao Raphael, sempre prestativo, pelo auxílio na identificação dos Collembola.

Às pessoas que durante esses dois anos de Umuarama tive a oportunidade de conhecer, admirar e gostar: Maria Angélica (secretaria da Pós), Sr. Odécio (FAMEV), Anselmo “in memorian”, Lucimar (FAMEV), Ronaldo (FAMEV), Zé (FAMEV), Verinha e Magda.

Aos meus amigos do LABIO, pela amizade, receptividade, “apoio técnico”, lanchinhos etc! rs!

Agradeço à família Novaes Oliveira pela torcida, pelo carinho e amizade.

À família Palhares Ferreira pelas orações, incentivos e amizade!

Aos meus professores, e aqui me refiro a todos os professores que tive em minha vida, desde a primeira série do ensino fundamental até meus professores do mestrado! Cada um de vocês tem sua contribuição neste trabalho, na minha vida! Obrigada!

Ao Dr. Luis Alfredo Pavanin, por viabilizar a realização das análises físico-químicas e pelas sugestões na análise dos dados.

À Dra. Kátia Gomes Facure pelo precioso auxílio nas análises multivariadas e estatísticas.

Aos membros da banca, Dra. Solange Cristina Augusto, Dr. Leandro Gonçalves Oliveira e Dr. José Fernando Pinese por terem aceitado o convite.

À Dr. Roberta Fusconi pelo incentivo e compreensão nesses últimos dias de trabalho!

Ao Dr. Leandro Gonçalves Oliveira pela identificação dos organismos e a todos os seus orientandos que me auxiliaram no estágio realizado na UFG, em especial a MSc. Juliana Simião, a qual não mediu esforços para me ajudar.

À UFU e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. À CAPES pelo auxílio financeiro da bolsa.

Agradeço também e aqui destaco o meu respeito a todos os organismos coletados durante este trabalho.

Ao meu “companheirinho” Algodão que esteve sempre perto de mim nesses longos e curtos três meses de redação da dissertação.

Também sou grata às dificuldades, às “pedras no meio do caminho”. Certamente elas nos fazem crescer, melhorar dia após dia!

Enfim, meu muito obrigada a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho!

Obrigada!

Obrigada!

E obrigada!!!



O Senhor é o meu Pastor; nada me faltará.
Ele me faz repousar em pastos verdejantes.
Leva-me para junto das águas de descanso;
refrigera-me a alma.

Guia-me pelas veredas da justiça por amor do seu nome.
Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte,
não temerei mal nenhum, porque tu estás comigo;
a tua vara e o teu cajado me consolam.

Preparas-me uma mesa na presença dos meus adversários,
unges-me a cabeça com óleo;
o meu cálice transborda.

Bondade e misericórdia certamente me seguirão em todos os dias de minha vida;
e habitarei na Casa do Senhor para todo o sempre.

Amém!

Salmo 23

RESUMO

Guimarães, R.M. 2008. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade ambiental de afluentes do Rio Uberabinha, Uberlândia – MG. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 99p.

A utilização de índices bióticos e de diferentes métricas de macroinvertebrados bentônicos tem sido amplamente explorada em estudos realizados em sistemas lóticos no contexto da avaliação ambiental, assim como o conhecimento da relação biótico e abiótico e da dinâmica longitudinal das variáveis físico-químicas desses ambientes aquáticos. Este estudo objetivou avaliar a qualidade da água de córregos da área urbana de Uberlândia – MG, utilizando métricas das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, além de caracterizar a dinâmica longitudinal e sazonal de variáveis físico-químicas nesses córregos, avaliar a distribuição e a variação sazonal dos macroinvertebrados e a influência de variáveis ambientais sobre essas comunidades. O córrego Cabeceira do Lageado (C1) situa-se em uma Reserva Ecológica, já os córregos Buritizinho (C2), Lobo (C3) e Bons Olhos (C4) estão inseridos diretamente na malha urbana. Foram realizadas coletas na estação chuvosa e na estação seca, avaliadas as condições ecológicas dos locais e calculadas as métricas BMWP, diversidade de Shannon-Wiener, equidade de Pielou, riqueza de *taxa*, percentagem de EPT, Chironomidae e Oligochaeta. A comparação dessas métricas entre córregos em cada período de amostragem foi realizada através de Análise de Variância (ANOVA *One Way*), seguida do teste de Tukey. A comparação das métricas entre períodos de amostragem foi realizada utilizando-se o Teste t pareado e a relação entre elas foi avaliada através da Análise de Componentes Principais (PCA). Também foram avaliadas variáveis físico-químicas da água e do sedimento. As análises de correspondência (CA) e de componentes principais (PCA) determinaram os padrões mais importantes nos dados de abundância dos *taxa* e de variáveis ambientais, respectivamente. A significância das variáveis ambientais sobre a fauna foi avaliada através de Análise de Correspondência Canônica (CCA). Em C1 houve maior representatividade de EPTs, seguido de C4 e C2. A abundância de Chironomidae foi alta em todos os córregos, já a de Oligochaeta foi alta em córregos 2 e 3. O córrego 2 apresentou valores significativamente mais baixos de riqueza de *taxa* e BMWP em relação aos demais córregos na estação seca. Não foram encontradas diferenças sazonais das métricas dentro de cada córrego. A % EPT, riqueza e BMWP refletiram melhor a qualidade ambiental dos córregos, remetendo à boa qualidade de C1, seguida de C4, e em piores condições C2 e C3. As variáveis DBO, DQO, matéria orgânica, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido foram as mais importantes para a diferenciação dos córregos, apontando um gradiente de qualidade ambiental, de C1, que apresentou boa qualidade ambiental, até C2, que apresentou águas muito degradadas, e C3 e C4 em condições intermediárias. Grupos sensíveis à poluição restringiram-se a C1 e grupos mais tolerantes ocorreram em maior abundância em C2. Quanto à relação fauna e variáveis ambientais, a variável oxigênio dissolvido foi a mais importante para Ephemeroptera, Coleoptera (outros), Trichoptera (outros), Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae e Diptera (outros), a DBO para Hydrophilidae e Hirudinea e a turbidez para Collembola. São urgentes medidas de recuperação dos córregos 2, 3 e 4, visando a melhoria da qualidade da água desses mananciais. Além disso, fica evidente a importância da preservação das veredas para os sistemas lóticos associados às mesmas.

Palavras chave: Índices Bióticos, variáveis ambientais, sistemas lóticos, poluição, macroinvertebrados bentônicos.

ABSTRACT

Guimarães, R.M. 2008. Benthic macroinvertebrates as environmental quality indicators of Uberabinha river tributaries, Uberlândia - MG. MSc.thesis. UFU. Uberlândia-MG. 99p.

The use of biotic indices and different metrics of benthic macroinvertebrates has been widely used in studies on lotic systems in the context of environmental assessment, as well as the knowledge of the biotic and abiotic relationship and longitudinal dynamics of physico-chemical variables of these aquatic environments. This study aimed to evaluate the water quality of streams in the urban area of Uberlândia - MG, using metrics of benthic macroinvertebrate communities, and to characterize the seasonal and longitudinal dynamics of physico-chemical variables in these streams, evaluate the distribution and seasonal variation of macroinvertebrates and the influence of environmental variables on these communities. Cabeceira of Lageado stream (C1) is situated in a Natural Reserve, and the streams Buritizinho (C2), Lobo (C3) and Bons Olhos (C4) are directly inserted into the urban area. We conducted samplings in wet and dry seasons, evaluating the ecological conditions of the sites and calculating the metrics BMWP, Shannon-Wiener diversity, Pielou evenness, *taxa* richness, percentage of EPT, Chironomidae and Oligochaeta. The comparison of these metrics among streams in each sampling period was performed by analysis of variance (One Way ANOVA), followed by Tukey test. The comparison of metrics between sampling periods was performed by the paired t test and the relationship between them was evaluated by principal components analysis (PCA). We also evaluated physico-chemical variables of water and sediment. Correspondence analysis (CA) and principal component analysis (PCA) determined the most important patterns in *taxa* abundance and environmental variables data, respectively. The significance of environmental variables on the fauna was evaluated through Canonical Correspondence Analysis (CCA). In C1 EPTs were more representative, followed by C4 and C2. The Chironomidae abundance was high in all streams and Oligochaeta abundance was high in streams 2 and 3. Stream 2 had significantly lower values of *taxa* richness and BMWP than the other streams in the dry season. There were no seasonal differences of metrics within each stream. The % EPT, richness and BMWP better reflected the environmental quality of the streams, referring to the good quality of C1, followed by C4, and in worst conditions C2 and C3. The variables BOD, COD, organic matter, turbidity, conductivity and dissolved oxygen were the most important for stream differentiation, indicating a gradient of environmental quality, from C1, with good environmental quality, to C2, which showed very degraded waters, and C3 and C4 in intermediate conditions. Pollution sensitive groups were restricted to C1 and more tolerant groups occurred in higher abundance in C2. Considering the relationship between fauna and environmental variables, the variable dissolved oxygen was more important to Ephemeroptera, Coleoptera (other), Trichoptera (other), Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae and Diptera (other), the BOD to Hydrophilidae and Hirudinea and turbidity to Collembola. Measures for recovery of the streams in the urban area of Uberlândia, aiming to improve the water quality are urgent. Moreover, it is clear the importance of the preservation of “veredas” for the associated lotic systems.

Keywords: Biotic indices, environmental variables, lotic systems, pollution, benthic macroinvertebrates.

SUMÁRIO

1	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	12
2	INTRODUÇÃO GERAL	13
3	ÁREA DE ESTUDO	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
	Referências	30
5	CAPÍTULO 1: CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CÓRREGOS DE UMA ÁREA URBANA UTILIZANDO MÉTRICAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS	35
5.1	Introdução	38
5.2	Área de Estudo	40
5.3	Material e Métodos	41
5.4	Resultados	43
5.5	Discussão	50
5.6	Conclusão	54
	Referências	55
6	CAPÍTULO 2: INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE SISTEMAS LÓTICOS DE UMA ÁREA URBANA	60
6.1	Introdução	63
6.2	Área de Estudo	65
6.3	Material e Métodos	66
6.4	Resultados	69
6.5	Discussão	87
6.6	Conclusão	91
	Referências	92
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	99

1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi estruturada nas seguintes seções: Introdução Geral, Área de Estudo, Material e Métodos, Referências Bibliográficas, Capítulos 1 e 2 e Considerações Finais.

A introdução geral contextualiza a temática e os objetivos da pesquisa realizada.

Na seção área de estudo, os córregos são descritos e localizados na malha urbana de Uberlândia - MG.

Na seção Material e Métodos é feita uma descrição detalhada das análises utilizadas no trabalho.

Os capítulos 1 e 2 apresentam-se na forma de manuscrito científico e serão submetidos a periódicos de reconhecida qualidade nas áreas de Ecologia e Limnologia. O capítulo 1 aborda a qualidade da água de afluentes do Rio Uberabinha através da avaliação espaço-temporal de métricas bióticas obtidas das comunidades de invertebrados bentônicos. No capítulo 2 é feita uma caracterização da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, das variáveis físico-químicas da água e do sedimento nos pontos de coleta e avaliada a influência dessas variáveis na comunidade biótica.

2 INTRODUÇÃO GERAL

Os recursos hídricos continentais são amplamente utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, quais sejam o abastecimento de água, a geração de energia, a irrigação, navegação, aquicultura, harmonia paisagística, etc. Entretanto, nas últimas décadas, com o crescimento urbano acelerado, os ambientes aquáticos vêm sendo ameaçados pelas ações antrópicas, ocasionando prejuízos ao equilíbrio da vida aquática e à própria humanidade (MORAES; JORDÃO, 2002).

Atualmente, os corpos d'água continentais têm recebido atenção especial por parte de ecólogos e autoridades governamentais em diversos países, incluindo o Brasil (SALATI et al., 1999; TUNDISI et al., 1999). No cenário mundial, o Brasil ocupa uma posição especial, devido à enorme descarga de água doce fluvial, representando 53% de toda a produção de água doce da América do Sul ($334,000 \text{ m}^3/\text{s}$) e 12% da produção global ($1.488.000 \text{ m}^3/\text{s}$) (REBOUÇAS, 1999).

Estudos da qualidade das águas são muito importantes para o a avaliação da saúde dos corpos d'água, indicando os impactos ambientais e o efeito dos mesmos no metabolismo do ecossistema e na vida aquática. A partir de tais conhecimentos, pode-se planejar adequadamente programas de monitoramento e/ou recuperação de áreas degradadas.

Vários estudos de avaliação da qualidade das águas já foram realizados considerando-se apenas a avaliação de parâmetros físico-químicos da água (BRANCO; NECCHI JR., 1997; VALENTE et al., 1997; KRAUSE et al., 2008; LOPES et al., 2008;). Entretanto, quando se utilizam apenas esses parâmetros, a avaliação tem um caráter imediato, ou seja, não é capaz de mostrar efeitos integrados de todos os impactos causados a um determinado corpo d'água.

A avaliação biológica tem sido amplamente utilizada em programas de monitoramento e manejo da qualidade e integridade de ecossistemas aquáticos, complementando os métodos físico-químicos tradicionais (KARR, 1999; LINKE et al., 2005). Essa integração permite a construção de um conhecimento mais abrangente e certamente leva a interpretações mais fiéis à realidade dos sistemas aquáticos.

O biomonitoramento de corpos hídricos através do uso de macroinvertebrados bentônicos tem sido cada vez mais usado e aceito como uma importante ferramenta na avaliação da qualidade da água (CALLISTO, 2000; GOULART; CALLISTO, 2003). Os macroinvertebrados bentônicos são organismos que habitam o fundo de rios, lagos e reservatórios, associados a diversos tipos de substratos como sedimentos minerais, detritos,

macrófitas aquáticas e algas filamentosas (ROSENBERG; RESH, 1993). Esses organismos, por convenção, apresentam dimensões superiores a 0,5 mm (HAUER; RESH 1996). A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos é representada por artrópodes, anelídeos, moluscos, espongiários, platelmintos, nematóides, briozoários, dentre outros (HUTCHINSON, 1967; WETZEL, 1993). Apresentam uma grande diversidade de espécies e são encontrados em quase todos os tipos de habitats de água doce.

São vários os fatores que podem influenciar a composição e distribuição dos macroinvertebrados bentônicos, como a disponibilidade e qualidade de alimento, o tipo de substrato, o tamanho das partículas do sedimento, a presença de macrófitas aquáticas, a concentração de matéria orgânica no sedimento, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido dentre outras (WARD et al., 1995).

Também já é sabido que importantes alterações nas comunidades de macroinvertebrados ocorrem em sistemas lóticos sujeitos a impactos antrópicos, como o aumento da concentração de matéria orgânica (através do lançamento de esgotos domésticos e fertilizantes agrícolas), a contaminação por metais pesados e as alterações de características pedológicas e da vegetação das margens dos cursos d'água (MARQUES et al., 1999; CALLISTO et al., 2001; FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO JUNIOR, 2002).

De forma geral, quanto maior a intensidade dos impactos ambientais mais intensas são as respostas ecológicas das comunidades, podendo haver desde alteração da abundância relativa de alguns grupos até exclusão de espécies ou aumento populacional de espécies oportunistas. Assim, os organismos que vivem em um dado ecossistema estão adaptados às suas condições ambientais e por isso devem refletir o nível de preservação de condições naturais ou as alterações provocadas pela emissão de poluentes ambientais (HYNES, 1974).

Alguns organismos sensíveis à poluição, como é o caso de formas imaturas de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), têm sido bastante utilizados como bioindicadores em programas de monitoramento ambiental (EATON, 2003).

As principais vantagens que destacam a adequabilidade dos invertebrados bentônicos como bioindicadores de efeitos de impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos são: 1- constituem um grupo bastante diverso e cosmopolita, sendo sensíveis a vários tipos de poluentes e distúrbios físicos; 2- apresentam coleta de baixo custo que requer aparelhagem relativamente simples e barata; 3- por estarem associados ao sedimento, permitem registrar um tempo maior de impactos do que somente a avaliação de parâmetros físico-químicos, servindo como testemunhas tanto de impactos recentes como de médio prazo; 4- têm representantes com

ciclo de vida longo em relação a outros organismos, possibilitando um maior tempo de registro de efeitos de ações antrópicas sobre a comunidade (METCALFE, 1989; BRANDIMARTE et al., 2004).

Além disso, a identificação pode se limitar apenas ao nível taxonômico de família já que permite o cálculo de importantes índices bióticos que avaliam a qualidade das águas, como por exemplo, o Biological Monitoring Working Party (BMWP) (ARMITAGE et al., 1983). Assim, o uso de grandes grupos taxonômicos é considerado razoável para fins de monitoramento e definição de prioridades conservacionistas e/ou de manejo, já que dão um caráter logístico mais viável às pesquisas, reduzindo o tempo de identificação dos organismos e driblando as limitações taxonômicas que certamente seriam encontradas em uma identificação ao nível específico (GALDEAN et al., 1999).

A região do Triângulo Mineiro é rica em recursos hídricos, mas apesar dos esforços das administrações públicas e organizações não governamentais em relação ao tratamento de efluentes, o impacto decorrente do desmatamento da vegetação de Cerrado associada aos cursos d'água e da utilização de agrotóxicos e fertilizantes merece atenção (KLINK; MACHADO, 2005). Com a intensa e crescente poluição de origem antrópica a que os corpos d'água na área urbana vêm sendo submetidos, a avaliação da qualidade ambiental dos mesmos é de grande importância para a elaboração de medidas de recuperação e ou preservação destes ecossistemas aquáticos.

A pesquisa de macroinvertebrados bentônicos além de ser adequada para fins de biomonitoramento é de grande importância, uma vez que nenhum estudo foi realizado na bacia do rio Uberabinha objetivando o levantamento desse grupo.

Desse modo, o objetivo geral do presente trabalho foi realizar um diagnóstico ambiental de afluentes do Rio Uberabinha na área urbana de Uberlândia - MG, utilizando macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade do ambiente. Especificamente, buscou-se:

1. Caracterizar as comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos cursos d'água estudados;
2. Avaliar a qualidade ambiental dos cursos d'água estudados utilizando diferentes métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos;
3. Caracterizar os ambientes lóticos do ponto de vista físico-químico da água;
4. Avaliar a influência de variáveis ambientais dos córregos estudados nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos.

3 ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Rio Uberabinha localiza-se na zona geográfica do Triângulo Mineiro abrangendo parte dos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, drenando uma área aproximada de 2.188,3 km² (FELTRAN FILHO; LIMA, 2007). Ela integra a bacia do rio Paraná, representada pelas litologias de idade Mesozóica: arenitos da Formação Botucatu, basaltos da Formação Serra Geral e rochas do Grupo Bauru (NISHIYAMA, 1989). O clima da região é o tropical e, segundo a classificação climática de Köppen é tipo Aw, megatérmico, com chuvas no verão e seca de inverno (EMBRAPA, 1982).

O município de Uberlândia (18°55'08''S, 48°16'37''W) possui mais de 608 mil habitantes (Instituto Nacional de Estatística (Brasil), 2007) e uma área de mais de 135 km². Apesar de a bacia do Rio Uberabinha ocupar apenas 37% da área do município de Uberlândia (Feltran Filho; Lima, 2007), é nela que se concentram as indústrias de óleos vegetais, frigoríficos, laticínios, usinas de álcool em expansão, além do escoamento de efluentes produzidos na área urbana. Em contrapartida, é essa mesma bacia que é responsável pelo abastecimento de água potável para a cidade de Uberlândia.

No perímetro urbano de Uberlândia são encontrados 16 afluentes, não canalizados, do Rio Uberabinha. Nestes afluentes há vários trechos de primeira ordem, dentre os quais, quatro foram escolhidos para o estudo, em função de sua localização (margens direita e esquerda) e representatividade de condições ambientais encontradas na área urbana da bacia do Rio Uberabinha. Em cada córrego foram estabelecidos três pontos de amostragem, levando-se em conta o seguinte critério: P1 – próximo à nascente; Ponto 3 - próximo à foz e Ponto 2 – local intermediário aos pontos 1 e 3. Essa padronização permitiu amostrar cada córrego de maneira a abranger possíveis diferenças dentro de cada curso d'água.

A figura 1 ilustra o trecho da bacia do Rio Uberabinha na área urbana de Uberlândia e a localização dos córregos estudados, bem como os pontos de coleta em cada um deles.

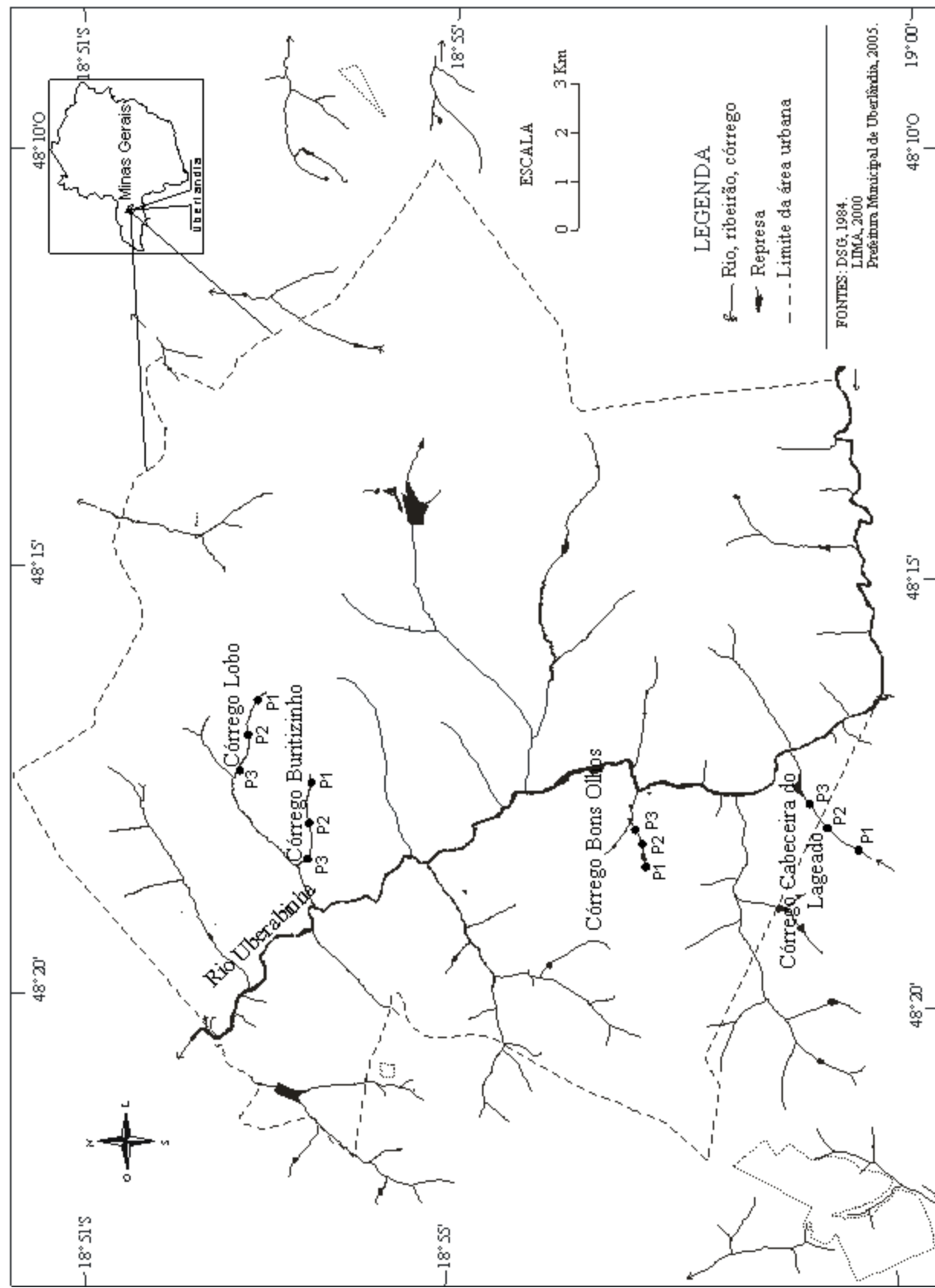


Figura 1 - Bacia do Rio Uberabinha na área urbana de Uberlândia - MG e a localização dos córregos estudados e respectivos pontos de coleta.

Córrego 1 – Cabeceira do Lageado (Figura 2)

Localizado em uma área de vereda na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó (19° 00' 09'' S e 48° 18' 46'' W). A reserva, que dista aproximadamente 10 km do centro da cidade, possui o Cerrado (sentido restrito) como vegetação predominante. Às margens do córrego o predomínio é de vegetação herbácea – graminosa, típica da fitofisionomia de Vereda (CARVALHO, 1991).

Córrego 2 – Buritizinho (Figura 3)

Localiza-se entre os bairros Roosevelt, Maravilha e Jardim Brasília (18 ° 53' 24'' S e 48 ° 17' 32'' W). A vegetação marginal nativa já foi toda alterada ou substituída por pastos, residências, pequenas chácaras e até mesmo pequenas indústrias. Suas margens estão tomadas por entulhos ou desmoronamentos em barrancos e o curso d'água está totalmente poluído pelos esgotos (BATISTA; SCHNEIDER, 1995).

Córrego 3 – Lobo ou Carvão (Figura 4)

Localiza-se entre os bairros Esperança, Liberdade e Jardim América (18 ° 52' 55'' S e 48 ° 16' 30'' W). No local a vegetação nativa já se encontra bastante alterada ou substituída por pastos, residências e pequenas chácaras. Apresenta margens com presença de entulhos e processos erosivos.

Córrego 4 – Bons Olhos (Figura 5)

Localiza-se no bairro Jardim das Palmeiras (18 ° 56' 46'' S e 48 ° 18' 12'' W). É um curso d'água que também recebe esgotos, resíduos sólidos nas margens e, embora apresentando mais remanescentes de vegetação natural que os córregos 2 e 3, esta também já encontra-se bastante alterada.



Figura 2 – Aspecto geral dos pontos de coleta do córrego Cabeceira do Lageado (C1). P1: ponto 1 ($19^{\circ} 00' 09''$ S e $48^{\circ} 18' 46''$ W) ; P2: ponto 2 ($18^{\circ} 59' 33''$ S e $48^{\circ} 18' 12''$ W) e P3: ponto 3 ($18^{\circ} 58' 59''$ S e $48^{\circ} 17' 41''$ W).



Figura 3 – Aspecto geral dos pontos de coleta do córrego Buritizinho (C2). P1: ponto 1 ($18^{\circ} 53' 24''$ S e $48^{\circ} 17' 32''$ W) ; P2: ponto 2 ($18^{\circ} 53' 27''$ S e $48^{\circ} 17' 59''$ W) e P3: ponto 3 ($18^{\circ} 53' 19''$ S e $48^{\circ} 18' 26''$ W).



Figura 4 - Aspecto geral dos pontos de coleta do córrego Lobo (C3). P1: ponto 1 ($18^{\circ} 52' 55''$ S e $48^{\circ} 16' 30''$ W) ; P2: ponto 2 ($18^{\circ} 52' 46''$ S e $48^{\circ} 16' 44''$ W) e P3: ponto 3 ($18^{\circ} 52' 08''$ S e $48^{\circ} 17' 19''$ W).

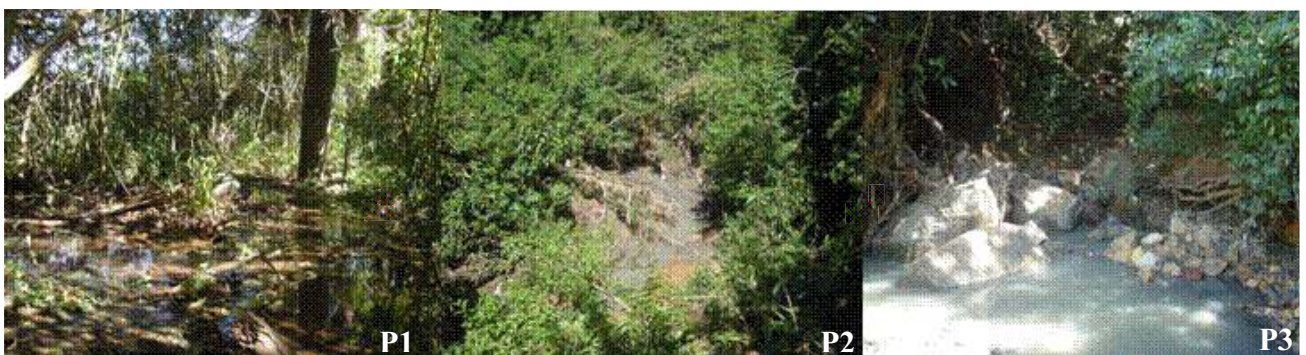


Figura 5 - Aspecto geral dos pontos de coleta do córrego Bons Olhos (C4). P1: ponto 1 ($18^{\circ} 56' 46''$ S e $48^{\circ} 18' 12''$ W) ; P2: ponto 2 ($18^{\circ} 56' 48''$ S e $48^{\circ} 18' 11''$ W) e P3: ponto 3 ($18^{\circ} 56' 57''$ S e $48^{\circ} 17' 57''$ W).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem de Macroinvertebrados Bentônicos

Foram realizadas duas coletas para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos, uma na estação chuvosa (março/2007) e outra na estação seca (julho/2007). Em cada ponto foram coletadas três sub-amostras do substrato presente no leito dos córregos, utilizando-se um coletor do tipo “Surber”, com área de 90 cm² e malha de 0,250 mm. Em cada ponto amostral, as três sub-amostras foram coletadas aleatoriamente. Para tal, 10 m de trena foram estendidos no local de coleta e foi feito um sorteio para a definição da margem e posição da sub-amostra a ser coletada.

As três sub-amostras obtidas em cada ponto de coleta foram avaliadas conjuntamente, representando uma amostra. Foram obtidas, conseqüentemente, 12 amostras por período de coleta.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas, fixadas em formaldeído a 10% e transportadas para o Laboratório de Ecologia do Instituto de Biologia – UFU, para processamento. O material recolhido na rede tipo Surber foi lavado em malha de filtragem de 0,250 mm e, posteriormente, triado em placas de Petri utilizando-se estereomicroscópio. Os macroinvertebrados bentônicos foram identificados até o nível de família - exceto os moluscos (Classe), anelídeos (Subclasse), nematóides (Filo) e isópodes (Ordem) – utilizando-se chaves de identificação específicas (MORRETES, 1949; WIGGINS, 1977; MERRIT; CUMMINS, 1984; CASTRO; SILVA 1985; RIGHI, 2002; COSTA et al., 2004) e, posteriormente, confirmados por especialista.

Características Físico-Químicas da Água

Nos mesmos períodos de amostragem da fauna também foram realizadas campanhas de coleta de água para as análises físico-químicas, sendo uma na estação chuvosa (março/2007) e outra na estação seca (julho/2007). Em cada campanha, cada ponto foi amostrado três vezes, quinzenalmente, coletando-se amostras de água em frascos âmbar com capacidade de 1,5 L, a uma profundidade média de 20 cm da lâmina d’água. As amostras foram fixadas e acondicionadas segundo técnicas e métodos descritos pela American Public Health Association (APHA, 1995).

Excetuando-se a mensuração da temperatura, que foi realizada através de um termômetro de mercúrio “in situ”, as demais variáveis físico-químicas foram analisadas na Divisão de Assessoramento Técnico e Análise Química (DIAAQ), no Instituto de Química – UFU. Foram analisados os seguintes parâmetros:

Condutividade – A condutividade foi determinada utilizando-se um condutivímetro digital (Digimed DM-32). É expressa em $\mu\text{S.cm}^{-1}$. É uma expressão numérica da capacidade da água em conduzir corrente elétrica, dependendo portanto das concentrações iônicas e da temperatura. Representa uma medida indireta da concentração de poluentes.

pH – O potencial hidrogeniônico foi medido em laboratório utilizando-se um Peagâmetro digital (Digimed DMPH). O pH da água tem uma grande importância nos ecossistemas aquáticos, pois tem efeitos diretos na fisiologia de muitos organismos e, indiretamente, sob algumas condições, contribuem para a precipitação de elementos químicos tóxicos, além de exercerem efeitos sobre a solubilidade de nutrientes.

Turbidez – Foi determinada através do método nefelométrico, através de um turbidímetro digital processado (HD114), que consiste em comparar a intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão.

Oxigênio Dissolvido – Foi determinado através do método de Winkler, uma reação de iodometria na qual o oxigênio é fixado na amostra de água pela oxidação do Manganês, que por sua vez oxida o Iodo (MACÊDO, 2003).

DBO₅ – A Demanda Bioquímica de Oxigênio foi determinada pelo método de diluição e incubação a 20°C durante cinco dias (MACÊDO, 2003). É um parâmetro utilizado para avaliar a quantidade de oxigênio requerida por microrganismos aeróbios para a degradação bioquímica do material orgânico presente em águas ou efluentes em geral.

DQO – O processo se baseia na oxidação por uma mistura em ebulição de ácido crômico e ácido sulfúrico (MACÊDO, 2003). Remete à quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico.

Óleos e Graxas – A extração foi realizada em um aparelho de Soxhlet utilizando n-hexano, um solvente orgânico (MACÊDO, 2003). Compreendem os ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc.

Sólidos Totais Dissolvidos (STD) – Consiste na evaporação da água e posterior secagem em estufa e pesagem para mensurar a quantidade total de sólidos dissolvidos na água (MACÊDO, 2003). É a soma de todos os constituintes minerais presentes na água.

Sólidos Suspensos – Constituem a fração dos sólidos totais (material que permanece em um cadinho após evaporação da água da amostra e sua subsequente secagem em estufa a 103°C-105°C) que fica retida em um filtro (GREENBERG et al., 2005).

Sólidos Sedimentáveis – Nesta análise utilizou-se o “Cone de Inhoff”, no qual ocorre sedimentação dos resíduos em suspensão devido a influência da gravidade (MACÊDO, 2003). Constituem a parte mais grosseira dos sólidos suspensos contidos na água e que logo se sedimentam.

Detergentes – Avaliou-se os detergentes alcalinos e ácidos (MACÊDO, 2003). A constituição dos detergentes sintéticos tem como princípio ativo o "surfactante" e algumas substâncias denominadas de coadjuvantes, como o fosfato.

Manganês (Mn) – Esta análise foi realizada pelo método de Espectrofotometria de Absorção Atômica (PREGNOLATO; PREGNOLATO, 1985), utilizando-se um Espectrofotômetro de Absorção/Emissão Atômica (SHIMADZU AA-6800). A presença de Mn em quantidades excessivas é indesejável em mananciais de abastecimento público devido ao seu efeito no sabor e desenvolvimento de coloração negra na água.

Ferro (Fe) – Esta análise também foi realizada pelo método de Espectrofotometria de Absorção Atômica (PREGNOLATO; PREGNOLATO, 1985). Normalmente o Ferro é oriundo da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. Em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a sua dureza.

Análise dos sedimentos

Foi coletada uma amostra de sedimento de cada ponto amostral em cada campanha de coleta para avaliação do teor de matéria orgânica e da composição granulométrica, totalizando 12 amostras por campanha. O teor de matéria orgânica do sedimento foi mensurado segundo técnica descrita por Pregnolo; Pregnolo, (1985), que consiste no aquecimento da amostra em mufla a 500°C e posterior pesagem, a qual avalia a perda de matéria orgânica. Para a avaliação da composição granulométrica foi realizado um peneiramento (gravimetria) e pesagem das frações retidas em cada peneira (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986).

Avaliação das condições ecológicas dos trechos estudados

Em cada ponto amostrado foi aplicado um protocolo de avaliação rápida das condições ecológicas do local, proposto por EPA (1987) e Hannaford (1997), modificado por Callisto et

al. (2002). Neste protocolo são avaliados 22 parâmetros que recebem escores maiores para condições naturais e menores para as alteradas (Quadros 1 e 2). Assim, avaliou-se o grau de conservação das áreas baseando-se em informações do seu uso e ocupação, incluindo observações sobre a cobertura vegetal, tipos de ocupação do solo, presença de poluentes no leito, tipo de substrato, dentre outras. Os somatórios dos escores podem variar de zero a 100, sendo que o estado de preservação pode ser definido como impactado (variando entre zero e 40 pontos), alterado (entre 41 e 60 pontos) e natural, com pontuação acima de 60 pontos.

Quadro 1: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987). Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

Descrição do Ambiente			
Localização:			
Data de Coleta: ____ / ____ / ____		Hora da Coleta: _____	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: Córrego () Rio ()			
Largura média:			
Profundidade média:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	nenhum	Esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
6. Oleosidade da água	ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	transparente	turva/cor de chá-forte	opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	nenhum	Esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	pedras/cascalho	Lama/areia	cimento/canalizado

Quadro 2: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford *et al.* (1997). Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve, moderada ou severamente alteradas).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvios; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próxima à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

Tratamento dos dados

Cálculo de métricas das comunidades de macroinvertebrados bentônicos

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi avaliada através de cálculo dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') (KREBS, 1989) e de equidade de Pielou (J').

$$H' = -\sum (P_i \cdot \ln P_i)$$

onde P_i – abundância relativa de cada táxon identificado na amostra, sendo que $P_i = n_i/N$

n_i – número de indivíduos de um determinado táxon

N – número total de indivíduos na amostra

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

onde $H'_{\max}$ – máximo H' , sendo que $H'_{\max} = \ln S$, onde S é o número total de *taxa* identificados na amostra

Foram estimadas a abundância total de indivíduos, a proporção dos grupos predominantes (% de indivíduos) e a riqueza taxonômica (número total de *taxa*).

Para avaliação da qualidade da água nos pontos de coleta foi utilizado o índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), aplicado segundo Alba-Tercedor (1996) e Junqueira; Campos (1998). Os escores atribuídos a cada família são apresentados na Tabela 1. O somatório dos escores de cada táxon conduz ao enquadramento dos ecossistemas aquáticos em diferentes classes de qualidade (Tabela 2).

Tabela 1 – Escores atribuídos às famílias de macroinvertebrados bentônicos dos córregos na área urbana de Uberlândia – MG, 2007, para a determinação do índice BMWP, segundo Alba-Tercedor (1996) e Junqueira; Campos (1998).

<i>Taxa</i>	Escores
Gripopterygidae, Helicopsychidae, Odontoceridae, Pyralidae	10
Aeshnidae, Calopterygidae, Dixidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Philopotamidae, Psephenidae	8
Leptoceridae, Leptohyphidae, Polycentropodidae, Veliidae	7
Coenagrionidae, Glossosomatidae, Gyrinidae, Hydroptilidae	6
Belostomatidae, Corydalidae, Dytiscidae, Gerridae, Gomphidae, Hydropsychidae, Libellulidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Planaridae, Simuliidae	5
Baetidae, Elmidae, Empididae, Hydrophilidae, Tabanidae, Caenidae	4
Ceratopogonidae, Culicidae, Hirudinea, Tipulidae, Pleidae	3
Chironomidae, Psychodidae, Ephydriidae	2
Oligochaeta	1

Tabela 2 – Classes de qualidade da água segundo o somatório dos escores de BMWP dos *taxa* presentes nos córregos da área urbana de Uberlândia – MG, 2007, segundo Alba-Tercedor (1996) e Junqueira; Campos (1998).

Classe da Água	Pontuação do BMWP	Descrição	Qualidade da Água
I	≥86	Águas muito limpas, sem contaminação	Ótima
II	64-85	Alguma contaminação	Boa
III	37-63	Águas contaminadas	Satisfatória
IV	17-36	Águas muito contaminadas	Ruim
V	≤16	Águas fortemente contaminadas	Péssima

Análises Multivariadas

Foram feitas algumas intervenções no sentido de não violar os pressupostos das análises multivariadas. Um deles é que não haja mais variáveis que amostras, assim, não foi possível considerar todas as famílias de macroinvertebrados bentônicos individualmente. Para contornar tal problema, foi adotado o critério de reunir as famílias pertencentes à mesma ordem quando em baixas abundâncias, considerando a ordem como unidade taxonômica, não perdendo assim informações importantes de abundância. Em Diptera, a família Chironomidae foi tratada individualmente, as demais famílias foram agregadas em Outros Diptera; em Coleoptera, a família Hydrophilidae foi separada dos Outros Coleoptera; em Trichoptera, os Hydropsychidae foram separados dos Outros Trichoptera e na categoria Outros foram reunidos os representantes de Nematoda, Isopoda, Homoptera e Lepidoptera.

Para avaliar a relação entre as comunidades de macroinvertebrados bentônicos e as variáveis físico-químicas da água e do sedimento foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), usando o programa CANOCO (BRAAK; SMILAUER, 2002). Essa técnica é uma análise direta de gradientes que permite encontrar padrões que relacionam as diferenças nas comunidades bióticas às diferenças nas variáveis ambientais entre os pontos de coleta. Os padrões mais importantes nos dados de abundância dos táxons de macroinvertebrados foram determinados através de Análise de Correspondência (CA) (SHEPHERD, 2004). Na CCA as variáveis ambientais foram avaliadas individualmente quanto ao ajuste dos dados à distribuição normal usando o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, opção Lilliefors, no programa SYSTAT. A distribuição dos dados de turbidez, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, Mn, DBO e matéria orgânica foi fortemente assimétrica à direita, e por isso tais variáveis foram log-transformadas ($\log x + 1$) para produzir uma distribuição normal. Adicionalmente, todas as variáveis ambientais foram padronizadas para a mesma escala (valores entre zero e um). Esta análise testa o quanto as variáveis em questão estão correlacionadas. Assim, as variáveis que apresentaram fator de inflação alto (muito correlacionadas), foram excluídas dos testes a posteriori. Tanto na CCA quanto no CA as abundâncias dos táxons foram log-transformadas ($\log x + 1,0$), para diminuir a discrepância existente entre eles.

Os padrões mais importantes nos dados das variáveis ambientais foram determinados através da Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando o programa Fitopac. Para tal análise, os dados foram “estandardizados” para a redução da discrepância entre eles (SHEPHERD, 2004).

Para avaliar a relação entre as métricas bióticas utilizadas no estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), na qual os pontos de coleta são ordenados em relação aos vetores das métricas bióticas. Para tal análise os valores das métricas foram “estandardizados” para reduzir a discrepância entre eles.

Análises Estatísticas

Para comparar as métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (riqueza, BMWP, Equidade (J'), Diversidade de Shannon-Wiener (H') e percentagens de Chironomidae, EPT e Oligochaeta) entre córregos em cada período de amostragem foi realizada uma Análise de Variância Unifatorial (*One Way* ANOVA), seguida do teste de Tukey.

Para a comparação das métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em cada córrego, entre períodos de amostragem, foi utilizado o Teste t pareado.

REFERÊNCIAS

- ALBA-TECEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUCIA (SIAGA), 4., 1996, Almería. **Anais...** Almería: [s.n.], 1996. p. 203-213.
- APHA. **Standard methods**. Washington: American Public Health Association, 1995. 1193p.
- ARMITAGE, P. D.; MOSS, D.; WRIGTH, J. F.; FURSE, M. T. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running – water sites. **Water Research**, New York, v. 17, p. 333-337, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: amostras de solo: preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986. 9p.
- BATISTA, I. T.; SCHNEIDER, M. O. Análise ambiental do córrego Buritizinho, Uberlândia – MG. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 7, n. 13 e 14, p. 113-122, 1995.
- BRAAK, T. C. J. F.; SMILAUER, P. **CANOCO. Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide**: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, 2002. 500p.
- BRANCO, L. H. Z.; NECCHI JR., O. Variação longitudinal de parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a diferentes bacias de drenagem na região noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Carlos, v. 9, p. 165-177, 1997.
- BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU, G. Y.; ANAYA, M.; KUHLMANN, M. L. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Ed.) **Amostragem em Limnologia**. Rio de Janeiro: Rima, 2004. p. 213-230.
- CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: BOZELLI, R.L., ESTEVES, F.A.; ROLAND, F (Ed.). **Lago Batata**: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Rio de Janeiro, Instituto de Biologia – SBL. p.139-152, 2000.
- CALLISTO, M., MORETTI, M., GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 6, n.1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 91-98, 2002.

CARVALHO, P. G. S. As veredas e sua importância no Domínio dos Cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 168, p. 47-54, 1991.

CASTRO, A. L.; SILVA, J. de L. e. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**: Isopoda. Brasília: CNPq, 1985. 20p.

COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. Chave para as famílias e gêneros das larvas de Odonata citadas para o Brasil: Comentários e Registros Bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 99, p. 1-43, 2004.

EATON, D. P. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais da qualidade da água. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 43-67.

EMBRAPA. Serviço nacional de levantamento e conservação dos solos-EPAMIG (Belo Horizonte, MG). Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. **Boletim de pesquisa**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 34-43, 1982.

EPA (Environmental protection Agency). **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Division of water quality monitoring and assessment. [s.l.]: Columbus, 1987, v. 1-3. 120p.

FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. de. Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha – Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 65-80, 2007.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; DE MARCO JUNIOR, P. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata de riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 2, p. 317-327, 2002.

GALDEAN, N.; BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M.; ROCHA, L. A.; MARQUES, M. M. G. S. M. A proposed typology for the rivers of Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil) based on the diversity of benthic macroinvertebrates and the existing habitats. **Travaux Museum Grigore Antipa**, v. 41, n. 1 p. 445-453, 1999.

GOULART, M.D.; CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, Pará de Minas, a. 2, n.2, p.153-163.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005. 1220 p.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, Kansas, v.16, p. 853-860, 1997.

HAUER, F. R.; RESH, V. H. Benthic macroinvertebrates. In: HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A. (Ed.). **Methods in stream ecology**. San Diego: Academic Press, 1996. p. 339-369.

HUTCHINSON, G. E. **A treatise on Limnology: the Zoobenthos**. New York: John Wiley & Sons, 1967. 115 p.

HYNES, H.B.N. Comments on taxonomy of Australian Austroperlidae and Gripopterygidae (Plecoptera). **Australian Journal of Zoology**, Collingwood, v. 9, p. 1-52, 1974.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (Brasil). **Populações residentes, em 1º de abril de 2007, segundo os municípios**. Rio de JANEIRO, 2007. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/popmunic2007layoutTCU14112007.pdf> >. Acesso em: 20 fev. 2008.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

KARR, J. R. Defining and measuring river health. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 41, p. 221-234, 1999.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KRAUSE, S.; JACOBS J.; VOSS, A.; BRONSTERT, A. Assessing the impact of changes in landuse and management practices on the diffuse pollution and retention of nitrate in a riparian floodplain. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 389, n. 1, p. 149-164, 2008.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. New York: Harper Collins, 1989. 652p.

LINKE, S., NORRIS, R. H., FAITH, D. P.; STOCKWELL, D. Anna: a new presiction method for bioassessment programs. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 50, p. 147-158, 2005.

LOPES, J. F.; SILVA, C. I.; CARDOSO, A. C. Validation of a water quality model for the Ria de Aveiro lagoon, Portugal. **Environmental Modelling & Software**, v. 23, n. 4, p. 479-494, 2008.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003. 450 p.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 1010p.

MARQUES, M. M. G. S. M.; BARBOSA, F. A. R.; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 4, p. 553-561, 1999.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishes, 1984. 722 p.

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

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.

MORRETES, F. L. Ensaio de catálogo dos moluscos do Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 7, n.1, p. 5-216, 1949.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.1, n.1, p.9-16, 1989.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.

REBOUÇAS, A. C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 1-36.

RIGHI, G. Anelídeos Oligoquetos. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Invertebrados de água doce**. São Paulo: FAPESP, 2002. p. 81-84.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York: Chapman Hall, 1993. p. 1-9.

SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E. Água e o Desenvolvimento Sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 39-64.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC-SHELL 1.5: Manual do usuário**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. Ecossistemas de Águas Interiores. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 153-192.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Contribution of Botucatu - SP with nutrients (phosphorus and nitrogen) to the eutrophication of the Barra Bonita dam. **Eclética Química**, São Paulo, v. 22, p.31-28, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 mar. 2008.

WARD, D.; HOLMES, N.; JOSÉ, P. **The New Rivers & Wildlife Handbook**. Bedfordshire: RSPP, NRA e The Wildlife Trusts, 1995. 426 p.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 919 p.

WIGGINS, G. B. **Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)**. 2. ed. Toronto: University of Toronto, 1977. 401 p.

5 - CAPÍTULO 1

Caracterização da qualidade da água de córregos de uma área urbana utilizando métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos

RESUMO

A utilização de índices bióticos e de diferentes métricas de macroinvertebrados bentônicos tem sido amplamente explorada em estudos realizados em sistemas lóticos, possibilitando uma abordagem mais completa acerca da realidade ambiental dos sistemas aquáticos. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água de córregos da área urbana de Uberlândia – MG, utilizando métricas das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, além de verificar quais métricas respondem melhor em relação às diferenças na qualidade ambiental dos córregos estudados. Foram estudados quatro córregos nos quais foram estabelecidos três pontos de coleta. O córrego Cabeceira do Lageado (Córrego 1) situa-se em uma Reserva Ecológica, já os córregos Buritizinho (Córrego 2), Lobo (Córrego 3) e Bons Olhos (Córrego 4) estão inseridos diretamente na malha urbana. Foram realizadas duas coletas para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos, uma na estação chuvosa e outra na estação seca, utilizando-se um coletor do tipo “Surber” com área de 90 cm² e malha de 0,250 mm. A maioria dos macroinvertebrados bentônicos foi identificada até o nível de família. Foram avaliadas as condições ecológicas dos locais através de um protocolo de avaliação rápida e calculados os índices BMWP, diversidade de Shannon-Wiener, equidade de Pielou, riqueza de *taxa*, percentagem de EPT, Chironomidae e Oligochaeta. A comparação dessas métricas entre córregos em cada período de amostragem foi realizada através de Análise de Variância (ANOVA *One Way*), seguida do teste de Tukey. Para a comparação das métricas em cada córrego, entre períodos de amostragem, foi utilizado o Teste t pareado e a relação entre elas foi realizada por meio de uma Análise de Componentes Principais (PCA). No córrego 1 houve uma maior representatividade de EPTs, seguida dos córregos 4 e 2. A abundância de Chironomidae foi alta em todos os córregos, já a de Oligochaeta foi alta nos córregos 2 e 3. O córrego 2 apresentou valores significativamente mais baixos de riqueza de *taxa* e BMWP em relação aos demais córregos na estação seca. Não foram encontradas diferenças sazonais das métricas dentro de cada córrego. Na PCA o córrego 1 separou-se dos demais em virtude dos vetores % de EPT, riqueza e BMWP. A ausência de diferenças nos valores de equidade entre os córregos e valores baixos em todos eles remete à dominância de Chironomidae. Os valores altos na % de Oligochaeta nos córregos 2 e 3 remetem ao enriquecimento orgânico nesses ambientes e, conseqüentemente, à má qualidade da água. A ausência de diferenças sazonais das métricas nos córregos 2, 3 e 4 pode estar relacionada ao fato de que nesses ambientes os impactos são tão pronunciados que mesmo na seca, um período em que seriam esperados valores maiores de riqueza e abundância, não ocorrem alterações. A dominância de Chironomidae em quase todos os pontos de coleta ressalta a sua grande importância na estruturação das comunidades aquáticas. As métricas % EPT, riqueza e BMWP refletiram melhor a qualidade ambiental dos córregos, remetendo à boa qualidade do córrego 1, seguida do córrego 4, e em piores condições os córregos 2 e 3.

Palavras-chave: Avaliação ambiental, índices bióticos, sistemas lóticos, EPT, BMWP.

ABSTRACT

The use of biotic indices and different metrics of benthic macroinvertebrates has been widely used in studies on lotic systems, enabling a more complete assessment on the environmental condition of aquatic systems. The aim of this study was to evaluate the water quality of streams in the urban area of Uberlândia - MG, using metrics of benthic macroinvertebrate communities, and see which metrics best respond to the differences in the environmental quality of the streams studied. We studied four streams on which three sampling points were established. The Cabeceira of Lageado stream (Stream 1) is located in a Natural Reserve, and the streams Buritizinho (Stream 2), Lobo (Stream 3) and Bons Olhos (Stream 4) are directly inserted in the urban area. Two sampling of benthic macroinvertebrates were performed, one in the rainy season and other in the dry season, using a "Surber" collector with an area of 90 cm² and 0.250 mm mesh size. Most of the benthic macroinvertebrates was identified at the family level. We evaluated the ecological conditions of the sites through a rapid assessment protocol and calculated the indices BMWP, Shannon-Wiener diversity, Pielou evenness, taxa richness, percentage of EPT, Chironomidae and Oligochaeta. The comparison of these metrics streams in each sampling period was performed by analysis of variance (One Way ANOVA), followed by Tukey test. For comparison of metrics in each stream, between sampling periods we used the paired t test and the relationship between them was made through a principal components analysis (PCA). In Stream 1 was recorded the higher occurrence of EPTs, followed by streams 4 and 2. The abundance of Chironomidae was high in all streams and the Oligochaeta were abundant in streams 2 and 3. Stream 2 had significantly lower values of *taxa* richness and BMWP than the other streams in the dry season. There were no seasonal differences of metrics within each stream. In PCA Stream 1 was separated from the others because of the vectors % of EPT, richness and BMWP. The lack of differences in the values of evenness between streams and the low values in all of them refers to the dominance of Chironomidae. The high values in % of Oligochaeta in streams 2 and 3 refer to the organic enrichment in those environments and, consequently, to the poor quality of water. The absence of seasonal differences in the metrics of streams 2, 3 and 4 may be related to the fact that in these environments the impacts are so pronounced that even in the dry season, a period that would be expected to present higher values of richness and abundance, no changes occur. The dominance of Chironomidae on almost all sampling points emphasizes its importance in the structure of aquatic communities. The metrics % of EPT, richness and BMWP better reflected the environmental quality of the streams, referring to the good quality of stream 1, followed by stream 4, and in worst conditions streams 2 and 3.

Keywords: Environmental evaluation, biotic indices, lotic systems, EPT, BMWP

5.1 Introdução

A avaliação biológica tem sido amplamente utilizada em programas de monitoramento e manejo da qualidade e integridade de ecossistemas aquáticos, complementando os métodos físico-químicos tradicionais (KARR, 1999; LINKE et al., 2005). Na Europa e na América do Norte o uso de bioindicadores para monitorar bacias hidrográficas é uma prática que já se tornou uma norma técnica (JUNQUEIRA et al., 2000).

O biomonitoramento de corpos hídricos através do uso de macroinvertebrados bentônicos tem sido cada vez mais usado e aceito como uma importante ferramenta na avaliação da qualidade da água (CALLISTO, 2000; GOULART; CALLISTO, 2003).

De forma geral, quanto maior a intensidade dos impactos ambientais mais intensas são as respostas ecológicas das comunidades, podendo haver desde alteração da abundância relativa de alguns grupos até exclusão de espécies ou aumento populacional de espécies oportunistas (MARGALEF, 1983; CALLISTO et al., 2001). Assim, os organismos que vivem em um dado ecossistema estão adaptados às suas condições ambientais, e por isso devem refletir o nível de preservação de condições naturais ou as alterações provocadas pela emissão de poluentes ambientais (HYNES, 1974).

A avaliação da qualidade ambiental por meio da comunidade de macroinvertebrados bentônicos baseia-se na utilização de índices bióticos e métricas, que podem fornecer informações importantes sobre o “status” ambiental dos ecossistemas aquáticos.

Os índices bióticos são baseados na premissa de que a tolerância à poluição difere entre os vários organismos bentônicos (RESH et al., 1996). Constituem um dos vários tipos de medidas que freqüentemente são utilizadas em monitoramentos biológicos. Entretanto, a maioria das abordagens contemporâneas prima pela utilização de medidas múltiplas, também referidas como métricas da estrutura e função da comunidade, as quais podem ser agrupadas em cinco categorias: riqueza de *taxa*; enumeração (número de todos os organismos coletados, proporção de grupos), diversidade, similaridade e grupos tróficos funcionais (RESH; JACKSON, 1993; BARBOUR et al., 1996).

A utilização de índices bióticos e de diferentes métricas tem sido amplamente explorada em estudos realizados em sistemas lóticos (KARR, 1999; LINKE et al., 2005; SILVEIRA et al., 2005), possibilitando uma abordagem mais completa acerca da realidade ambiental dos sistemas aquáticos.

Tendo em vista a viabilidade da realização de pesquisas com macroinvertebrados bentônicos, ponderando o tempo de processamento das amostras (coleta, triagem e identificação), uma abordagem ao nível de família, ou grupos taxonômicos mais amplos tem sido a opção de vários estudos limnológicos, tendo como escopo a avaliação da qualidade ambiental (PEREIRA; DE LUCA, 2003; SEMENCHENKO; MOROZ, 2005; SILVA et al., 2007).

Os índices e métricas da fauna de macroinvertebrados bentônicos refletem a estrutura e composição da comunidade a qual é direta ou indiretamente influenciada pelas variáveis físico-químicas da água, tipo de substrato, pelas condições ambientais do entorno (PALMER et al. 1994; ALLAN, 1995), e também pelo fator sazonal relacionado às variações hidrológicas (STATZNER; HIGLER, 1985).

Assim, uma vez que as métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos indicam a qualidade ambiental, espera-se que em ambientes de melhor qualidade do hábitat sejam encontrados valores maiores das métricas indicadoras de boa qualidade ambiental, e nos mais degradados, que estes valores sejam mais baixos.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água de córregos da área urbana de Uberlândia – MG, utilizando métricas das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Adicionalmente, buscou-se avaliar quais métricas respondem melhor em relação às diferenças na qualidade ambiental dos córregos estudados.

5.2 Área de Estudo

A bacia do Rio Uberabinha localiza-se na zona geográfica do Triângulo Mineiro abrangendo parte dos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, numa área aproximada de 2.188,3 km² (FELTRAN FILHO; LIMA, 2007). Ela integra a bacia do rio Paraná, representada pelas litologias de idade Mesozóica: arenitos da Formação Botucatu, basaltos da Formação Serra Geral e rochas do Grupo Bauru (NISHIYAMA, 1989). O clima da região é o tropical e, segundo a classificação climática de Köppen é tipo Aw, megatérmico, com chuvas no verão e seca de inverno.

Foram estudados quatro córregos situados na área urbana de Uberlândia (18°55'08''S, 48°16'37''W). Nesta cidade, que já possui mais de 608 mil habitantes, (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (Brasil), 2007) e uma área de mais de 135 Km², os ecossistemas aquáticos vêm sendo afetados pelo efeito da urbanização em escalas crescentes (BORGES et al., 2006).

O critério de escolha foi a padronização da ordem de grandeza (todos eles de primeira ordem) e a localização dos mesmos, de modo a amostrar diferentes regiões da Bacia Hidrográfica. Em cada córrego foram estabelecidos três pontos de amostragem, um próximo à nascente (P1), outro próximo à foz (P3) e outro intermediário a estes (P2). O córrego Cabeceira do Lageado (Córrego 1) situa-se em uma área de vereda na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca. Os córregos Buritizinho (Córrego 2), Lobo (Córrego 3) e Bons Olhos (Córrego 4) estão inseridos diretamente na malha urbana da cidade de Uberlândia – MG, sujeitos aos diversos impactos urbanos.

5.3 Material e Métodos

Amostragem dos Macroinvertebrados Bentônicos

Foram realizadas duas coletas para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos, uma na estação chuvosa (março/2007) e outra na estação seca (julho/2007). Em cada ponto foram coletadas, aleatoriamente, três sub-amostras do substrato presente no leito dos córregos, utilizando-se um coletor do tipo “Surber” com área de 90 cm² e malha de 0,250 mm. As três sub-amostras obtidas em cada ponto de coleta foram avaliadas conjuntamente, representando uma amostra. Foram obtidas, conseqüentemente, 12 amostras por período de coleta.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas, fixadas em formaldeído a 10% e transportadas para o Laboratório de Ecologia do Instituto de Biologia – UFU, para processamento. O material recolhido na rede tipo Surber foi lavado em malha de filtragem de 0,250 mm e, posteriormente, triado em placas de Petri utilizando-se estereomicroscópio. Os macroinvertebrados bentônicos foram identificados até o nível de família - exceto os moluscos (Classe), anelídeos (Subclasse), nematóides (Filo) e isópodes (ordem) – utilizando-se chaves de identificação específicas (MORRETES, 1949; WIGGINS, 1977; MERRITT; CUMMINS, 1984; CASTRO; SILVA, 1985; RIGHI, 2002; COSTA et al., 2004) e, posteriormente, confirmados por especialista.

Avaliação das condições ecológicas dos trechos estudados

Em cada ponto amostrado foi aplicado um protocolo de avaliação rápida das condições ecológicas do local, proposto por EPA (1987) e Hannaford (1997), modificado por Callisto et al. (2002). Neste protocolo são avaliados 22 parâmetros que recebem escores maiores para condições naturais e menores para as alteradas. Assim, avaliou-se o grau de conservação das áreas baseando-se em informações do seu uso e ocupação, incluindo observações sobre a cobertura vegetal, tipos de ocupação do solo, presença de poluentes no leito, tipo de substrato, dentre outras. Os somatórios dos escores podem variar de zero a 100, sendo que o estado de preservação pode ser definido como impactado (variando entre zero e 40 pontos), alterado (entre 41 e 60 pontos) e natural, com pontuação acima de 60 pontos.

Cálculo e comparação de métricas das comunidades de macroinvertebrados

Para cada ponto de amostragem foi calculado o índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), aplicado segundo Alba-Tercedor (1996) e Junqueira; Campos (1998). Também foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), de equidade de Pielou (J') (KREBS, 1989), a riqueza de *taxa* e a percentagem de EPT, Chironomidae e Oligochaeta.

Para comparar as métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (riqueza, BMWP, Equidade (J'), Diversidade de Shannon-Wiener (H') e percentagens de Chironomidae, EPT e Oligochaeta) entre córregos em cada período de amostragem foi realizada uma Análise de Variância Unifatorial (*One Way* ANOVA), seguida do teste de Tukey. Para a comparação das métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em cada córrego, entre períodos de amostragem, foi utilizado o Teste t pareado.

Para avaliar a relação entre as métricas bióticas utilizadas no estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), na qual os pontos de coleta foram ordenados em relação aos vetores das métricas bióticas. Para tal análise os valores das métricas foram “estandardizados” para reduzir a discrepância entre eles.

5.4 Resultados

A partir da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida das condições ecológicas dos locais estudados, foram obtidos os escores e categorias descritos na Tabela 1. O córrego 1 foi o único que obteve em todos os pontos a classificação de área natural, ao passo que os demais córregos foram classificados como impactados e alterados. Em todos os córregos os escores mais elevados foram obtidos nos pontos localizados próximos à nascente (P1)

Tabela 1 – Caracterização das condições ecológicas de córregos da área urbana de Uberlândia – MG, 2007, utilizando o Protocolo de Avaliação Rápida proposto por Callisto et al. (2002).

	Córrego 1			Córrego 2			Córrego 3			Córrego 4		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Escores	81	89	69	50	38	35	51	39	34	56	30	49
Classificação	N	N	N	A	I	I	A	I	I	A	I	A

N – natural; A – alterado; I – impactado

Em relação à fauna, foram totalizados 53.664 indivíduos, sendo 5.544 (10,33%) encontrados no Córrego 1, 18.614 (34,69%) no Córrego 2, 22.818 (42,52%) no Córrego 3 e 6.688 (12,46%) no Córrego 4. Foram encontradas 35 famílias de Insecta, além de representantes de Isopoda, Mollusca, Anellida e Nematoda. O córrego 1 teve uma maior representatividade de EPTs, seguido dos córregos 4 e 2. Já no córrego 3 não foram encontrados representantes desses grupos. A abundância de Chironomidae foi alta em todos os córregos, já a de Oligochaeta foi baixa nos córregos 1 e 4 e alta nos córregos 2 e 3 (Figura 1).

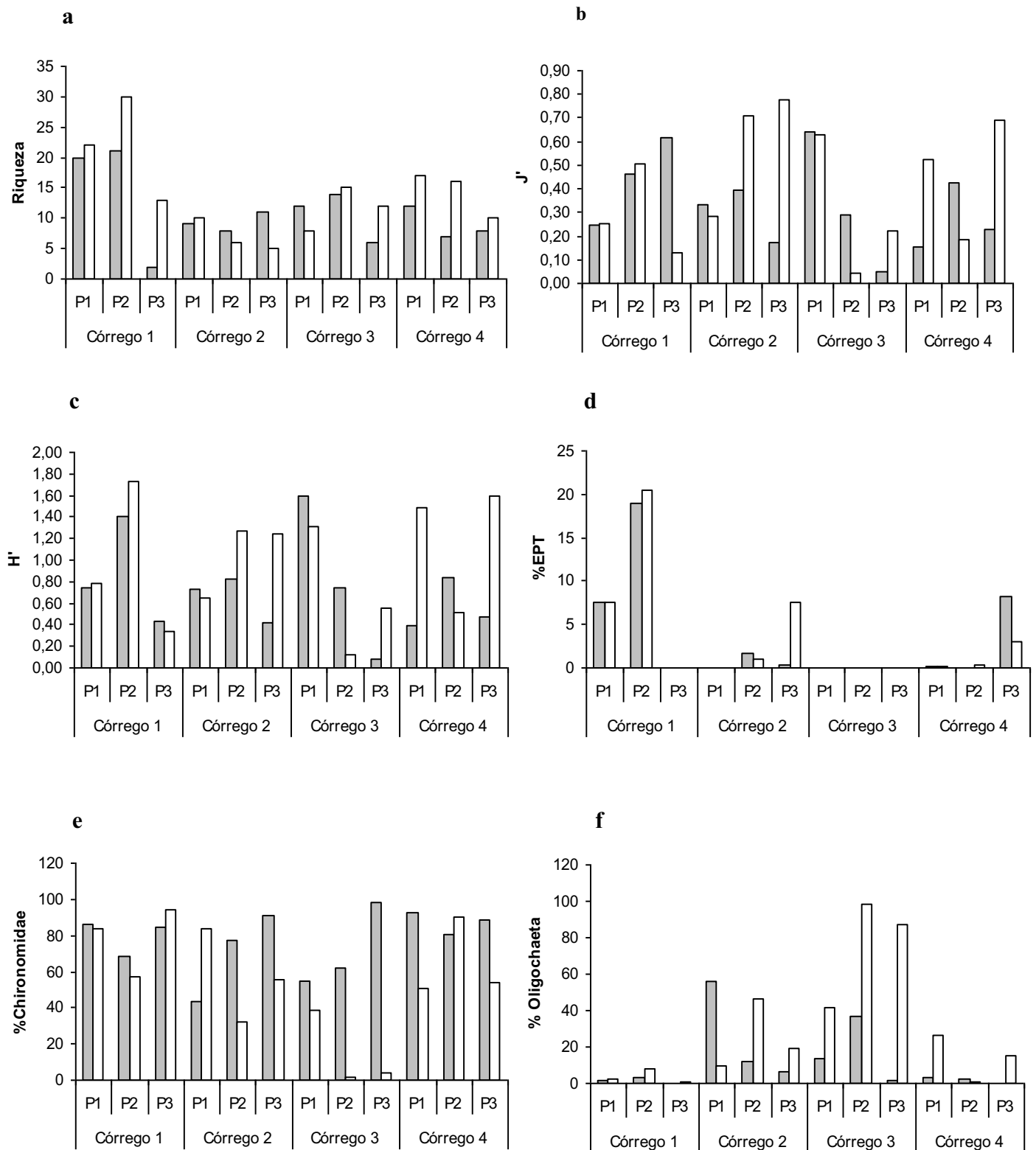


Figura 1 - Valores de Riqueza (a), Equidade (b), Diversidade de Shannon-Wiener (H') (c), e percentagens de EPT (d), Chironomidae (e) e Oligochaeta (f), em córregos na área urbana de Uberlândia – MG, em diferentes estações climáticas do ano de 2007. ■ Estação Chuvosa; □ Estação Seca.

Foram encontradas poucas diferenças estatisticamente significativas entre córregos em relação às métricas calculadas (Tabela 2). A riqueza de *taxa* (Figura 1a) e o índice BMWP (Figura 2) foram menores no córrego 2, na estação seca, em relação aos demais córregos.

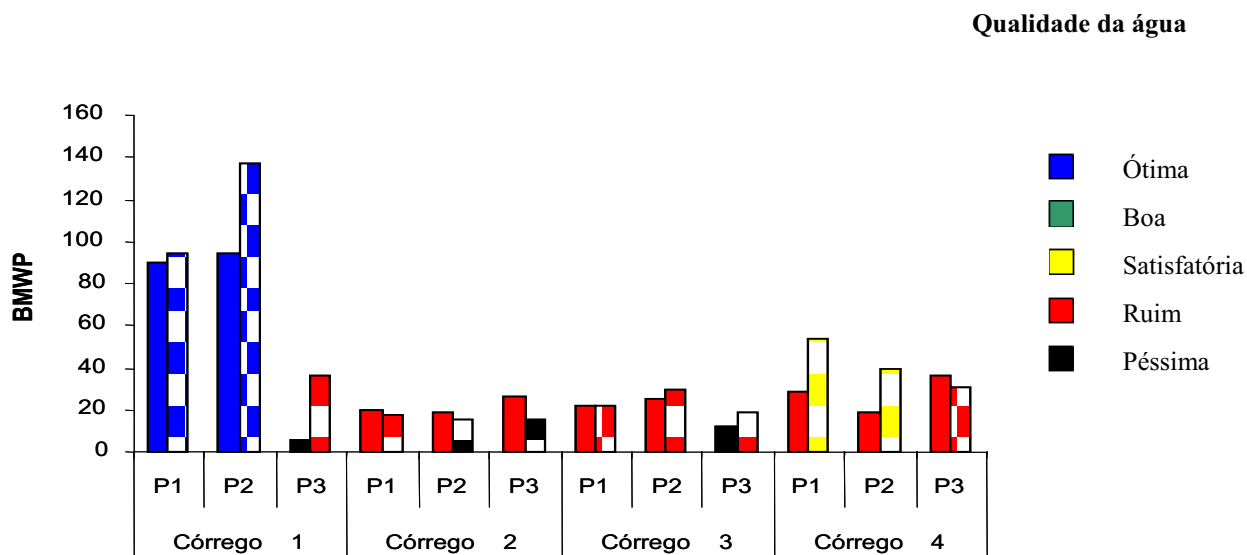


Figura 2 - Valores do índice BMWP em córregos na área urbana de Uberlândia – MG, em diferentes estações climáticas do ano de 2007. ■ Estação Chuvosa; ▤ Estação Seca. Qualidade da água baseada em Junqueira; Campos (1998).

Não foram encontradas diferenças significativas entre córregos em relação à equidade e diversidade (Tabela 2) em nenhuma das estações climáticas.

Em relação à % de Chironomidae, foram encontradas diferenças entre córregos apenas na estação seca, sendo que o córrego 3 apresentou valores significativamente mais baixos em relação aos demais córregos (Tabela 2).

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas entre córregos na % de EPTs (Tabela 2), nota-se que a frequência de EPT foi mais pronunciada no córrego 1, seguida dos córregos 2 e 4 (figura 1d). No córrego 1 foram encontrados representantes das três ordens, distribuídos em diferentes famílias ao passo que no córrego 2 os únicos representantes de EPT foram da família Hydropsychidae e no córrego 4 a maioria dos representantes EPT também foram da família Hydropsychidae.

Foram encontradas diferenças significativas na % de Oligochaeta entre córregos na estação seca (Figura 1f), sendo que o córrego 3 apresentou valores menores em relação aos demais (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados da Análise de Variância Unifatorial (ANOVA) seguida do teste de Tukey para comparações de métricas de macroinvertebrados bentônicos de córregos na área urbana de Uberlândia – MG, 2007, em diferentes estações climáticas (C – chuvosa; S – seca).

Métrica	Estação	gl	F	p	Tukey
Riqueza	C	3	0,507	0,688	<u>C1 C2 C3 C4</u>
	S	3	4,260	0,045	<u>C1 C3 C4 C2</u>
BMWP	C	3	1,929	0,204	<u>C1 C2 C3 C4</u>
	S	3	4,7	0,036	<u>C1 C3 C4 C2</u>
J'	C	3	0,432	0,736	<u>C1 C2 C3 C4</u>
	S	3	0,889	0,487	<u>C1 C2 C3 C4</u>
H'	C	3	0,241	0,860	<u>C1 C2 C3 C4</u>
	S	3	0,458	0,719	<u>C1 C2 C3 C4</u>
%Chironomidae	C	3	0,581	0,644	<u>C1 C2 C3 C4</u>
	S	3	4,727	0,035	<u>C1 C2 C4 C3</u>
%EPT	C	3	1,620	0,244	<u>C1 C2 C3 C4</u>
	S	3	1,663	0,251	<u>C1 C2 C3 C4</u>
% Oligochaeta	C	3	1,487	0,290	<u>C1 C2 C3 C4</u>
	S	3	8,535	0,007	<u>C3 C1 C2 C4</u>

Não foram encontradas diferenças sazonais nas métricas de macroinvertebrados bentônicos dentro de cada córrego (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de t (Teste t pareado) e p da comparação das métricas de macroinvertebrados bentônicos, dentro de cada córrego (C1, C2, C3 e C4) em diferentes estações climáticas, Uberlândia – MG, 2007.

Riqueza		BMWP		J'		H'		%Chironomidae		%EPT		%Oligochaeta	
t	p	T	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
C1	0,496	-2,239	0,155	-0,851	0,484	0,776	0,519	0,183	0,872	-1,088	0,390	-1,214	0,349
C2	-1,540	2,077	0,173	-1,525	0,267	-1,516	0,269	0,501	0,666	-0,852	0,484	-0,026	0,982
C3	0,463	-1,922	0,195	0,225	0,843	0,467	0,687	2,526	0,127	-	-	-3,528	0,072
C4	-1,320	-1,440	0,287	-0,856	0,482	-1,324	0,317	1,393	0,298	0,920	0,455	-1,620	0,247

A análise de componentes principais (PCA) explicou 38,56% e 32,72% da variação dos dados, nos eixos 1 e 2, respectivamente (Figura 2). O eixo 1 apresentou correlação positiva com o índice BMWP, riqueza e %EPT. O eixo 2 apresentou correlação com H', J' e % de Oligochaeta, e correlação negativa com % Chironomidae (Tabela 4).

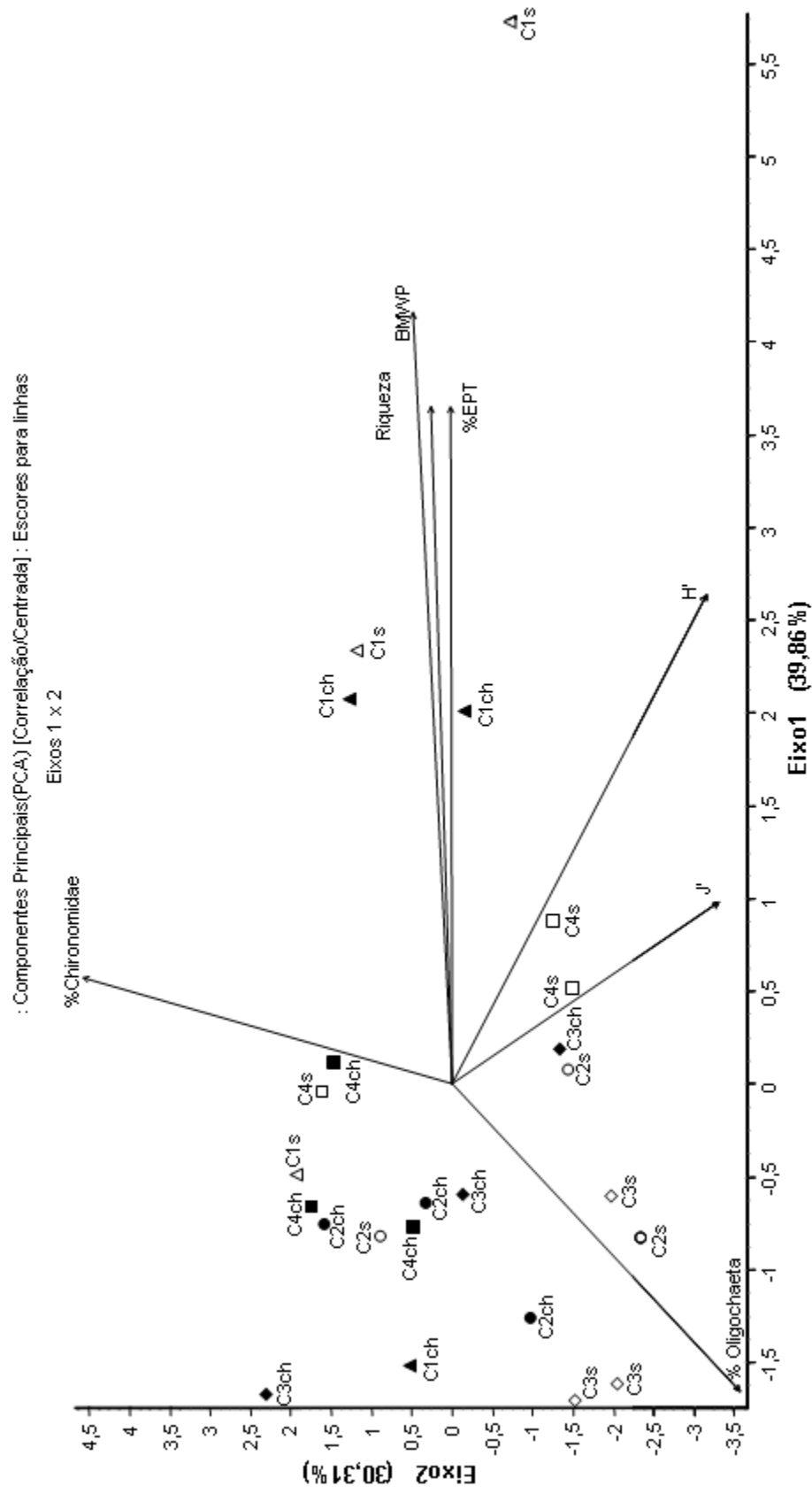


Figura 2 – Diagrama de Ordenação dos pontos através da Análise de Componentes Principais (PCA), considerando as métricas de macroinvertebrados bentônicos de riachos da área urbana de Uberlândia – MG, 2007. C – córrego (1, 2, 3 e 4); ch – estação chuvosa; s – estação seca.

Na análise de componentes principais, a maioria dos pontos do córrego 1 separou-se dos demais córregos em virtude dos vetores das métricas %EPT, riqueza e BMWP. Apenas os pontos 3 do córrego 1, tanto da estação seca como da chuvosa, não apresentaram a mesma ordenação dos demais pontos deste córrego. Em relação às demais métricas os pontos não apresentaram padrões visíveis.

Tabela 4 – Correlação dos eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) e as métricas dos macroinvertebrados bentônicos de córregos da área urbana de Uberlândia – MG, 2007.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
BMWP	0,560954	0,065096
H'	0,355924	-0,425644
J'	0,132182	-0,446233
Riqueza	0,492908	0,036226
%EPT	0,492443	0,001655
%Chironomidae	0,077548	0,618330
%Oligochaeta	-0,222947	-0,481476

5.5 Discussão

Os valores mais altos do índice de qualidade ambiental do córrego 1 devem-se à localização do mesmo dentro de uma unidade de conservação, local bastante preservado, com presença de vegetação natural, diversidade de habitats, estabilidade das margens e ausência de impactos antrópicos diretos no entorno desse sistema aquático. Já os demais córregos, por localizarem-se diretamente na malha urbana, estão vulneráveis aos diversos impactos urbanos, quais sejam a erosão, o lançamento de efluentes domésticos e industriais, o desmatamento, a alteração dos substratos, dentre outros.

O fato das nascentes terem apresentado “escores” maiores que os demais pontos indica que estes ambientes ainda estão um pouco melhor preservados, mas muito aquém do que deveria ser, uma vez que as nascentes são locais de suma importância para o ecossistema aquático, já que interferem na vazão e qualidade de água à jusante (escoamento de dejetos) e contribuem para a deriva, um processo de dispersão muito comum na comunidade bentônica, que contribui para a colonização de áreas à jusante (SMOCK, 1996).

Os locais classificados como impactados caracterizaram-se pela presença de processos erosivos acentuados, margens assoreadas com pouca ou nenhuma vegetação no entorno, presença de lixo doméstico e de construções, dentre outros. Todos esses fatores contribuem para a redução da capacidade do sistema lótico de exercer seus “serviços ecológicos”, notoriamente o da manutenção da diversidade biológica (BROWN, 2007), uma vez que a heterogeneidade do habitat é um fator muito importante na dinâmica das populações (SILVER et al., 2000) e estrutura das comunidades (HANSEN, 2000; TEWS et al., 2004).

Em consequência da melhor qualidade ambiental do córrego 1, foram encontrados valores mais altos de riqueza e do índice BMWP para este córrego. Os baixos valores de riqueza, diversidade, BMWP e % de EPT no ponto 3 deste córrego podem estar relacionados às características ambientais do mesmo. Neste local as águas são rasas e com características mais lânticas. Há uma densa mata sobre o curso d'água, causando sombreamento quase que completo. Essas características locais favorecem a formação de uma espécie de pântano, o que provavelmente influencia a composição e o estabelecimento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Provavelmente, em decorrência desses fatores não foram encontradas mais diferenças estatisticamente significativas entre as métricas do córrego 1 e dos demais córregos, principalmente em relação aos EPT.

Os baixos valores do índice BMWP e de riqueza do córrego 2 na estação seca remetem à dominância de poucos grupos (refletidos pela baixa riqueza taxonômica) os quais podem ser classificados como tolerantes à poluição, já que o valor do BMWP foi tão baixo, evidenciando assim a má qualidade ambiental deste córrego.

Nos córregos impactados, quase todos os representantes de EPT foram pertencentes à família Hydropsychidae, o que condiz com o fato desta família ser considerada pouco sensível à poluição (BUSS et al., 2002).

A ausência de diferenças nos valores de equidade entre os córregos e valores baixos em todos eles remetem à ocorrência de grupos dominantes, mais especificamente, a dominância de Chironomidae, cuja percentagem foi alta em todos os córregos. Em outros estudos também foi verificada a predominância de Chironomidae (BAPTISTA et al., 1998; KIKUCHI; UIEDA, 1998; BRITTAİN et al., 2001), o que pode ser explicado pela notável capacidade competitiva que os representantes dessa família possuem, além de tolerarem situações extremas de hipóxia (NESSIMIAN, 1995; CALLISTO et al., 2001) e apresentarem rápido crescimento (JACOBSEN; ENCALADA, 1998).

Apesar da dominância de Chironomidae em todos os córregos, possivelmente haja maior variabilidade de gêneros dessa família no córrego 1, já que se trata de um ambiente mais preservado e com maior disponibilidade de nichos. Nos demais córregos, a composição de Chironomidae, provavelmente, deve se restringir a alguns poucos gêneros, já que é reconhecido que em situações de deterioração da qualidade da água podem ocorrer mudanças na composição de espécies, dominância de espécies tolerantes à poluição a até deformidades na cápsula cefálica (JOHNSON et al., 1993).

Os valores altos na % de Oligochaeta nos córregos 2 e 3, expressivamente maior no córrego 3, na estação seca, remetem ao enriquecimento orgânico nesses ambientes e, conseqüentemente, à má qualidade da água. Os Oligochaeta se adaptam bem a esses ambientes, já que conseguem tolerar condições de hipóxia vivendo na interface água-sedimento e, sendo detritívoros, se alimentam de matéria orgânica depositada no sedimento (GIERE et al., 1999).

Em relação à abundância de macroinvertebrados, seriam esperados maiores valores na estação seca devido à maior estabilidade física nesta estação, já que as variações hidrológicas na estação chuvosa, como aumento da vazão e velocidade da correnteza, promovem deslocamentos populacionais, ocasionando um efeito homogeneizador, reduzindo assim os gradientes ambientais (OLIVEIRA, et al. 1997; KIKUCHI; UIEDA, 1998; HUAMANTINCO; NESSIMIAN, 1999; RIBEIRO; UIEDA, 2005; SHUVARTZ et al., 2005). No entanto, não

foram registradas diferenças sazonais nas métricas de macroinvertebrados bentônicos nos córregos impactados (2, 3 e 4). Isto pode estar relacionado ao fato de que nesses ambientes os impactos são tão pronunciados que mesmo na seca, um período em que seriam esperados valores maiores de riqueza e abundância, não ocorrem alterações.

A ausência de diferenças sazonais no córrego 1, pode ser decorrente da grande estabilidade do hábitat, garantindo tanto na estação seca como na chuvosa, margens íntegras, com bastante vegetação gramínea no entorno. Além disso, sendo um curso d'água de baixa inclinação, possivelmente não apresenta alterações relevantes de vazão na estação chuvosa que possam influenciar significativamente a comunidade de macroinvertebrados do local.

A dominância da família Chironomidae em quase todos os pontos de coleta, em ambos os períodos amostrados, também pode ter favorecido a ausência de diferenças entre córregos e entre períodos em relação às métricas riqueza, J' e H' , já que os valores altíssimos de abundância podem ter mascarado possíveis diferenças na comunidade. Ribeiro e Uieda (2005) sugerem que se retirado este grupo das análises, provavelmente sejam encontrados outros padrões na comunidade, ressaltando assim a grande importância de Chironomidae na estruturação das comunidades aquáticas.

A Análise de Componentes Principais evidenciou que os vetores que determinaram a separação do córrego 1, um córrego preservado, dos demais córregos foram a % de EPT, a riqueza e o BMWP. Assim, parece razoável considerar que essas métricas indicam uma informação bastante fiel à qualidade ambiental dos córregos estudados, corroborando o estudo realizado por Semenchenko; Moroz (2005), que, ao comparar a sensibilidade de vários índices bióticos, concluíram que os índices BMWP e EPT foram os mais sensíveis em relação à variação da qualidade das águas.

As demais métricas apresentaram limitações. Uma vez que Chironomidae, freqüentemente, é dominante nos ambientes aquáticos (NESSIMIAN, 1995), para uma avaliação da qualidade ambiental baseada somente nesse fator seria necessária uma identificação ao nível de gênero. Já os Oligochaeta, apesar de terem sido bastante abundantes em dois dos três córregos impactados (principalmente no córrego 3), não foram tão abundantes no córrego 4. O índice de diversidade de Shannon-Wiener também não foi uma métrica que traduziu de maneira fiel as condições dos córregos. Para o cálculo deste índice são consideradas a abundância e a riqueza dos *taxa*, assim, como no córrego 1 foi muito alta a abundância de Chironomidae em relação à abundância dos demais grupos, os valores foram deslocados para baixo. A equidade, por ter sido baixa em todos os córregos, provavelmente em

decorrência da presença de grupos dominantes, também não foi uma métrica capaz de diferenciá-los.

5.6 Conclusão

Pode-se concluir que a % de EPT, a riqueza e o índice BMWP foram as métricas que melhor refletiram a qualidade ambiental dos córregos estudados, remetendo à boa qualidade ambiental do córrego 1, seguida do córrego 4, e em piores condições os córregos 2 e 3, destacando-se a deterioração do córrego 3, cuja composição faunística apresentou-se isenta de representantes de EPT, e do córrego 2, que apresentou valores muito baixos do índice BMWP.

REFERÊNCIAS

ALBA-TECEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUCIA (SIAGA), 4., 1996, Almería. **Anais...** Almería: [s.n.], 1996. p. 203-213.

ALLAN, J.D. **Stream ecology**: structure and function of running waters. London: Chapman & Hall, 1995. 388p.

BAPTISTA, D.F.; L.F.M. DORVILLÉ; D.F. BUSS; J.L. NESSIAMIAN & L.H.J. SOARES. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. In: NESSIAMIAN, J.L.; CARVALHO, E. (Ed.). **Ecologia de insetos aquáticos**, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, Series Oecologia Brasiliensis, 1998. p. 191-207

BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; GRIFFITH, G.E.; FRYDENBORG, R.; MCCARRON, E.; WHITE, J. S; BASTIAN, M.L. A framework for biological criteria for Florida stream using macroinvertebrates. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, Kansas, v. 15, p. 85-211, 1996

BORGES, D.J.V.; CUNHA, A.M.O.; MARÇAL-JÚNIOR, O. As condições sócio ambientais de áreas de preservação permanente na zona urbana de Uberlândia: aspectos paisagísticos e sociais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.18, n.7, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 4 jan. 2007

BRITTAIN, J.E.; SALVEIT, S.J.; CASTELLA, E.; BOGEN, J.; BONSNES, T.E.; BLAKAR, I.; BREMNES, T.; HAUG, I.; VELLE, G. The macroinvertebrate communities of two contrasting Norwegian glacial rivers in relation to environmental variables. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 46, p. 1723-1736, 2001

BROWN, B.L. Habitat heterogeneity and disturbance influence patterns of community temporal variability in a small temperate stream. **Hydrobiologia**, Netherlands, v. 586, p. 93-106, 2007.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; SILVEIRA, M.P.; NESSIAMIAN, J.L.; DORVILLÉ, L.F.M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**, Netherlands, v. 481, p.125-136, 2002.

CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: BOZELLI, R.L., ESTEVES, F.A.; ROLAND, F (Ed.). **Lago Batata**: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Rio de Janeiro, Instituto de Biologia – SBL. p.139-152, 2000.

CALLISTO, M., MORETTI, M., GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 6, n.1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 91-98, 2002.

CASTRO, A. L.; SILVA, J.de L.e. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil: Isopoda**. Brasília: CNPq, 1985. 20p.

COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. Chave para as famílias e gêneros das larvas de Odonata citadas para o Brasil: Comentários e Registros Bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 99, p. 1-43, 2004.

EPA (Environmental protection Agency). **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Division of water quality monitoring and assessment. [s.l.]: Columbus, 1987, v.1-3. 120p.

FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. de. Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha – Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.19, n.1, p. 65-80, 2007.

GIERE, O.; PREUSSE, J.H.; DUBILIER, N. Tubificoides benedii (Tubificidae, Oligochaeta) – a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. **Hydrobiologia**, Netherlands, v. 406, p. 235-241, 1999

GOULART, M.D.; CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, Pará de Minas, a. 2, n.2, p.153-163.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, Kansas, v.16, p. 853-860, 1997.

HANSEN, R. A. Effects of habitat complexity and composition on a diverse litter microarthropod assemblage. **Ecology**, Ithaca, v. 81, p.1120–1132, 2000.

HUAMANTINCO, A. A.; NESSIMIAN, J.L.Estrutura e distribuição espacial da comunidade de larvas de Trichoptera (Insecta) em um tributário de primeira ordem do Rio Paquequer, Teresópolis, RJ. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v.11, n.2, p.1-16, 1999.

HYNES, H.B.N. Comments on taxonomy of Australian Austroperlidae and Gripopterygidae (Plecoptera). **Australian Journal of Zoology**, Collingwood, v.9, p.1-52, 1974.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (Brasil). **Populações residentes, em 1º de abril de 2007, segundo os municípios**. Rio de JANEIRO, 2007. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/popmunic2007layoutTCU14112007.pdf> >. Acesso em: 20 fev. 2008.

JACOBSEN, D.; ENCALADA, A. The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season. **Archiv fur Hydrobiologie**, Stuttgart, v.142, n.1, p.53-70, 1998

JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T.; ROSENBERG, D. M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman Hall, 1995. p. 40-158.

JUNQUEIRA, M.V.; AMARANTE, M.C.; DIAS, C.F.S.; FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.12, n.1, p.73-87, 2000.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

KARR, J. R. Defining and measuring river health. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 41, p. 221-234, 1999.

KIKUCHI, R.M.; V.S. UIEDA. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J.L.; CARVALHO, E. (Ed.). Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, Series Oecologia Brasiliensis, 1998, v. 5, p. 157-173

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. New York: Harper Collins, 1989. 652p.

LINKE, S., NORRIS, R. H., FAITH, D. P.; STOCKWELL, D. Anna: a new presicion method for bioassessment programs. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 50, p. 147-158, 2005.
MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 1010p.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishes, 1984. 722 p.

MORRETES, F. L. Ensaio de catálogo dos moluscos do Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 7, n.1, p. 5-216, 1949.

NESSIMIAN, J. L. Abundância e biomassa de macroinvertebrados de um brejo de dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n.4, p. 661-683, 1995.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.1, n.1, p.9-16, 1989.

OLIVEIRA, L.G.; P.C. BISPO & N.C. SÁ. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 867-876, 1997.

PALMER, C.; PALMER A.; O'KEEFE, J.; PALMER, R. Macroinvertebrate community structure and altitudinal changes in the upper reaches of a warm temperature southern african river. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 32, n.2, p.337-348, 1994.

PEREIRA, D.; DE LUCA, S. J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 57-68, 2003.

RESH, V. H.; JACKSON, J.K. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Ed.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. p.195-233.

RESH, V.H.; MYERS, M.J.; HANNAFORD, M.J. Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality. In: HAUER, F.R.; LAMBERTI, G.A. **Stream ecology**. London: Academic Press, 1996. p. 647-667.

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**, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 613-618, 2005.

RIGHI, G. Anelídeos Oligoquetos. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUDISI, T.; ROCHA, O. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Invertebrados de água doce**. São Paulo: FAPESP, 2002. p. 81-84.

SEMENCHENKO, V. P.; MOROZ, M. D. Comparative Analysis of Biotic Indices in the Monitoring System of Running Water in a Biospheric Reserve. **Water Resources**, New York, v. 32, n. 2, p. 200–203, 2005.

SHUVARTZ, M.; OLIVEIRA, L.G.; DINIZ-FILHO, A.F.; BINI, L.M. Relações entre distribuição e abundância de larvas de Trichoptera (Insecta), em córregos de Cerrado no entorno do Parque Estadual da Serra de Caldas (Caldas Novas, Estado de Goiás). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n.1, p. 51-55, 2005.

SILVA, F.L.; MOREIRA, D.C.; BOCHINI, G.L.; RUIZ, S.S. Desempenho de dois índices biológicos na avaliação da qualidade das águas do Córrego Vargem Limpa, Bauru, SP, através de macroinvertebrados bentônicos. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, [s.l.], v. 2, n.3, p. 231-234, 2007.

SILVEIRA, M.P.; BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; NESSIMIAN, J.L.; EGLER, M. Application of biological measures for stream integrity assessment in south-east Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, Holanda, v. 101, p. 117-128, 2005.

SILVER, P. J. K.; COOPER, M. A.; PALMER; DAVIS, E.J. The arrangement of resources in patchy landscapes: effects on distribution, survival, and resource acquisition of chironomids. **Oecologia**, Rio de Janeiro, v.124, p. 216–224, 2000.

SMOCK, L.A. Macroinvertebrate movements; drift, colonization, and emergence. In: HAUER, E.R.; LAMBERTI, G.A. **Methods in Stream Ecology**. London: Academic Press, 1996. p. 371-390.

STATZNER, B.; HIGLER, B. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 16, p. 127-139, 1985.

TEWS, J. U. BROSE, V.; GRIMM, K.; TIELBORGER, M. C.; WICHMANN, M.; SCHWAGER; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/ diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 31, p. 79–92, 2004.

WIGGINS, G. B. **Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)**. 2. ed. Toronto:University of Toronto, 1977. 401 p.

6 - CAPÍTULO 2

**Influência de variáveis ambientais em comunidades de
macroinvertebrados bentônicos de sistemas lóticos de uma área
urbana**

RESUMO

O conhecimento da relação biótico e abiótico e da dinâmica espaço-temporal das variáveis físico-químicas no contexto da avaliação ambiental por macroinvertebrados bentônicos é muito importante para o entendimento do funcionamento dos processos ecológicos em ambientes aquáticos. Este estudo caracterizou a dinâmica longitudinal e sazonal de variáveis físico-químicas em córregos de uma área urbana do oeste de Minas Gerais, avaliou a distribuição e a variação sazonal de comunidades de macroinvertebrados bentônicos nesses ambientes e a influência de variáveis ambientais sobre essas comunidades. Foram estudados quatro córregos, nos quais foram estabelecidos três pontos de coleta. O córrego Cabeceira do Lageado (Córrego 1) situa-se em uma Reserva Ecológica, já os córregos Buritizinho (Córrego 2), Lobo (Córrego 3) e Bons Olhos (Córrego 4) estão inseridos diretamente na malha urbana. Foram realizadas duas coletas para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos, uma na estação chuvosa e outra na estação seca, utilizando-se um coletor do tipo “Surber” com área de 90 cm² e malha de 0,250 mm. A maioria dos macroinvertebrados bentônicos foi identificada até o nível de família. Foram avaliadas nos mesmos períodos de coleta dos invertebrados as variáveis da água condutividade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, DBO, DQO, óleos e graxas, sólidos totais dissolvidos, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, manganês, ferro e detergentes, além do teor de matéria orgânica e a granulometria do sedimento. Os padrões mais importantes de abundância dos macroinvertebrados e das variáveis ambientais foram determinados através de análise de correspondência (CA) e análise de componentes principais (PCA), respectivamente. A significância das variáveis ambientais sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi avaliada através de Análise de Correspondência Canônica (CCA). Foram encontradas 35 famílias de Insecta, além de representantes de Isopoda, Mollusca, Anellida e Nematoda. DBO, DQO, matéria orgânica, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido foram as variáveis mais importantes para a diferenciação dos córregos, apontando um gradiente de qualidade ambiental, do córrego 1, que apresentou boa qualidade ambiental, até o córrego 2, que apresentou águas muito degradadas, com os córregos 3 e 4 em condições intermediárias. Essa situação também foi perceptível na fauna dos córregos, com grupos sensíveis à poluição restritos ao córrego 1, grupos mais tolerantes em maior abundância no córrego 2 e em valores intermediários nos córregos 3 e 4. A variável oxigênio dissolvido foi a mais importante para os Ephemeroptera, Coleoptera (outros), Trichoptera (outros), Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae e Diptera (outros), a DBO para Hydrophilidae e Hirudinea e a turbidez para Collembola. São urgentes medidas de recuperação dos córregos da área urbana de Uberlândia, visando a melhoria da qualidade da água desses mananciais. Além disso, fica evidente a importância da preservação das veredas para os sistemas lóticos a elas associados.

Palavras chave: Poluição, bioindicadores, riachos, DBO, oxigênio dissolvido, macroinvertebrados bentônicos.

ABSTRACT

The knowledge of the relationship biotic and abiotic, and the spatial-temporal dynamics of physico-chemical variables in the context of environmental assessment of benthic macroinvertebrates is very important for understanding the functioning of ecological processes in aquatic environments. This study characterized the longitudinal and seasonal dynamics of physico-chemical variables in streams of an urban area in western Minas Gerais state, assessed the distribution and seasonal variation of benthic macroinvertebrate communities in these environments and the influence of environmental variables on these communities. We studied four streams on which three sampling points were established. The Cabeceira of Lageado stream (Stream 1) is located in a Natural Reserve, and the streams Buritizinho (Stream 2), Lobo (Stream 3) and Bons Olhos (Stream 4) are directly inserted in the urban area. Two sampling of benthic macroinvertebrates were performed, one in the rainy season and other in the dry season, using a "Surber" collector with an area of 90 cm² and 0.250 mm mesh size. Most of the benthic macroinvertebrates was identified at the family level. We evaluated in the same periods of invertebrate sampling the water variables conductivity, pH, turbidity, dissolved oxygen, BOD, COD, oil and grease, total dissolved solids, deposited solids, suspended solids, manganese, iron and detergents, and the content of organic matter and grain size of the sediment. The most important patterns of abundance of macroinvertebrates and environmental variables were determined through correspondence analysis (CA) and principal component analysis (PCA), respectively. The significance of environmental variables on the benthic macroinvertebrate community was evaluated through Canonical Correspondence Analysis (CCA). Thirty five families of Insecta were found, as well as representatives of Isopoda, Mollusca, Anellida and Nematoda. BOD, COD, organic matter, turbidity, conductivity and dissolved oxygen were the most important variables for the differentiation of streams, indicating a gradient of environmental quality, from stream 1, which showed good environmental quality, to the stream 2, which showed very degraded water, with streams 3 and 4 in intermediate conditions. This was also noticeable in the fauna of the streams, with pollution sensitive groups restricted to stream 1, more tolerant groups in greater abundance in stream 2 and intermediate values in streams 3 and 4. The variable dissolved oxygen was the most important for Ephemeroptera, Coleoptera (other), Trichoptera (other), Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae and Diptera (other), the BOD to Hydrophilidae and Hirudinea and turbidity to Collembola. Measures for recovery of the streams in the urban area of Uberlândia, aiming to improve the water quality are urgent. Moreover, it is clear the importance of the preservation of veredas for the associated lotic systems.

Keywords: Pollution, bioindicators, streams, DBO, dissolved oxygen, benthic macroinvertebrates.

6.1 Introdução

Os macroinvertebrados bentônicos habitam o fundo de rios, lagos e reservatórios e estão associados a diversos tipos de substratos como sedimentos minerais, detritos, macrófitas aquáticas e algas filamentosas (ROSEMBERG; RESH, 1993). Constituem elementos essenciais nas teias tróficas lóticas e lênticas, pois participam do fluxo de energia e da ciclagem de nutrientes (CALLISTO; ESTEVES, 1995; WHILES; WALLACE, 1997; ESTEVES, 1998). Além disso, são recursos alimentares para peixes (WALLACE; WEBSTER, 1996), insetos aquáticos e alguns pássaros insetívoros (WARD et al., 1995).

A distribuição dos organismos aquáticos é o resultado da interação entre o papel ecológico, condições físicas que caracterizam o hábitat, e a disponibilidade alimentar (MERRITT; CUMMINS, 1984). Assim, a estrutura da comunidade é o resultado da combinação de uma série de fatores, quais sejam a qualidade da água, o tipo de substrato, o tamanho das partículas do sedimento, a vazão, a concentração de matéria orgânica no sedimento, a concentração de oxigênio, bem como das condições ambientais do entorno do curso d'água.

Por refletir as mudanças do ambiente (ESTEVES, 1998), a comunidade de macroinvertebrados é freqüentemente utilizada como um indicador dos efeitos das atividades humanas no sistema hídrico e provê uma abundância de informações sobre a qualidade do hábitat e da água (WOODCOCK, HURYN, 2007).

Alterações em áreas adjacentes aos cursos d'água ocasionam o aumento do nível de nutrientes, enriquecimento orgânico originado tanto de efluentes domésticos como industriais, dentre outros, típicos de áreas urbanas. Esses fatores podem exercer importante papel nas características físicas e químicas do sistema lótico e afetar a assembléia de macroinvertebrados bentônicos (HYNES, 1970; WARD et al., 1995).

Diversos estudos têm avaliado o efeito das variáveis físico-químicas e da integridade do hábitat nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos (CALLISTO et al., 2001; BUSS et al., 2002; BUENO et al., 2003; BISPO et al., 2004; BISPO et al., 2006; RIBEIRO; UIEDA, 2005; BUCKUP et al., 2007). Entretanto, tais estudos realizados com esse escopo restringiram-se a áreas naturais ou com impactos antrópicos sem grande expressão. Existe então uma carência de informações na literatura sobre estudos conduzidos em córregos localizados em locais tipicamente urbanos, diretamente vulneráveis aos impactos de origem antrópica.

O conhecimento da relação biótico e abiótico e da dinâmica longitudinal das variáveis físico-químicas no contexto da avaliação ambiental por macroinvertebrados bentônicos é muito importante para o entendimento do funcionamento dos processos ecológicos e da saúde dos ecossistemas estudados. É a partir desses conhecimentos que se pode planejar intervenções no sentido preservar ou manejar os sistemas hídricos, de modo a garantir sua integridade biológica, ou seja, a capacidade do sistema em manter a sua biodiversidade natural e os processos ecológicos essenciais para o seu perfeito funcionamento (SILVEIRA et al., 2004).

Nesse contexto, o presente estudo buscou caracterizar a dinâmica longitudinal e sazonal de variáveis físico-químicas em córregos de uma área urbana do oeste de Minas Gerais, avaliar a distribuição e a variação sazonal de comunidades de macroinvertebrados bentônicos nesses ambientes e a influência de variáveis ambientais sobre essas comunidades.

6.2 Área de Estudo

A bacia do Rio Uberabinha localiza-se na zona geográfica do Triângulo Mineiro abrangendo parte dos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, numa área aproximada de 2.188,3 km² (FELTRAN FILHO; LIMA, 2007). Ela integra a bacia do rio Paraná, representada pelas litologias de idade Mesozóica: arenitos da Formação Botucatu, basaltos da Formação Serra Geral e rochas do Grupo Bauru (NISHIYAMA, 1989). O clima da região é o tropical e, segundo a classificação climática de Köppen é tipo Aw, megatérmico, com chuvas no verão e seca de inverno (EMBRAPA, 1982).

Foram estudados quatro córregos situados na área urbana de Uberlândia. Nesta cidade, que já possui mais de 608 mil habitantes, (IBGE, 2007) e uma área de mais de 135 km², os ecossistemas aquáticos vêm sendo afetados pelo efeito da urbanização em escalas crescentes (BORGES et al., 2006).

O critério de escolha dos córregos foi a padronização da ordem de grandeza (todos eles de primeira ordem) e a localização dos mesmos de modo a amostrar diferentes regiões da bacia hidrográfica. Em cada córrego foram estabelecidos três pontos de amostragem, um próximo à nascente (P1), outro próximo à foz (P3) e outro intermediário a estes (P2). O córrego Cabeceira do Lageado (C1) situa-se em uma área de vereda na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca. Os córregos Buritizinho (C2), Lobo (C3) e Bons Olhos (C4) estão inseridos diretamente na malha urbana da cidade de Uberlândia – MG, sujeitos aos diversos impactos urbanos.

6.3 Material e Métodos

Amostragem dos Macroinvertebrados Bentônicos

Foram realizadas duas coletas para a amostragem dos macroinvertebrados bentônicos, uma na estação chuvosa (março/2007) e outra na estação seca (julho/2007). Em cada ponto foram coletadas, aleatoriamente, três sub-amostras do substrato presente no leito dos córregos, utilizando-se um coletor do tipo “Surber” com área de 90 cm² e malha de 0,250 mm. As três sub-amostras obtidas em cada ponto de coleta foram avaliadas conjuntamente, representando uma amostra. Foram obtidas, conseqüentemente, 12 amostras por período de coleta.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas, fixadas em formaldeído a 10% e transportadas para o Laboratório de Ecologia do Instituto de Biologia – UFU, para processamento. O material recolhido na rede do tipo Surber foi lavado em malha de filtragem de 0,250 mm e, posteriormente, triado em placas de Petri utilizando-se estereomicroscópio. Os macroinvertebrados bentônicos foram identificados até o nível de família - exceto os moluscos (Classe), anelídeos (Subclasse), nematóides (Filo) e isópodes (Ordem) – utilizando-se chaves de identificação específicas (MORRETES, 1949; WIGGINS, 1977; MERRIT; CUMMINS, 1984; CASTRO; SILVA 1985; RIGHI, 2002; COSTA et al., 2004) e, posteriormente, confirmados por especialista.

Variáveis físico-químicas da água e do sedimento

Nos mesmos períodos de amostragem da fauna também foram realizadas campanhas de coleta de água para as análises físico-químicas, sendo uma na estação chuvosa (março/2007) e outra na estação seca (julho/2007). Em cada campanha, cada ponto foi amostrado quinzenalmente, coletando-se amostras de água em frascos âmbar com capacidade de 1,5 l, a uma profundidade média de 20 cm da lâmina d’água. As amostras foram fixadas e acondicionadas segundo técnicas e métodos descritos pela American Public Health Association (APHA, 1995).

Excetuando-se a mensuração da temperatura, que foi realizada através de um termômetro de mercúrio, “in situ”, as demais variáveis físico-químicas foram analisadas em laboratório. A condutividade e o pH foram mensurados utilizando-se um condutivímetro digital (Digimed DM-32) e um Peagâmetro digital (Digimed DMPH), respectivamente. A turbidez foi determinada através do método nefelométrico (através de um turbidímetro digital processado (HD114)) e o Oxigênio Dissolvido através do método de Winkler. A Demanda Bioquímica de

Oxigênio (DBO_5), a Demanda Química de Oxigênio (DQO), a determinação de Óleos e Graxas, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Sólidos Sedimentáveis e detergentes foram determinadas segundo Macêdo (2003). Foram também determinadas as concentrações de Sólidos Suspensos (GREENBERG et al. 2005), Manganês (Mn) e Ferro (Fe) (PREGNOLATO; PREGNOLATO, 1985).

Foi coletada uma amostra de sedimento de cada ponto amostral em cada campanha de coleta para avaliação do teor de matéria orgânica e da composição granulométrica, totalizando 12 amostras por campanha. O teor de matéria orgânica do sedimento foi mensurado segundo técnica descrita por PREGNOLATO; PREGNOLATO (1985).

Análise de dados

Os dados foram avaliados através de análises multivariadas, sendo feitas algumas intervenções no sentido de não violar os pressupostos dessas análises. Um deles é que não haja mais variáveis que amostras, assim, não foi possível considerar todas as famílias de macroinvertebrados bentônicos individualmente. Para contornar tal problema, foi adotado o critério de reunir as famílias pertencentes à mesma ordem quando em baixas abundâncias, considerando a ordem como unidade taxonômica, não perdendo assim informações importantes de abundância. Em Diptera, a família Chironomidae foi tratada individualmente, as demais famílias foram agregadas em Outros Diptera; em Coleoptera, a família Hydrophilidae foi separada dos Outros Coleoptera; em Trichoptera, os Hydropsychidae foram separados dos Outros Trichoptera e na categoria Outros foram reunidos os representantes de Nematoda, Isopoda, Homoptera e Lepidoptera.

Para avaliar a relação entre as comunidades de macroinvertebrados bentônicos e as variáveis físico-químicas da água e do sedimento, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), usando o programa CANOCO (BRAAK; SMILAUER, 2002). Essa técnica é uma análise direta de gradientes que permite encontrar padrões que relacionam as diferenças nas comunidades bióticas às diferenças nas variáveis ambientais entre os pontos de coleta. Os padrões mais importantes nos dados de abundância dos táxons de macroinvertebrados foram determinados através de Análise de Correspondência (CA) utilizando o programa FITOPAC (SHEPHERD, 2004). Na CCA as variáveis ambientais foram avaliadas individualmente quanto ao ajuste dos dados à distribuição normal usando o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, opção Lilliefors, no programa SYSTAT (WILKINSON, 1990). A distribuição dos dados de turbidez, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, sólidos

sedimentáveis, sólidos suspensos, Mn, DBO e matéria orgânica foi fortemente assimétrica à direita e, por isso, tais variáveis foram log-transformadas ($\log x + 1$) para produzir uma distribuição normal. Adicionalmente, todas as variáveis ambientais foram padronizadas para a mesma escala (valores entre zero e um). Esta análise testa o quanto as variáveis em questão estão correlacionadas. Assim, as variáveis que apresentaram fator de inflação alto (muito correlacionadas), foram excluídas dos testes “a posteriori”. Tanto na CCA quanto no CA as abundâncias dos táxons foram log-transformadas ($\log x + 1,0$), para diminuir a discrepância existente entre eles.

Os padrões mais importantes nos dados das variáveis ambientais foram determinados através da Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando o programa FITOPAC (SHEPHERD, 2004). Para tal análise, os dados foram “estandardizados” para a redução da discrepância entre eles.

6.4 Resultados

Os córregos apresentaram uma grande variedade de representantes de macroinvertebrados bentônicos. A abundância total foi alta, totalizando 53.664 indivíduos, sendo encontrados 5.544 (10,33%) no córrego Cabeceira do Lageado, 18.614 (34,69%) no córrego Buritizinho, 22.818 (42,52%) no córrego Lobo e 6.688 (12,46%) no Córrego Bons olhos. Foram encontradas 35 famílias de Insecta, além de representantes de Isopoda, Mollusca, Anellida e Nematoda. As abundâncias dos *taxa* estão representadas na Tabela 1. O córrego Cabeceira do Lageado teve uma maior representatividade de EPTs, seguido dos córregos Bons Olhos e Buritizinho. Já no córrego Lobo não foram encontrados representantes desse grupo. A abundância de Chironomidae foi alta em todos os córregos, já a de Oligochaeta foi baixa nos córregos 1 e 4 e alta nos córregos 2 e 3 . Mollusca não ocorreu no córrego Cabeceira do Lageado.

Tabela 1 - Composição taxonômica e abundância de macroinvertebrados bentônicos nos períodos de seca (s) e chuva (c) nos córregos 1 (Cabeceira do Lageado), 2 (Buritizinho), 3 (Lobo) e 4 (Bons Olhos), Uberlândia – MG, 2007 (P1 – ponto 1; P2 – ponto 2 e P3 – ponto 3

		Córrego 1			Córrego 2			Córrego 3			Córrego 4			Total	
		Estação	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2		P3
Grupos Taxonômicos															
Nematoda	C	1	-	-	-	12	-	5	2	10	2	5	-	-	37
	S	-	1	1	1	4	-	-	-	13	-	6	-	-	25
Mollusca															
	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bivalves	S	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	81	2	-	90
	C	-	-	-	-	18	28	24	1	27	-	3	-	-	101
Gastropoda	S	-	-	-	-	43	3	-	-	6	26	60	2	1	141
Annelida															
	C	25	8			4497	194	336	8	2550	60	28	1	-	7707
Oligochaeta	S	49	92	2	2	291	49	72	39	7778	3101	346	29	5	11853
	C	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	7	1	-	22
Hirudinea	S	-	-	-	-	93	13	48	-	-	-	61	6	2	223
	C	-	-	-	-	-	-	-	1	2		-	-	-	3
Isopoda	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diptera															
	C	30	1	0	0	6	-	4	-	3	-	8	1	1	54
Ceratopogonidae	S	133	20	2	2	15	-	-	3	3	-	5	92	1	274
	C	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Chaoboridae	S	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

(Continua)

Tabela 1 - Composição taxonômica e abundância de macroinvertebrados bentônicos nos períodos de seca (s) e chuva (c) nos córregos 1 (Cabeceira do Lageado), 2 (Buritizinho), 3 (Lobo) e 4 (Bons Olhos), Uberlândia – MG, 2007 (P1 – ponto 1; P2 – ponto 2 e P3 – ponto 3

	c	1161	191	11	3542	1246	4954	33	4292	4171	858	29	237	20725
Chironomidae	s	2010	642	350	2487	34	209	36	103	149	670	3710	18	10418
Culicidae	c	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	s	4	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	11
Empididae	c	-	1	-	-	2	-	-	2	-	1	-	-	6
	s	1	15	-	-	-	-	-	-	2	-	86	1	105
Ephydriidae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	3
Psychodidae	c	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2
	s	1	-	-	-	-	-	1	12	-	2	1	1	18
Simuliidae	c	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	5
	s	-	14	-	1	-	-	1	-	-	8	126	2	152
Tabanidae	c	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	5
	s	4	1	1	-	-	-	-	2	-	22	-	-	30
Tipulidae	c	5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6
	s	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	20	-	23
Não Identificado 1	c	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2
	s	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2
Collembola														
Entomobryidae	c	-	-	-	1	-	-	1	1	2	-	1	-	6
	s	-	-	1	2	-	-	-	2	-	4	1	-	10

(Continua)

Tabela 1 - Composição taxonômica e abundância de macroinvertebrados bentônicos nos períodos de seca (s) e chuva (c) nos córregos 1 (Cabeceira do Lageado), 2 (Buritizinho), 3 (Lobo) e 4 (Bons Olhos), Uberlândia – MG, 2007 (P1 – ponto 1; P2 – ponto 2 e P3 – ponto 3

Isotomidae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5	-	-	5
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Sminthuridae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera																										
Dytiscidae	c	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	s	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Elmidae	c	1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	s	1	68	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74
Gyrinidae	c	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrophilidae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179
Psephenidae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Staphilinidae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Não Identificado 1	c	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	s	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Não Identificado 2	c	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	s	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

(Continua)

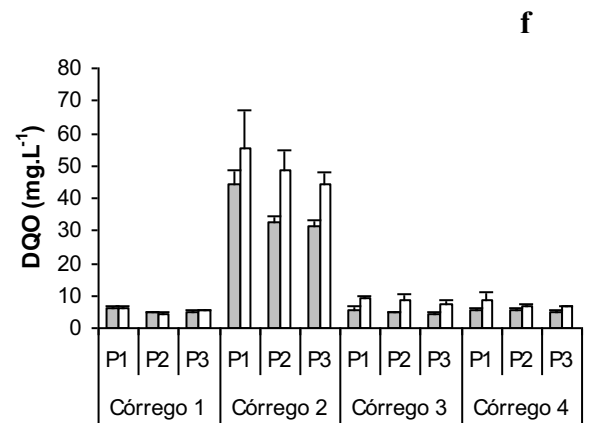
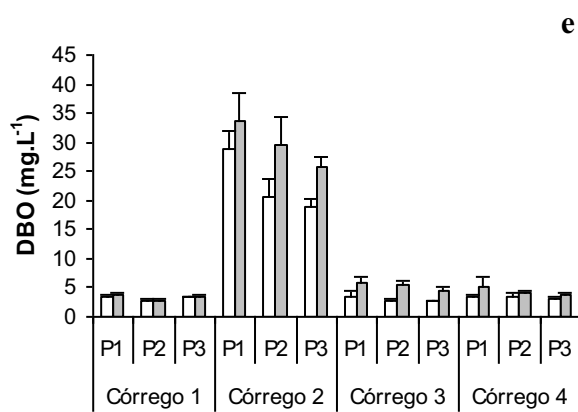
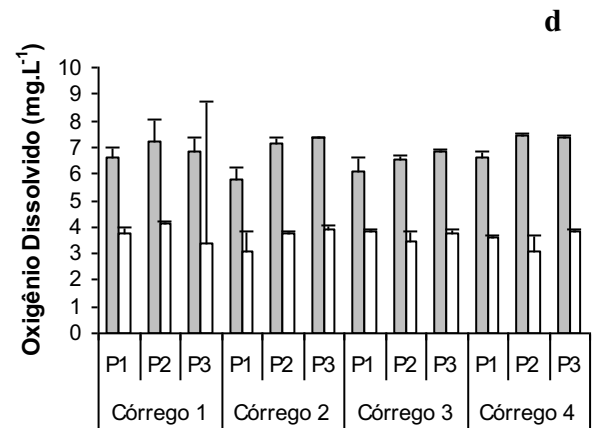
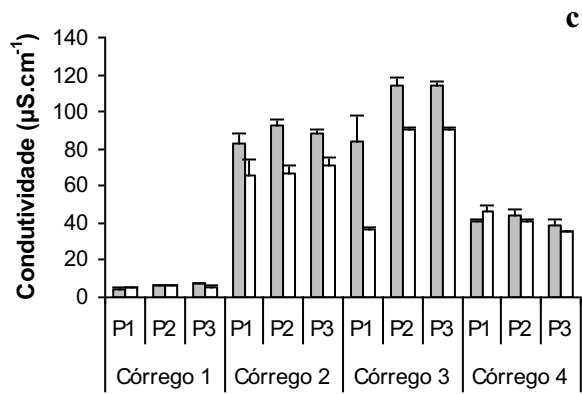
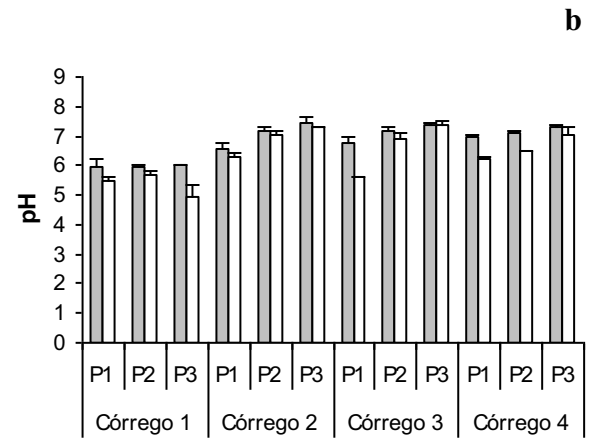
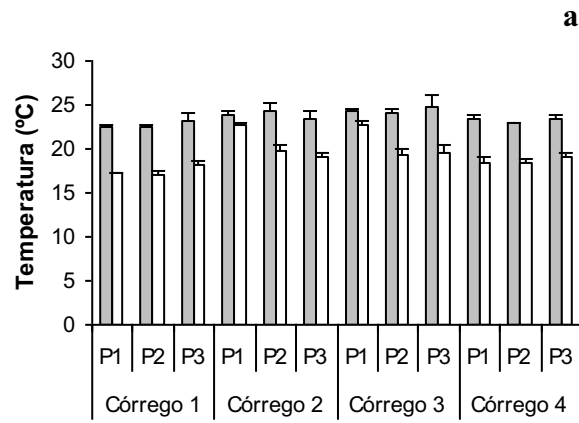
Tabela 1 - Composição taxonômica e abundância de macroinvertebrados bentônicos nos períodos de seca (s) e chuva (c) nos córregos 1 (Cabeceira do Lageado), 2 (Buritizinho), 3 (Lobo) e 4 (Bons Olhos), Uberlândia – MG, 2007 (P1 – ponto 1; P2 – ponto 2 e P3 – ponto 3

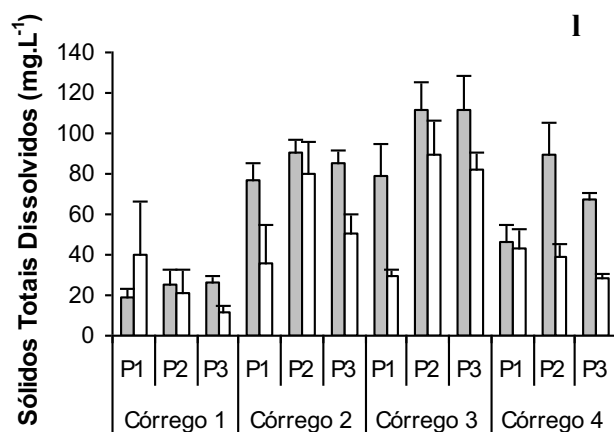
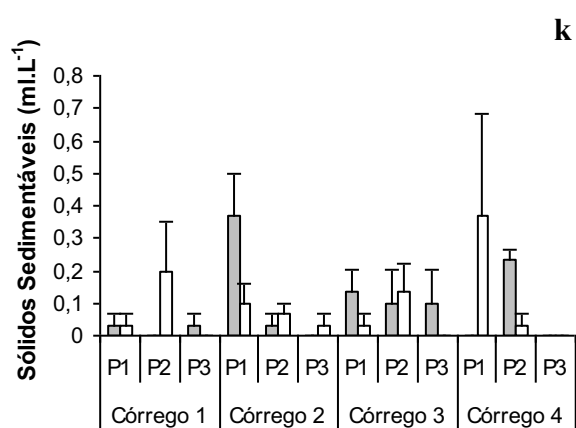
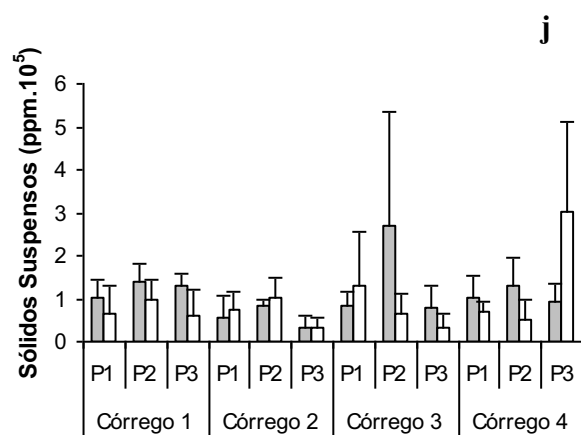
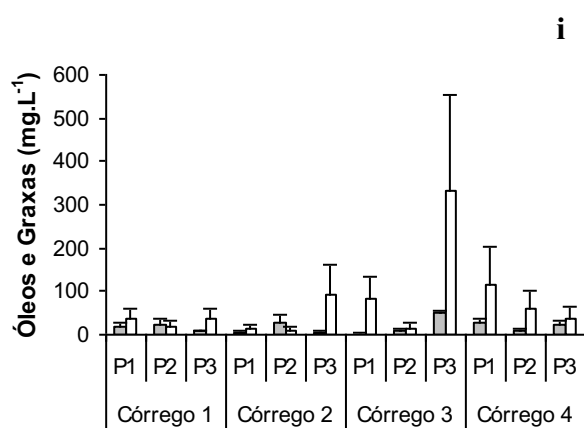
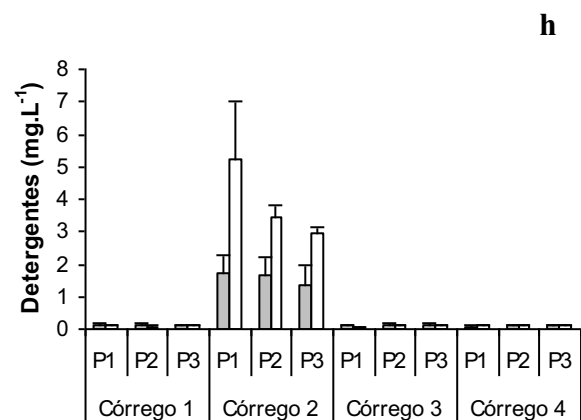
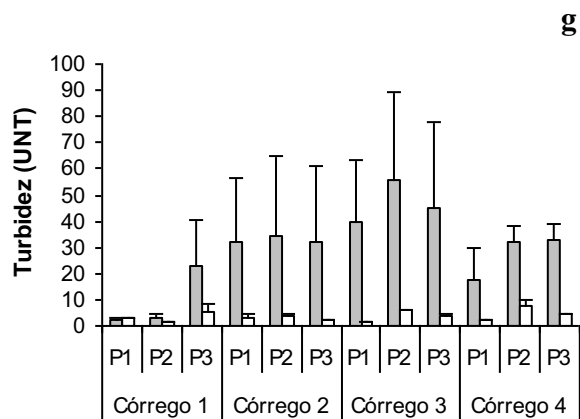
Homoptera													
Cicadellidae	c	-	3	-	-	1	-	1	-	-	-	-	6
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naucoridae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	2	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	8
Lepidoptera													
Pyrilidae	c	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
	s	1	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	13
Odonata Anisoptera													
Libellulidae	c	11	2	-	-	-	1	14	1	1	-	2	38
	s	9	3	-	-	-	10	-	5	-	2	-	29
Gomphidae	c	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odonata Zygoptera													
Coenagrionidae	c	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	s	6	3	-	-	-	-	1	-	25	-	-	35
Calopterygidae	c	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	s	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Plecoptera													
Perlidae	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

(Continua)

Trichoptera															
Hydroptilidae	C	27	5	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	46
	S	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4
Hydropsychidae	C	9	20	-	5	26	-	7	-	-	-	-	21	88	
	S	8	84	1	-	1	28	-	-	-	-	11	-	133	
Leptoceridae	C	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
	S	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Odontoceridae	C	3	10	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	15	
	S	6	5	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	14	
Philopotamidae	C	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
	S	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	
Invertebrado não identificado	C	-	-	-	-	-	-	66	-	11	-	-	-	77	
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Abundância Total	C	1352	280	13	8084	1617	5455	60	6947	4237	923	36	267	29271	
	S	2411	1118	370	2978	105	375	93	7933	3548	1309	4120	33	24393	
Riqueza	C	20	21	2	9	8	11	12	14	6	12	7	8	130	
	S	20	30	13	10	6	5	8	15	12	17	16	10	162	
(Conclusão)															

A água apresentou temperaturas amenas, com maiores valores na estação chuvosa e menores na estação seca (Figura 1a) em todos os pontos de coleta. Os valores de pH registrados ficaram em uma faixa ligeiramente ácida, com valores menores na estação seca (Figura 2b). Em relação à condutividade, foram encontrados valores baixos no córrego 1, altos nos córregos 2 e 3, e valores intermediários no córrego 4 (Figura 1c). Na estação seca, os valores de oxigênio dissolvido e turbidez foram baixos em todos os córregos, já na estação chuvosa foram encontrados valores mais altos (Figura 1d e 1g). Os valores de DBO, DQO e detergentes foram altos no córrego 2 e baixos nos demais córregos (Figuras 1e e 1f e 1h, respectivamente). Em relação aos óleos e graxas, foram encontrados valores baixos no córrego 1 e valores um pouco elevados na estação seca no ponto 3 do córrego 2, pontos 1 e 3 do córrego 3 e nos três pontos do córrego 4 (Figura 1i). Foram encontrados valores altos e relativamente homogêneos de sólidos suspensos em todos os córregos (Figura 1j). Foi evidenciada uma grande variação entre e dentro de cada córrego em relação aos sólidos sedimentáveis (Figura 1k). Foram encontrados maiores valores de sólidos totais dissolvidos nos córregos 2, 3 e 4, sendo estes valores ainda maiores na estação chuvosa (Figura 1l). Os valores de manganês e ferro (Figuras 1m e 1n, respectivamente) foram maiores na estação seca, sendo que o ferro foi encontrado em todos os pontos de coleta.





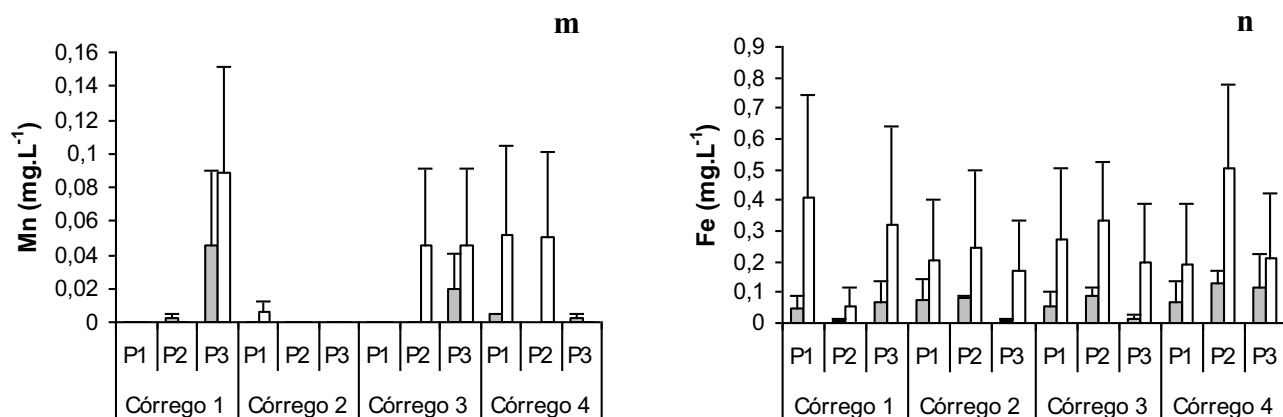


Figura 1 (a-n) – Valores médios e erro padrão das variáveis físico-químicas da água dos córregos 1, 2, 3 e 4, Uberlândia – MG, 2007. ■ Estação Chuvosa; □ Estação Seca. a- Temperatura; b- pH; c-Condutividade; d- Oxigênio Dissolvido; e- DBO; g- DQO; g – Turbidez; h– Detergentes; i – Óleos e Graxas; j- Sólidos Suspensos; k– Sólidos Sedimentáveis; l - Sólidos Totais Dissolvidos; m – Manganês (Mn); n – Ferro (Fe).

Em relação à granulometria do sedimento, nos córregos 1 e 4 houve a predominância de grãos menores em ambas as estações climáticas. Nos córregos 2 e 3 houve maior diversificação do tamanho dos grãos (Figura 2).

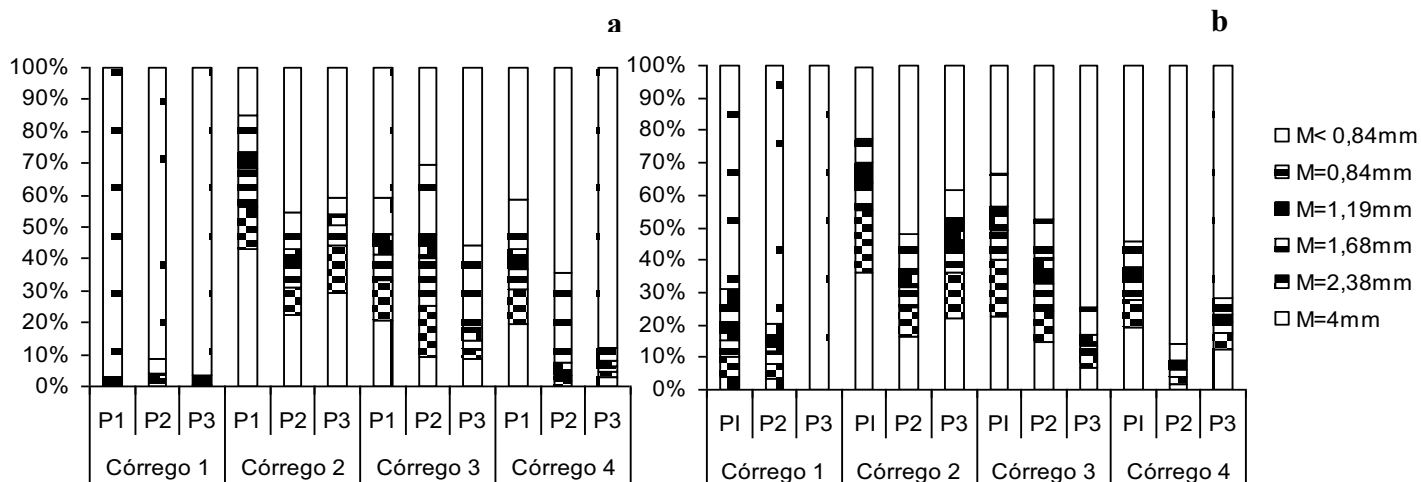


Figura 2 – Composição granulométrica do sedimento nos pontos de coleta dos córregos 1, 2, 3 e 4, Uberlândia – MG, 2007. a – estação chuvosa; b – estação seca.

Os maiores valores de matéria orgânica no sedimento foram encontrados no córrego 1. Os demais córregos apresentaram valores baixos, exceto o ponto 2 dos córregos 3 e 4, que na estação chuvosa apresentaram valores altos de matéria orgânica (Figura 3).

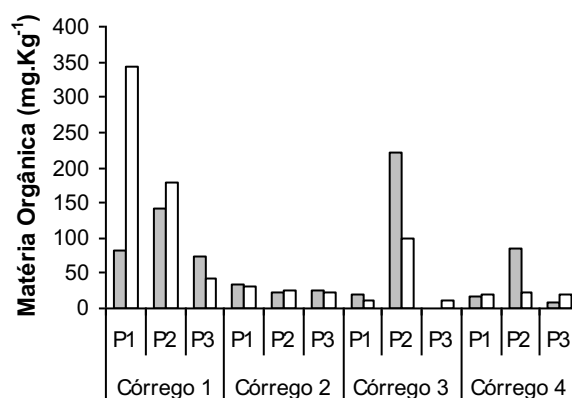


Figura 3 – Valores da concentração de matéria orgânica nos sedimentos dos pontos de coleta dos córregos 1, 2, 3 e 4, Uberlândia – MG, 2007. ■ Estação Chuvosa; □ Estação Seca.

Os dois primeiros eixos da PCA explicaram 51,45% da variância nos dados de variáveis ambientais (Figura 4). O eixo 1 apresentou correlação positiva com a concentração de matéria orgânica, pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos, detergentes, DBO, DQO, granulometria e correlação negativa com manganês e matéria orgânica. O eixo 2 apresentou correlação positiva com óleos e graxas, detergentes, DBO, DQO e Fe, e correlação negativa com temperatura, turbidez, oxigênio e sólidos suspensos. Na Tabela 2 são apresentados os valores da correlação dos eixos da Análise de Componentes Principais (PCA).

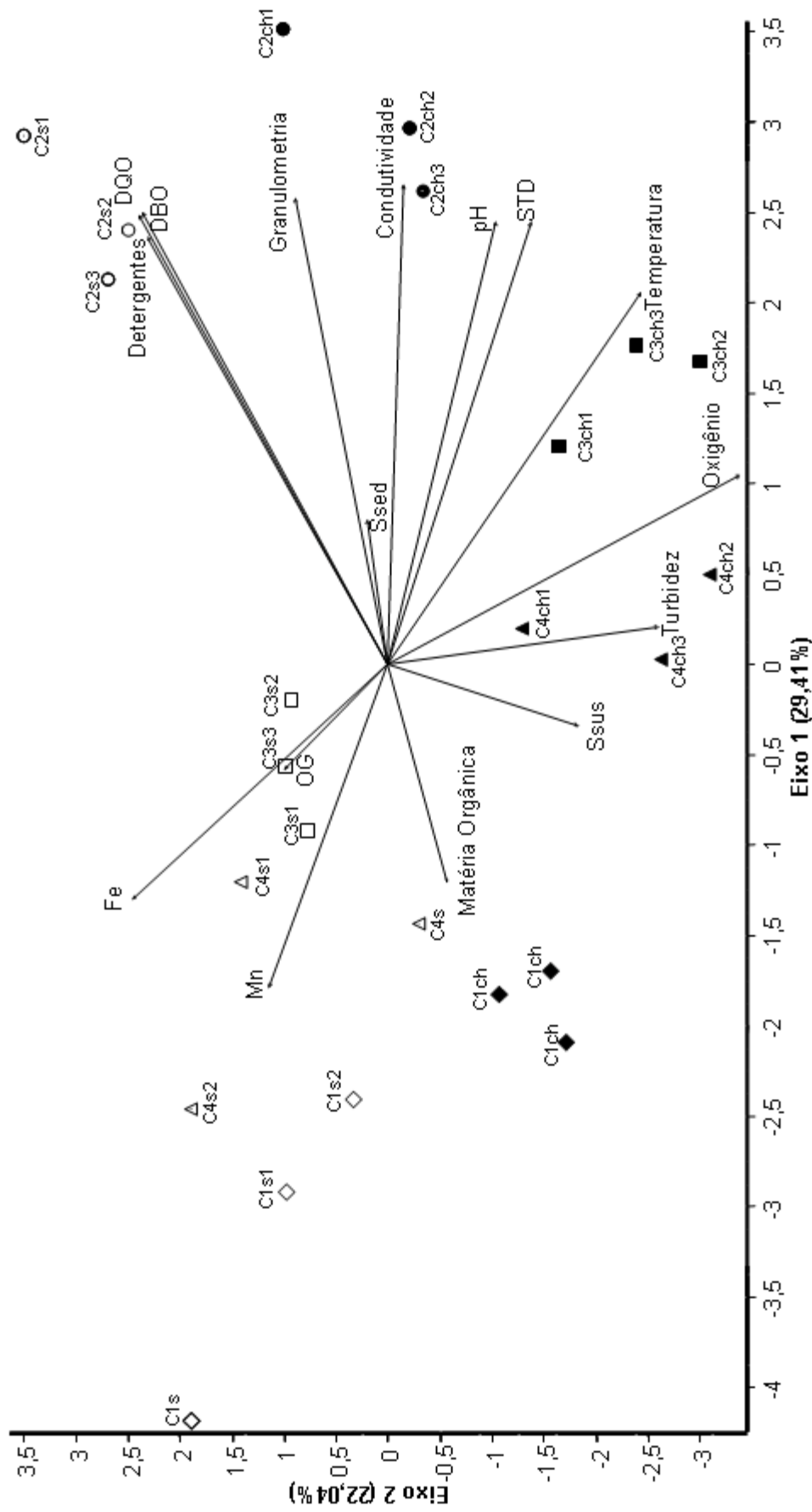


Figura 4 - Diagrama de Ordenação dos pontos de coleta através da Análise de Componentes Principais (PCA), considerando as variáveis físico-químicas da água dos córregos 1, 2, 3 e 4, Uberlândia – MG, 2007. C – córrego (1, 2, 3 e 4); ch - estação chuvosa; s - estação seca.

Tabela 2 – Correlação dos eixos da Análise de Componentes Principais (PCA) e as variáveis físico-químicas da água de córregos 1, 2, 3 e 4, Uberlândia – MG, 2007.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
pH	0,326252	-0,136729
Temperatura	0,273044	-0,322420
Condutividade	0,353731	-0,018300
Turbidez	0,027497	-0,344371
Sólidos Totais Dissolvidos	0,325522	-0,183587
Óleos e Graxas	-0,077329	0,132033
Oxigênio Dissolvido	0,139310	-0,448691
Sólidos Suspensos	-0,045011	-0,243645
Sólidos Sedimentáveis	0,106156	0,027585
Detergentes	0,314834	0,308555
DBO	0,332294	0,314879
DQO	0,330209	0,318870
Mn	-0,237887	0,152323
Fe	-0,172797	0,326817
Matéria Orgânica	-0,159717	-0,075886
Granulometria	0,343427	0,118475

Houve pouca sobreposição entre os córregos, sendo que o córrego 1 se diferenciou mais do córrego 2 por apresentar maior quantidade de matéria orgânica e menores valores de DBO, granulometria, condutividade, detergentes, pH, sólidos sedimentáveis, e sólidos totais dissolvidos. Os córregos 3 e 4 apresentaram valores intermediários para essas variáveis. Nessa análise, também foi possível detectar diferenças sazonais na concentração de oxigênio e na turbidez, que foram maiores nas coletas da estação chuvosa, e na quantidade de ferro e óleos e graxas, que foram maiores na estação seca.

O primeiro eixo da CA explicou 44,25% da variância nos dados de abundância dos *taxa* de macroinvertebrados bentônicos e indicou a existência de um gradiente com os pontos de coleta do córrego 1 em uma extremidade e do córrego 2 em outra. O córrego 1 ficou separado dos demais por apresentar maior abundância de Ephemeroptera, outros Coleoptera, outros Trichoptera e Hemiptera, e ausência de Hirudinea, Hydrophilidae, Mollusca e Collembola. Hydropsychidae foram ausentes no córrego 3 e raros no córrego 4 e Odonata foram raros no

córrego 2. Os *taxa* Chironomidae, Oligochaeta e outros Diptera estiveram igualmente distribuídos ao longo de todo o gradiente (Figura 5).

Das 16 variáveis ambientais consideradas na CCA, as variáveis condutividade ($F = 10,065$; $p = 0,0001$), oxigênio dissolvido ($F = 2,263$; $p = 0,0201$), turbidez ($F = 2,237$; $p = 0,0168$), DBO ($F = 2,144$; $p = 0,0300$) e Óleos e Graxas (OG) ($F = 2,335$; $p = 0,0133$) estiveram significativamente correlacionadas com a abundância dos táxons de macroinvertebrados nos pontos de coleta. Em conjunto, essas variáveis explicaram 56% da variância ($AVC/AVNC = 0,386/0,693 = 0,560$) nas comunidades de macroinvertebrados. Os *taxa* Ephemeroptera, outros Coleoptera, outros Trichoptera, Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae e outros Diptera foram mais abundantes nos locais com maior concentração de oxigênio dissolvido e menor condutividade. Hydrophilidae, Hirudinea, Mollusca e Oligochaeta ocorreram em maior abundância nos locais com maiores valores de DBO, sendo que os dois primeiros ocorreram também em locais com valores elevados de OG e Collembola apresentou maior abundância nos locais com maior turbidez (Figura 6).

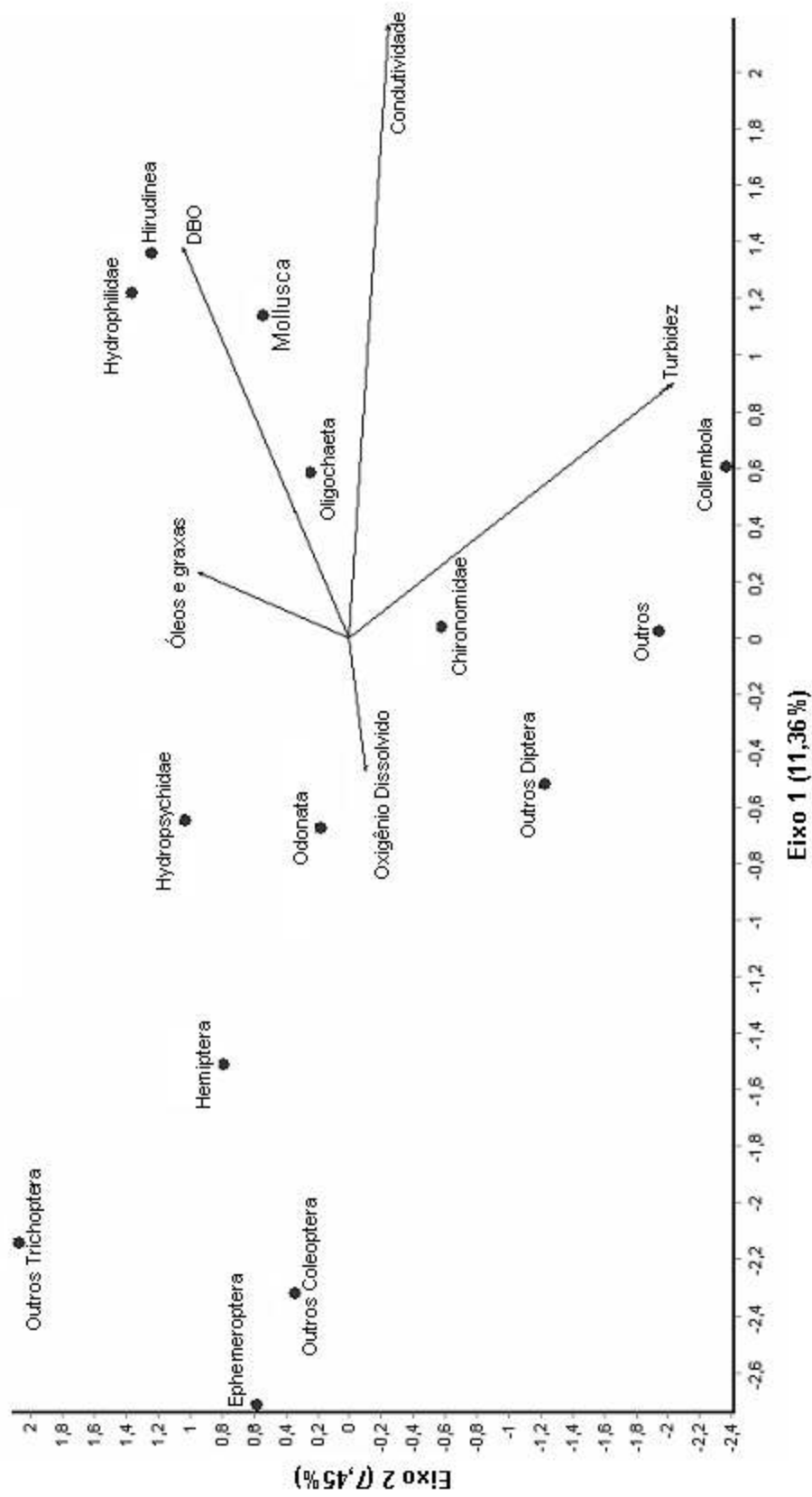


Figura 6 - Diagrama de Ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA), para os *taxa* de macroinvertebrados bentônicos e variáveis físico-químicas da água e do sedimento presentes nos córregos 1, 2, 3 e 4, Uberlândia – MG, 2007.

6.5 Discussão

As diferenças sazonais na concentração de oxigênio dissolvido e na turbidez são esperadas, uma vez que na estação chuvosa ocorre revolvimento das águas favorecendo a oxigenação das mesmas, além da erosão de grandes quantidades de partículas do solo da bacia de drenagem que são carregadas pelas águas resultando num acentuado aumento da turbidez e quantidade de sólidos suspensos e conseqüente diminuição da transparência da água (MAIER, 1987).

As concentrações de ferro (Fe) e óleos e graxas maiores na estação seca podem estar relacionadas ao fato de que nesta estação ocorrem estiagens prolongadas, as quais influenciam na concentração desses componentes (KLEEREKOPER, 1990), em decorrência da diminuição da vazão.

A separação dos pontos do córrego 1 dos demais córregos, evidenciada na PCA, foi decorrente da alta concentração de matéria orgânica no sedimento deste córrego, o que já seria esperado, uma vez que os solos e, por conseqüência, os sedimentos de fundo dos cursos d'água de veredas são ricos em matéria orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos), proveniente de material que freqüentemente é acumulado nesses ambientes em resposta à baixa drenagem (SPERLING, 1996; LESPCH; ANDRADE PAULA, 2006).

Ainda na PCA, a separação dos pontos do córrego 2, em extremo oposto ao córrego 1, foi decorrente de valores altos de DBO, DQO, condutividade, detergentes e pH. A DBO e DQO, quando em valores altos nos corpos d'água, indicam contaminação orgânica, provavelmente oriunda de efluentes domésticos (VALENTE et al., 1997). Da mesma forma, valores altos de condutividade são uma medida indireta da concentração de poluentes, já que a condutividade é uma expressão numérica da capacidade da água em conduzir a corrente elétrica, dependendo portanto das concentrações iônicas e da temperatura, indicando assim a quantidade de sais existentes na coluna d'água (WETZEL, 1983; CETESB, 2003). Os detergentes, cuja fonte provavelmente também seja os efluentes domésticos, têm na sua composição o fósforo, que em excesso conduz a processos de eutrofização das águas (VALENTE et al., 1997; CARNEIRO et al., 2003; CETESB, 2003). Assim, de acordo com essas variáveis ambientais, os córregos estudados parecem se diferenciar quanto ao “status” da qualidade ambiental, sendo que o córrego 1 apresenta boa qualidade das águas, o córrego 2 bastante impactado e os córregos 3 e 4 apresentam valores intermediários, sendo que o córrego 4 encontra-se em melhores condições que o córrego 3.

Essa tendência é confirmada pela CA, quando se observa a composição e a abundância da fauna nos córregos. No córrego 1 a abundância de Ephemeroptera, Coleoptera (outros), Trichoptera (outros) e Hemiptera foi elevada, ao passo que no córrego 2 foram encontradas as maiores abundâncias de Hydrophilidae e Hirudinea, sendo que os pontos dos córregos 3 e 4, da mesma forma que na PCA, foram ordenados de forma intermediária entre os córregos 1 e 2. Ephemeroptera e Trichoptera compreendem um grupo de organismos muito sensíveis à poluição, com requerimento de águas limpas e bem oxigenadas (ROLDAN PÉREZ, 1988; MEDEIROS; ROCHA, 1997). Dessa forma, a presença desses organismos é uma indicação de boa qualidade da água, o que também é apontado pela categoria Coleoptera outros, na qual estão incluídos, por exemplo, os Psephenidae, que são extremamente sensíveis à poluição (JUNQUEIRA; CAMPOS, 1998) e Elmidae, que sob más condições ambientais como depleção de oxigênio dissolvido, podem realizar o “drift”, aumentando a possibilidade de encontrar ambientes mais adequados à sua sobrevivência (BROWN, 1987).

Em contrapartida, no córrego 2, a presença de Hirudinea e Hydrophilidae indica águas de má qualidade, pois sabe-se que os hirudíneos são muito tolerantes a ambientes impactados e eutrofizados (ROLDÁN PÉREZ, 1988) e Hydrophilidae é, segundo a classificação de Alba-Tercedor (1996), uma das famílias de Coleoptera mais tolerantes à poluição.

Embora pertença a uma ordem reconhecidamente sensível à poluição (Trichoptera), o fato de representantes de Hydropsychidae terem sido amostrados em córregos com diferentes graus de qualidade ambiental, é um indicativo da tolerância dessa família à poluição e corrobora os resultados obtidos por BUSS et al. (2002).

Diptera é, dentre as ordens de insetos aquáticos, a de mais ampla distribuição, sendo freqüentemente o grupo mais abundante em ambientes de água doce (ARMITAGE et al., 1995) e apresentando grande capacidade competitiva (NESSIMIAN, 1995), o que também foi evidenciado neste estudo, no qual os representantes dessa ordem estiveram distribuídos ao longo de todo o gradiente (nos quatro córregos estudados) e em altas abundâncias. Oligochaeta, que também apresentou esse padrão, compreende organismos extremamente adaptáveis a ambientes degradados e podem atingir elevadas abundâncias quando há elevados teores de matéria orgânica (FUSARI; FONSECA-GESSNER, 2006; MORENO; CALLISTO, 2006; PIEDRAS et al., 2006).

Na CCA a relação da fauna com a DBO pode ser mediada por interações predador-presa. Sendo inversamente proporcional à relação DQO e oxigênio dissolvido, apenas os grupos tolerantes a baixas concentrações de oxigênio estarão presentes nesses ambientes, assim como foi verificado na CCA a grande abundância de Mollusca e Oligochaeta, organismos com

alta tolerância a baixas concentrações de oxigênio (WETZEL, 1983). Sendo os Hydrophilidae genuinamente predadores (MERRITT; CUMMINS, 1984) e havendo representantes de Hirudinea que são predadores de invertebrados, como, por exemplo, de oligoquetas e larvas de quironomídeos (WETZEL, 1983), existe grande possibilidade de que haja predação de moluscos e oligoquetos pelos hidrofídeos e hirudíneos, explicando assim, a ocorrência destes em locais com alta DBO. Diversos estudos já reportaram a predação de hirudíneos sobre moluscos (BRUMPT, 1941; MCANNALY; MOORE 1966; GONÇALVES; PELLEGRINO 1967; GUIMARÃES et al., 1983), e oligoquetos (ROLDÁN PÉREZ, 1988), e também a alta predação de Hydrophilidae sobre larvas de insetos e outros invertebrados (WILSON, 1923). Assim, a DBO pode ter um efeito indireto na abundância de Hirudinea e Hydrophilidae, favorecendo o aumento populacional de suas presas.

O oxigênio dissolvido é considerado uma das mais importantes variáveis limnológicas, tanto para a caracterização dos ecossistemas aquáticos quanto para a manutenção da vida aquática (GUERESCHI, 2004). Muitos organismos, em destaque os indicadores de boa qualidade ambiental requerem altas concentrações de oxigênio dissolvido para a sua sobrevivência (EDMUNDS; WALTZ, 1984; ROLDÁN PÉREZ, 1998; BISPO; CRISCI-BISPO, 2006; BISPO et al., 2006), o que foi evidenciado neste estudo, com a relação positiva da abundância de Ephemeroptera, Coleoptera (outros), Trichoptera (outros), Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae e Diptera (outros) com a concentração de oxigênio.

Collembola é prioritariamente habitante de solos, serrapilheira e vegetação úmida, porém em decorrência das pequenas dimensões do corpo quase todas as espécies podem acidentalmente ser encontradas na superfície da água, outras, mais especializadas podem compor o nêuston (CHRISTIANSEN; SNIDER, 1984). Sendo coletores, preferem locais associados a depósitos de matéria orgânica. Egler (2002), estudando a fauna de rios encontrou uma maior abundância de coletores na estação chuvosa, uma vez que épocas de maior vazão favorecem o transporte de maior quantidade de material (BISPO; OLIVEIRA, 1996). Assim, a relação Collembola e turbidez, na verdade evidencia que períodos de maior turbidez, que são os de maior precipitação e vazão, são mais favoráveis à disponibilidade de recursos alimentares para esses organismos.

Assim, as variáveis DBO, DQO, matéria orgânica, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido foram as mais importantes para a diferenciação dos córregos, apontando um gradiente de qualidade ambiental, indo desde o córrego 1, que apresentou boa qualidade ambiental, até o córrego 2, que apresentou águas muito degradadas, e os córregos 3 e 4 em condições intermediárias, o que também foi perceptível na fauna dos mesmos, sendo que

grupos sensíveis à poluição restringiram-se ao córrego 1 e grupos mais tolerantes em maior abundância no córrego 2 e em valores intermediários nos córregos 3 e 4. Quanto à relação fauna e variáveis ambientais, a variável oxigênio foi a mais importante para os Ephemeroptera, Coleoptera (outros), Trichoptera (outros), Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae e Diptera (outros), a DBO para Hydrophilidae e Hirudinea e a turbidez para Collembola.

A partir deste estudo fica claro a urgência de medidas de recuperação dos córregos da área urbana de Uberlândia, visando a melhoria da qualidade da água desses mananciais, permitindo a colonização e estabelecimento dos diversos grupos de macroinvertebrados bentônicos, em especial dos EPT, grupos indicadores de boa qualidade das águas. Além disso, fica evidente a importância da preservação das veredas para os sistemas lóticos associados às mesmas, subsidiando uma importante fauna aquática representada por uma miríade de representantes de macroinvertebrados bentônicos.

6.6 Conclusão

As variáveis físico químicas DBO, DQO, matéria orgânica, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido apontaram um gradiente de qualidade ambiental, do córrego 1, que apresentou boa qualidade ambiental, até o córrego 2, que apresentou águas muito degradadas, e os córregos 3 e 4 em condições intermediárias. Essa situação também foi perceptível na fauna dos córregos, com grupos sensíveis à poluição restritos ao córrego 1, grupos mais tolerantes em maior abundância no córrego 2 e em valores intermediários nos córregos 3 e 4. A variável oxigênio dissolvido foi a mais importante para os Ephemeroptera, Coleoptera (outros), Trichoptera (outros), Hemiptera, Odonata, Hydropsychidae e Diptera (outros), a DBO para Hydrophilidae e Hirudinea e a turbidez para Collembola. São urgentes medidas de recuperação dos córregos da área urbana de Uberlândia, visando a melhoria da qualidade da água desses mananciais. Além disso, fica evidente a importância da preservação das veredas para os sistemas lóticos a elas associados.

REFERÊNCIAS

ALBA-TECEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In: SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUCIA (SIAGA), 4., 1996, Almeria. **Anais...** Almeria: [s.n.], 1996. p. 203-213.

APHA. **Standard methods**. Washington: American Public Health Association, 1995. 193p.

ARMITAGE, P. D.; MOSS, D.; WRIGTH, J. F.; FURSE, M. T. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running – water sites. **Water Research**, New York, v. 17, p. 333-337, 1983

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Distribuição de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do parque ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. In: Nessimian, J.L.; Carvalho, A.L. (Ed.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**, Rio de Janeiro, v. 5, Series Oecologia Brasiliensis, p. 157- 173, 1996.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BISPO, V. L. C.; SOUSA, K. G. de. Environmental factors influencing distribution and abundance of trichopterans in Central Brazilian mountain streams. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Alemanha, v. 39, n. 3, p. 233-237, 2004.

BISPO, P. C.; CRISCI-BISPO, V.L. Ephemeroptera. In: COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. **Insetos Imaturos** – metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos, 2006. p. 55-59.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M. SOUSA, K. G. de. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures.. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 2, p. 611-622, 2006.

BORGES, D.J.V.; CUNHA, A.M.O.; MARÇAL-JÚNIOR, O. As condições sócio ambientais de áreas de preservação permanente na zona urbana de Uberlândia: aspectos paisagísticos e sociais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.18, n.7, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 4 jan. 2007

BORGES, D.J.V.; CUNHA, A.M.O.; MARÇAL-JÚNIOR, O. As condições sócio ambientais de áreas de preservação permanente na zona urbana de Uberlândia: aspectos paisagísticos e sociais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.18, n.7, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 4 jan. 2007

BRAAK, T. C. J. F.; SMILAUER, P. **CANOCO. Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide:** Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, 2002. 500 p.

BROWN, H.P. Biology of riffle beetles. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 32, p.253-273, 1987.

BRUMPT, E. Observations biologiques diverses concernant *Planorbis (Australorbis) glabratus* hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni*. **Annales de parasitologie humaine et comparee**, Paris v. 18, p. 9-45, 1941

BUCKUP, L.; BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G.; CASAGRANDE, M.; MAJOLO, F. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 294–301, 2007.

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

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; SILVEIRA, M.P.; NESSIMIAN, J.L.; DORVILLÉ, L.F.M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**, Netherlands, v. 481, p.125-136, 2002.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um ecossistema amazônico impactado por rejeito de bauxita. Lago Batata (Pará, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, p.335-348, 1995.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.

CARNEIRO, C.; PEGORINI, E.S.; ANDREOLI, C.V. Avaliação temporal de fósforo em água e sedimento no Reservatório Iraí, Pinhais/PR, Brasil. In: SEMINÁRIO DO PROJETO INTERDISCIPLINAR SOBRE EUTROFIZAÇÃO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA BACIA DO ALTÍSSIMO IGUAÇU, 4., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: [s.n.], 2003.

CASTRO, A. L.; SILVA, J.de L.e. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil:** Isopoda. Brasília: CNPq, 1985. 20p.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002**. São Paulo: CETESB, 2003. 263 p.

CHRISTIANSEN, K.A.; SNIDER, R.J. Aquatic Collembola. In: MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. **Aquatic insects of North America**. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishes, 1984. p.113-125.

COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I.; OLDRINI, B. B. Chave para as famílias e gêneros das larvas de Odonata citadas para o Brasil: Comentários e Registros Bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 99, p. 1-43, 2004.

EDMUNDS, J.G.F.; WALTZ, R.D. Ephemeroptera. In: MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. **Aquatic insects of North America**. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishes, 1984. p.126-163.

EGLER, M. Utilizando a **Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos na Avaliação da Degradação de Ecossistemas de Rios em Áreas Agrícolas**. 2002. 166f. Dissertação (Mestrado na área de Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2002.

EMBRAPA. Serviço nacional de levantamento e conservação dos solos-EPAMIG (Belo Horizonte, MG). Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. **Boletim de pesquisa**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 34-43, 1982.

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

FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. de. Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha – Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.19, n.1, p. 65-80, 2007.

FUSARI, L.M.; FONSECA-GESSNER, A. A.. Environmental assesmente of two small reservoirs in southeastern Brazil, using macroivertebrate community metrics. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 1, p. 89-99, 2006

GONÇALVES, M. da G.R.; PELLEGRINO, J. Predatory activity of *Helobdella triserialis* (Blanchard, 1849) upon *Biomphalaria glabrata* under laboratory conditions. **Journal of parasitology**, Lawrence, v.53, p. 30-30, 1967.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005. 1220 p.

GUERESCHI, R. M. **Macroinvertebrados bentônicos em córregos da estação ecológica de Jataí, Luis Antônio, SP:** subsídios para monitoramento ambiental. 2004. 118f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

GUIMARÃES, C.T.; SOUZA, C.P.; CONSOLI, R.A.G.B.; AZEVEDO, M. de L.L. Controle biológico: *Helobdella triserialis lineata* Blanchard, 1849 (Hirudinea; Glossiphoniidae) sobre *Biomphalaria glabrata* Say, 1818 (Mollusca; Planorbidae), em laboratório. **Revista Saúde pública**, São Paulo, v. 17, p. 481-92, 1983.

HYNES, H.B.N. **The ecology of running waters**. Canada: University of Toronto Press, 1970. 555 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (Brasil). **Populações residentes, em 1º de abril de 2007, segundo os municípios**. Rio de JANEIRO, 2007. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/popmunic2007layoutTCU14112007.pdf> >. Acesso em: 20 fev. 2008.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. 2. ed. Porto Alegre: DNP, 1990. 329 p.

LESPCH, I. F.; ANDRADE PAULA, L. M. Fitólitos em solos sob cerradões do triângulo mineiro: relações com atributos e sílicio absorvido. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 6, n. 19, 2006. Disponível em: < <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html> > Acesso em: 16 dez. 2007

MACÊDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003. 450 p.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55’W; 22°30’, 21°55’S-Brasil): qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura**, Campinas, v.39, n.2, p.164-185, 1987.

MCANNALY, R. D.; MOORE, D. V. Predation by the leech *Helobdella punctato-lineata* upon *Australorbis glabratus* under laboratory conditions. **Journal of parasitology**, v. 52, p. 196-197, 1966.

MEDEIROS, M. B.; ROCHA, A. J. A. Caracterização das comunidades de macroinvertebrados bentônicos do córrego Riacho Fundo - Brasília/DF, visando a utilização destas como bioindicadores de ambientes alterados. In: Leite, L.L.; SAITO, C.H. (Org.). **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado**. Brasília - DF: Editora da Universidade de Brasília, 1997. p. 135-141.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishes, 1984. 722 p.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, Netherlands, v. 560, p. 311-321, 2006.

MORRETES, F. L. Ensaio de catálogo dos moluscos do Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 7, n.1, p. 5-216, 1949.

NESSIMIAN, J. L. Abundância e biomassa de macroinvertebrados de um brejo de dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n.4, p. 661-683, 1995.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.1, n.1, p.9-16, 1989.

PIEDRAS, S.R.N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L.A.; LAUZ, O.G.; FERREIRA, C. E. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n. 2, 2006.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físico-químicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.

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**, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 613-618, 2005.

RIGHI, G. Anelídeos Oligoquetos. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUDISI, T.; ROCHA, O. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Invertebrados de água doce**. São Paulo: FAPESP, 2002. p. 81-84.

ROLDÁN PÉREZ, G. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento Antioquia**. Bogotá: Editorial Presença, 1988. 217 p.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York: Chapman Hall, 1993. p. 1-9.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC-SHELL 1.5**: Manual do usuário. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J.F.; BOEIRA, R.C. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. **Comunicado Técnico**. n. 19. São Paulo: EMBRAPA, 2004.

SPERLING, M.V. **Introdução da qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: princípios do tratamento biológico em águas residuárias. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243 p.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Contribution of Botucatu - SP with nutrients (phosphorus and nitrogen) to the eutrophication of the Barra Bonita dam. **Eclética Química**, São Paulo, v. 22, p.31-28, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 mar. 2008.

WALLACE, J. B.; WEBSTER, J. R. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. **Annual review of entomology**, Stanford, v 41, p. 115-139, 1996.

WARD, D.; HOLMES, N.; JOSÉ, P. **The New Rivers & Wildlife Handbook**. Bedfordshire: RSPP, NRA e The Wildlife Trusts, 1995. 426 p.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Guegelheim, 1993. 919 p.

WHILES, M. R.; WALLACE, J. B. Leaf litter decomposition and macroinvertebrate communities in headwater streams draining pine and hardwood catchments. **Hydrobiologia**, Netherlands, v. 353, p. 107-119, 1997.

WIGGINS, G. B. **Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)**. 2. ed. Toronto:University of Toronto, 1977. 401 p.

WILKINSON, L. SYSTAT: the system for statistics. SYSTAT Inc. Evaston Illinois, 1990.

WILSON, C. B. Water beetles in relation to pondfish culture, with life histories of those found in fishponds at Fairport, Iowa. **Bulletin of the United States Bureau of Fisheries**, Washington, v. 39, p. 231-345, 1923.

WOODCOCK, T.S.; HURYN, A. The response of macroinvertebrate production to a pollution gradient in a headwater stream. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 52, p. 177-196, 2007.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados deste estudo nos permitem afirmar que a qualidade da água dos córregos da área urbana de Uberlândia é preocupante. Excetuando-se o córrego Cabeceira do Lageado (C1), que por localizar-se em uma reserva ecológica, apresenta boa qualidade ambiental, com valores adequados das variáveis físico-químicas, fauna diversificada, com representantes de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera os córregos Buritizinho (C2), Lobo (C3) e Bons Olhos (C4) foram caracterizados por águas de má qualidade, principalmente o C2, no qual foram verificados valores muito altos de DBO e DQO. Esse perfil se repete na fauna, sendo em C1 encontrados grupos sensíveis à poluição e em C2, C3 e C4, predominaram grupos mais tolerantes, principalmente em C2. A variável que mais influenciou a distribuição de grupos mais sensíveis foi o oxigênio dissolvido e a DQO influenciou os grupos mais tolerantes.

Das métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, as que melhor refletiram a qualidade ambiental dos córregos foram a % de EPT, a riqueza e o BMWP, sugerindo assim que, em estudos futuros com enfoque na qualidade ambiental, essas métricas sejam utilizadas. Já a utilização da % de Chironomidae não foi uma boa medida para avaliação da qualidade, já que foram encontrados em altas densidades em todos os córregos. Assim, uma identificação ao nível de gênero para essa família seria mais adequada, trazendo informações importantes que não são acessadas na identificação ao nível de família que inclui gêneros com diferentes níveis de tolerância à poluição.

Em relação ao efeito da sazonalidade para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, esse não foi um fator relevante sendo que nenhuma das métricas avaliadas diferiu de uma estação para a outra.

Destaca-se então, a importância de preservação da reserva ecológica para a manutenção da vereda, a qual provê recursos para uma importante fauna aquática no sistema lótico associado a ela.

São urgentes medidas de manejo dos córregos Buritizinho, Lobo e Bons Olhos, tanto na recuperação da vegetação marginal, na retirada do lixo das margens, na supressão do aporte de efluentes domésticos e da educação ambiental da comunidade para que assim, esses sistemas aquáticos sejam progressivamente recuperados a fim de que possam ser mantenedores de uma diversa e abundante fauna aquática e, por consequência, favorecendo um bom “status ambiental” desses locais.