Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Geral
Laboratório de Ecologia de Bentos

Monitoramento de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG)

Wander Ribeiro Ferreira (9622624)

Orientador: Prof. Dr. Marcos Callisto

Coordenador: Prof. Dr. Geraldo Wilson Fernandes

Belo Horizonte, 24 de agosto de 2004

Wander Ribeiro Ferreira

Monitoramento de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG)

Monografia apresentada ao Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, sob a orientação do Prof. Dr. Marcos Callisto

Belo Horizonte, 1º semestre de 2004

Dedico esta monografia aos meus pais, familiares e aos colegas do Laboratório de Ecologia de Bentos e a todos que colaboraram com apoio e paciência no desenvolvimento desta Monografia.

À todos tributo meu reconhecimento e gratidão.

Agradecimentos

- Aos colegas do Laboratório de Ecologia de Bentos pelo amplo apoio e ajuda na realização desta Monografia;
- Ao Prof. Marcos Callisto, cuja orientação e supervisão permitiram-me a elaboração desta monografia.
- Ao Prof. Geraldo Wilson Fernandes pela coordenação;
- Ao Projeto Manuelzão pela bolsa de aperfeiçoamento a mim concedida durante os estudos de biomonitoramento ao longo da bacia do rio das Velhas e ao apoio logístico nos períodos de coletas que foram fundamentais para a realização desta monografia;
- Ao Laboratório Metropolitano da COPASA pelas análises dos parâmetros físicos e químicos dos corpos d'água estudados;
- À Prefeitura Municipal de Belo Horizonte por disponibilizar o funcionário Sr. Abelino para acompanhamento nos pontos de coleta;
- Aos Profs. coordenadores do Projeto Manuelzão, Apolo, Thomas e Poliano e ao Biólogo Carlos Bernardes, coordenador do sub-projeto SOS Rio das Velhas, pelo apoio prestado durante a elaboração do presente trabalho;
- À Juliana Silva França e Ana Karina Moreira Salcedo, bolsistas do Projeto Manuelzão, pelo apoio prestado durante as campanhas de coletas.
- Ao motorista do Projeto Manuelzão, Sr. Cláudio, pelo acompanhamento nas viagens.
- Ao colega Pablo Moreno pela ajuda no tratamento estatístico dos dados.

A natureza oferece ao homem as suas belezas, o seu lazer, sua perfeição. Só o egoísmo humano impede que várias pessoas possam desfrutar do que a natureza tem para oferecer....

Roni Gonçalves Barbosa
(*In memorian*)

Índice

Resumo 07

Introdução 08

Área de Estudos 10

Material e Métodos 13

Resultados 15

Discussão 22

Referências Bibliográficas 26

Anexo 30

Resumo

A poluição dos ecossistemas aquáticos tem resultado em conseqüências desastrosas, desde a perda da diversidade biológica até riscos à saúde humana. Este estudo teve como objetivo avaliar as comunidades de macroinvertebrados bentônicos e parâmetros físicos e químicos da coluna d'água no Programa de Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas (MG). As coletas foram realizadas em 7 estações amostrais no período de chuvas e 16 no período de seca de 2003; 24 estações no período de chuvas de 2004, sendo 8 estações no rio das Velhas e 16 estações distribuídas em 12 tributários. Foram coletados 36.757 indivíduos distribuídos em 42 *taxa.* Os grupos predominantes foram Oligochaeta (91,57%), Chironomidae (5,87%) e Psychodidae (2,57%). O teste de Kruskal-Wallis ANOVA evidenciou diferenças significativas ($p<0,05$) entre os valores de densidade de organismos ($F_{(9,\ 40)}=22,13129$; $p=0,0085$), riqueza taxonômica ($F_{(9,\ 40)}=24,79252$; $p=0,0032$) e diversidade ($F_{(9,\ 40)}=24,91841$; $p=0,0031$) entre as estações amostrais. Os elevados teores de nutrientes totais e dissolvidos, a baixa concentração de oxigênio dissolvido e diversidade de organismos bentônicos (com predominância de grupos tolerantes à poluição) evidenciaram a baixa qualidade das águas, sobretudo na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). No entanto, notou-se uma melhora na qualidade das águas no trecho baixo rio das Velhas. Programas de Biomonitoramento de organismos bentônicos são fundamentais para a avaliação da qualidade das águas e para subsidiar a proposição de medidas de conservação e manejo de ecossistemas aquáticos e seus recursos naturais.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, bioindicadores, macroinvertebrados bentônicos, impactos antrópicos.

Introdução

Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido fortemente alterados em função de múltiplos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. Como conseqüências tem-se observado uma expressiva queda da qualidade das águas e perda de biodiversidade aquática, em função da desestruturação dos ambientes físicos e químicos, além de alterações na dinâmica espaço-temporal das comunidades biológicas (Poff *et al.*, 1997; Callisto *et al.*, 2001; Jackson *et al.*, 2001).

Processos críticos ao ecossistema que nivelam a qualidade de água e muitas outras condições ambientais locais e globais que em última instância afetam o bem-estar humano, são controlados pela diversidade das espécies que vivem nas comunidades biológicas. Modificações que afetam comunidades de um ecossistema podem alterar as funções ecológicas que são vitais ao bem-estar humano. Mudanças significativas já aconteceram, resultando em perdas locais e globais da biodiversidade, e tendo como causa primária, a transformação de ecossistemas naturais altamente diversos, em ecossistemas relativamente pobres. Recentes estudos sugerem que tais reduções na biodiversidade podem alterar a magnitude e a estabilidade dos processos ecológicos (Naeem *et al.*, 1999).

Os grandes rios são receptores de poluentes de sua bacia de drenagem. Muitas vezes são dragados e canalizados para permitir a navegação, construção de barragens para geração de energia, irrigação de áreas cultivadas e recepção de esgotos e outros efluentes. Essas alterações resultam em mudanças na morfologia, regime de fluxo e temperatura, teores de oxigênio dissolvido, nutrientes e concentrações de componentes tóxicos em suas águas (Gayraud *et al.*, 2003). Além disso, mudanças no ciclo hidrológico e intensa degradação dos ecossistemas aquáticos são observados devido a lançamentos de poluentes, retirada da vegetação ripária, retilinização, resultando na perda

da diversidade de hábitats, baixa qualidade das águas e perda da diversidade biológica (Poff *et all.,* 1997; Jackson *et al.,* 2001)

Estudos ecológicos têm utilizado diversas abordagens para avaliar a qualidade da água e o grau de degradação dos ecossistemas aquáticos frente a diferentes níveis de poluição (Kelly & Whitton, 1998; Usseglio-Polatera *et al,* 2000; Mustow, 2002). Programas de biomonitoramento de recursos hídricos são fundamentais para avaliar os impactos decorrentes de atividades antrópicas (Mustow, 2002).

A complexidade dos ecossistemas forçou biólogos da conservação à desenvolver métodos alternativos para monitorar mudanças nos ecossistemas. Um dos métodos é o uso de *taxa* indicadores, que podem ser espécies ou grupos taxonômicos, cujos parâmetros (como densidade, presença ou ausência) são utilizados como medidas das condições do ecossistema (Hilty & Merenlender, 2000).

A utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água baseia-se no estudo de mudanças na estrutura e composição desta comunidade em diferentes escalas espaço-temporais, contribuindo na avaliação de impactos ambientais, refletindo assim as mudanças nos ecossistemas (Melo & Froehlich, 2001). Além disso, podem ser utilizados em estudos de definição de áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade, projetos de recuperação de áreas degradadas e manejo de bacias hidrográficas (Cao, *et al.*, 2002; Harrel & Smith, 2002; Iliopoulou-Georgudaki *et al.*, 2003).

A bacia hidrográfica do rio das Velhas tem grande importância para o Estado de Minas Gerais não apenas pelo volume de água transportado, mas também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica, social e econômica para a região. A bacia hidrográfica do rio das Velhas sofre grandes impactos antrópicos como intensa atividade mineradora e recebe altas cargas de esgotos domésticos e efluentes industriais, principalmente da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Junqueira & Campos, 1998; Junqueira *et al.* 2000).

Este estudo foi realizado com base na premissa de que ecossistemas aquáticos que apresentam mudanças nas condições ecológicas devido a atividades antrópicas (retirada da vegetação riparia, lançamento de esgotos, resíduos industriais, dragagem do leito, retilinização e canalização) apresentam reduzida diversidade bentônica com predominância de organismos tolerantes à poluição. O objetivo foi avaliar a influência de fatores físicos e químicos sobre a estrutura e distribuição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio das Velhas.

Área de Estudos

A bacia do rio das Velhas localiza-se na região central do Estado de Minas Gerais, entre as latitudes 17^{o} 15' - 20^{o} 25' S e longitudes 43^{o} 25' - 44^{o} 50' W. É o maior afluente em extensão da bacia do rio São Francisco. Suas nascentes estão localizadas nos limites da Área de Proteção Ambiental da Cachoeira das Andorinhas no município de Ouro Preto. Possui 761 km de extensão, 38,4 m de largura média, drenando uma área total de 29.173 km^2 (Polignano *et al.*, 2001).

Integram a bacia do rio das Velhas 51 municípios com uma população de 4,5 milhões de habitantes. Esses municípios representam 42% do PIB mineiro e incluem a maior parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Polignano *et al.*, 2001). Além disso, boa parte do rio das Velhas juntamente com algumas de suas cabeceiras, está encaixada no Quadrilátero Ferrífero, com inúmeros empreendimentos de mineração (Carvalho, 1985).

A região metropolitana de Belo Horizonte, apesar de ocupar apenas 10% da área territorial da bacia, é a principal responsável pela degradação do rio das Velhas, devido à sua elevada densidade demográfica (mais de 70,8% de toda a população da bacia de 2,4 milhões de pessoas), processo de urbanização não planejado e atividades industriais.

O rio das Velhas é dividido em alto, médio e baixo cursos:

-Alto rio das Velhas: porção do rio que vai da Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto, até a jusante da foz do Ribeirão da Mata, em Santa Luzia;

-Médio rio das Velhas: depois da foz do Ribeirão da Mata até a foz do Paraúna.

-Baixo rio das Velhas: do Paraúna até a foz no rio São Francisco, em Barra de Guaicuí (MG).

Hoje percebem-se três grandes tipos de ecossistemas ao longo da bacia: áreas que sofreram poucas ações antrópicas e por isso conservam as características ecológicas da bacia; áreas que sofrem ações antrópicas, sobretudo relacionadas à agropecuária, e áreas que sofrem intensa ação antrópica (Polignano *et al*, 2001).

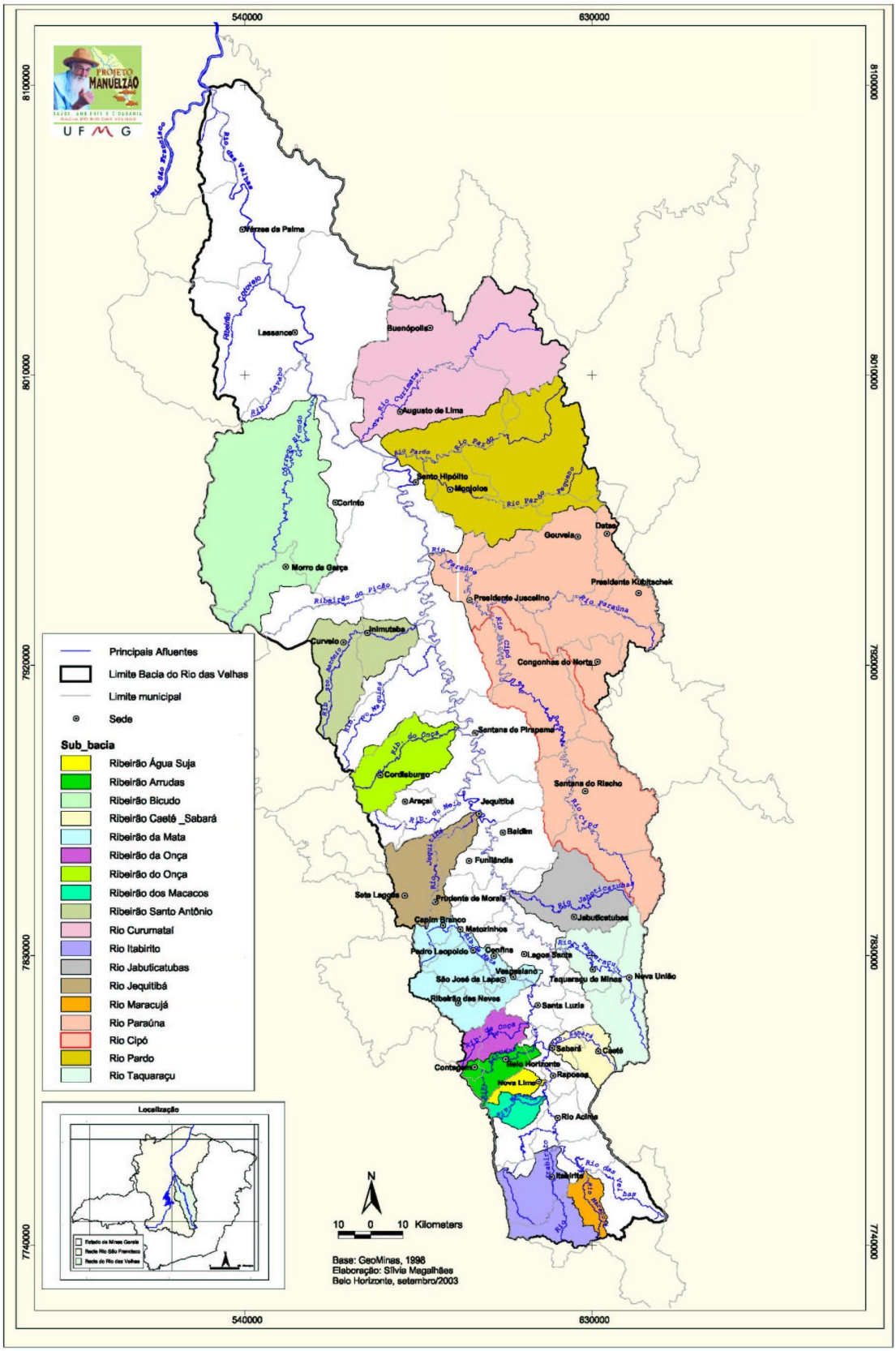

Figura 1. Mapa da área de estudos, bacia do rio das Velhas – MG (Base: Projeto GeoMinas. Elaboração Silvia Magalhães, set/2003).

Material e Métodos

Este estudo foi realizado em 24 estações amostrais: 7 no período de chuvas e 16 na seca de 2003; 24 estações amostrais nas chuvas de 2004, sendo 8 estações na calha central do rio das Velhas e 16 estações distribuídas em 12 tributários (Tabela 1). Para a classificação da qualidade ambiental dos trechos estudados ao longo da bacia foi utilizado um protocolo de caracterização rápida das condições ecológicas de trechos de bacia hidrográfica, proposto por Callisto *et al*. (2002) (Quadro 1 e 2).

O protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas tais como, tipo de fundo, cobertura vegetal no leito dos rios e outros, em que são atribuídos valores (pontos) para diferentes condições destes parâmetros. O valor final do protocolo é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independentes e as pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos de bacias estudadas, onde de 0 a 40 pontos representam trechos impactados; 41 a 60 pontos representam trechos alterados e acima de 61 pontos, trechos naturais

Foram mensurados alguns parâmetros físicos e químicos na coluna d'água utilizando-se aparelhos YSI modelos 60 e 85: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica

Amostras de água foram coletadas e enviadas ao Laboratório Metropolitano da COPASA/MG para análise de P – total, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio total, N-orgânico e N-amoniacal.

Foram coletadas 3 amostras de sedimento para o estudo das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em cada estação amostral e uma amostra para análise granulométrica e teores de matéria orgânica, utilizando-se uma draga de Van Veen (área 0,045 m^2).

As amostras foram lavadas sobre peneiras de 1,00 e 0,50 mm, e triadas com auxílio de microscópio estereoscópico sendo os macroinvertebrados bentônicos identificados com auxilio de chaves de identificação (Merritt & Cummins, 1988; Pérez, 1988) e depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos do ICB/UFMG.

A determinação da composição granulométrica dos sedimentos foi realizada segundo metodologia de Suguio (1973), modificada por Callisto & Esteves (1996). Para a determinação dos teores de matéria orgânica, as alíquotas de 0,3g foram calcinadas a 550^{o}C em forno mufla.

Foi utilizado o programa Satistica for Windows versão 5.5 para a realização de uma análise de componentes principais das variáveis físicas e químicas. A variância dos resultados de densidade, riqueza taxonômica, equitabilidade e diversidade de Shannon foi avaliada através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 1. Estações amostrais distribuídas ao longo da bacia do Rio das Velhas (trechos alto, médio e baixo).

Estações Amostrais		Municípios	Coordenadas Geográficas
		Alto Rio das Velhas	
Rio das Velhas	M 8	São Bartolomeu	20º 18.734' S, 43º 34.771' W
Rio Itabirito	M 9	Itabirito	20º 13.353' S, 43^{o} 48.155' W
Rio das Velhas	M 11	Sabará	19º 53.390' S, 43° 48.500' W
Região Metropolitana de Belo Horizonte			
Córrego Baleares	M 1	Jardim Europa	19° 48.174' S, 43° 57.992' W
Córrego Cardoso	M 2	Taquaril	19° 56.005' S, 43° 54.386' W
Córrego Santa Terezinha	M 3	Vera Cruz	19° 54.674' S, 43° 53.504' W
Ribeirão do Onça	M 4	Aarão Reis	19° 50.637' S, 43° 54.515' W
Ribeirão do Onça	M 5	Ribeiro de Abreu	19° 49.302' S, 43° 53.229' W
Ribeirão Arrudas	M 6	Cidade Industrial (Contagem)	19° 57.212' S, 44° 00.838' W
Ribeirão Arrudas	M 7	General Carneiro (Sabará)	19° 53.867' S, 43° 51.796' W
		Médio Rio das Velhas	
Rio das Velhas	M 10	Lagoa Santa	19° 33.260' S, 43° 54.390' W
Rio das Velhas	M 12	Santana do Pirapama	19° 00.320' S, 44° 01.040' W
Rio das Velhas	M 13	Curvelo	18° 40.312' S, 44° 11.614' W
Rio do Onça	M 21	Cordisburgo	19^{o} 06.840' S, 44^{o} 19.241' W
Rio Cipó	M 22	Santana do Riacho	19^{o} 20.022' S, 43^{o} 39.280' W
		Baixo Rio das Velhas	
Rio das Velhas	M 14	Corinto	18° 13.088' S, 44° 20.737' W
Rio das Velhas	M 15	Lassance	17° 54.758' S, 44° 34.464' W
Rio das Velhas	M 16	Barra do Guaicuí	17° 12.342' S, 44° 49.264' W
Afluentes do Rio das Velhas			
Rio Curimataí	M 17	Corinto	18^{o} 05.727' S, 44^{o} 16.187' W
Rio Pardo Pequeno	M 18	Monjolos	18^{o} 15.387' S, 44^{o} 11.805' W
Rio Pardo Grande	M 19	Santo Hipólito	18^{o} 14.239' S, 44^{o} 12.050' W
Rio Bicudo	M 20	Corinto	18^{o} 18.465' S, 44^{o} 36.148' W
Rio Cipó	M 23	Presidente Juscelino	18^{o} 41.050' S, 43^{o} 59.726' W
Rio Paraúna	M 24	Presidente Juscelino	18^{o} 37.904' S, 44^{o} 03.804' W

Resultados

A avaliação das condições ecológicas com a utilização do protocolo evidenciou grandes alterações, resultando na condição de impactado as estações amostrais na RMBH. Nos demais trechos avaliados, as condições ecológicas variaram entre impactados, alterados e naturais (Figura 2)

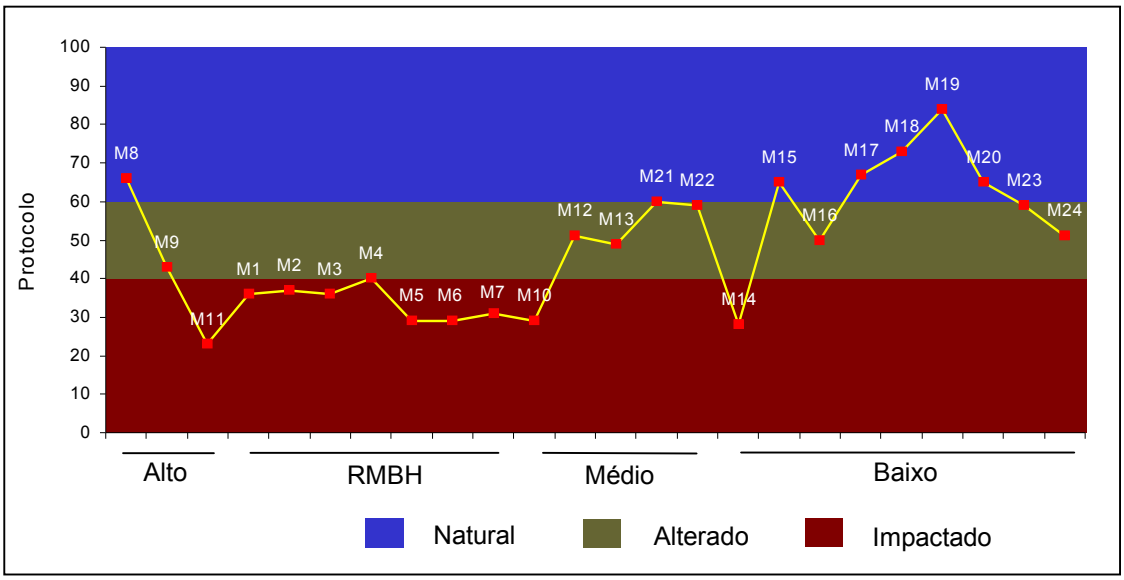

Figura 2. Resultados da aplicação do protocolo de avaliação rápida das condições ecológicas e da diversidade de habitat ao longo da Bacia do rio das Velhas.

Na RMBH foram observadas as maiores variâncias nos valores de pH, tendo sido o maior (8,61) no ribeirão Arrudas a montante da ETE no período de chuvas, e o menor valor (5,29) no rio Cipó no período de chuvas de 2004. O maior valor de condutividade elétrica (660 µS/cm) foi encontrado no córrego Baleares (RMBH) na chuva (fevereiro de 2004), e o menor valor (26,5 µS/cm) no trecho do alto rio das Velhas, na seca (setembro de 2003). As maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram encontradas no alto e baixo rio das Velhas (8,4 e 8,0 mg/L, respectivamente) e a menor concentração (<0,5 mg/L) foi encontrada na RMBH na seca de 2003. Quanto à turbidez da coluna d'água os valores variaram entre 2 e 127 NTU, tendo sido o maior valor encontrado na estação rio do Onça, e o menor valor no rio das Velhas no trecho alto da bacia. O maior valor de TDS foi encontrado na RMBH (428 mg/L) na seca, e o menor

(10 mg/L) no rio Cipó na chuva de 2004. Os teores de matéria orgânica dos sedimentos variaram entre 0 e 48,01%, respectivamente no rio Pardo Grande e ribeirão Arrudas na RMBH na chuva de 2004 e na seca de 2003. No rio Pardo Grande o sedimento é formado basicamente por material mineral. Na RMBH foram observados os maiores valores nas concentrações de nutrientes na coluna d'água. Os teores de Fósforo total variaram entre 0,019 em diversas estações amostrais e 5,4 mg/L no córrego Baleares, na seca. O maior valor de Nitrogênio orgânico (29,4 mg/L) foi encontrado no trecho médio na seca, e o menor (0,01 mg/L) no rio Curimataí na chuva. A análise da composição granulométrica dos sedimentos evidenciou predominância das frações de areia muito grossa e grossa no trecho alto da bacia nas chuvas e areia média e silte e argila na seca. No trecho médio as porcentagens de areia variaram ente areia fina, média, grossa e muito grossa na seca e nas chuvas houve predominância nas frações de areia fina e muito fina. No trecho baixo da bacia os sedimentos, apresentaram-se formados por frações de areia fina e muito fina (Tabela 2).

Na análise de componentes principais com as variáveis físicas e químicas mensuradas, os eixos 1 e 2 explicaram juntos, 80,74% da variância total dos dados (Tabela 3). O eixo 1 (67,57%) foi negativamente influenciado pelas variáveis condutividade elétrica, fósforo total e sólidos totais dissolvidos, e positivamente por areia muito fina agrupando as estações da RMBH no quadrante 1. O eixo 2 (13,17%) foi positivamente influenciado pela variável nitrogênio total, agrupando as estações amostrais dos trechos alto, médio e baixo do rio das Velhas no quadrante 3 (Figuras 3 e 4).

Tabela 3. Análise de fatores em componentes principais das variáveis físicas e químicas mensuradas na coluna d'água e sedimento nos períodos de chuvas e seca de 2003 e chuvas de 2004 da estações amostrais da RMBH, alto rio das Velhas, médio rio das Velhas e baixo rio das Velhas (**p> 0,7000).**

Variáveis físicas e químicas	Eixo 1	Eixo 2
Condutividade elétrica	**-0,9032**	0,0052
Fósforo total	**-0,8468**	-0,1085
Nitrogênio amoniacal	-0,5322	0,3099
Nitrogênio total	-0,3932	**0,7057**
Nitrato	-0,2473	-0,5580
Nitrito	0,0943	-0,5278
Nitrogênio orgânico	-0,6090	-0,3519
Oxigênio dissolvido	0,6935	-0,1437
Sólidos totais dissolvidos	**-0,9145**	0,0241
Turbidez	-0,2554	0,0299
pH	-0,4399	0,0469
Temperatura	0,0652	-0,3281
Matéria orgânica no sedimento	-0,0111	-0,3794
Areia Muito Grossa	-0,4912	-0,1725
Areia Grossa	**-0,7043**	-0,0455
Areia Média	-0,3164	0,0325
Areia Fina	0,6054	0,1975
Areia Muito Fina	**0,8066**	0,0419
Silte e Argila	0,5839	0,0930
Porcentagem da variância total	67,57%	13,17%

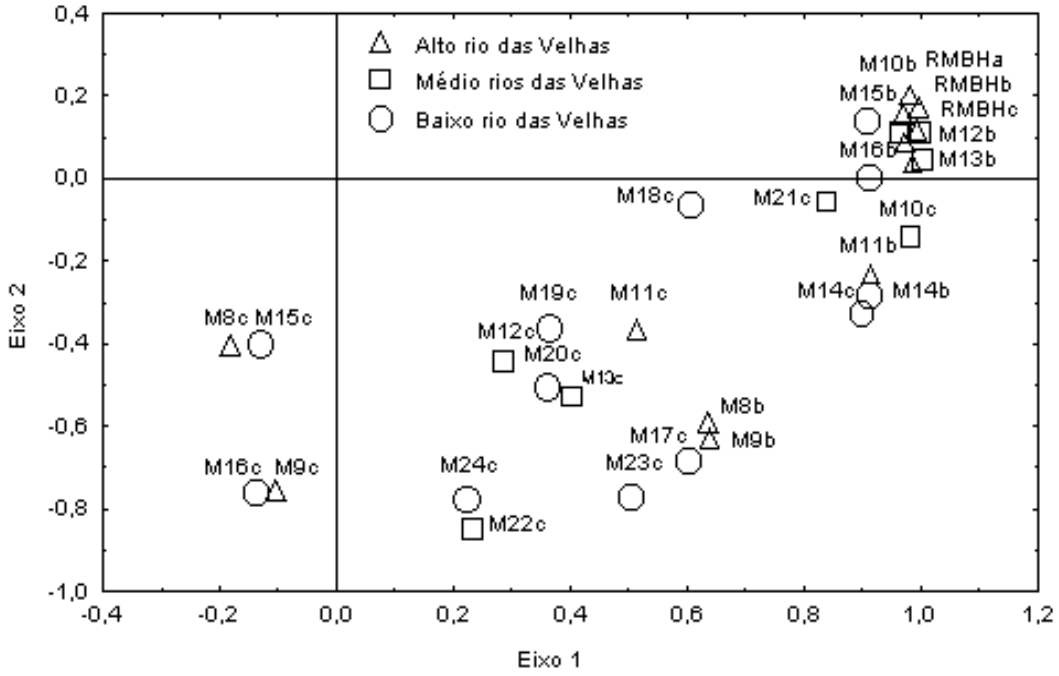

Figura 3. Distribuição das estações amostrais de acordo com os eixos 1 e 2 (a = chuvas de 2003, b = seca de 2003 e c = chuvas de 2004; RMBH- estações amostrais M1 à M7; Alto – rio das Velhas M8, M9 e M11; Médio- rio das Velhas M10 à M13, M21 e M22; Baixo – rio das Velhas M14 à M20, M23 e M24).

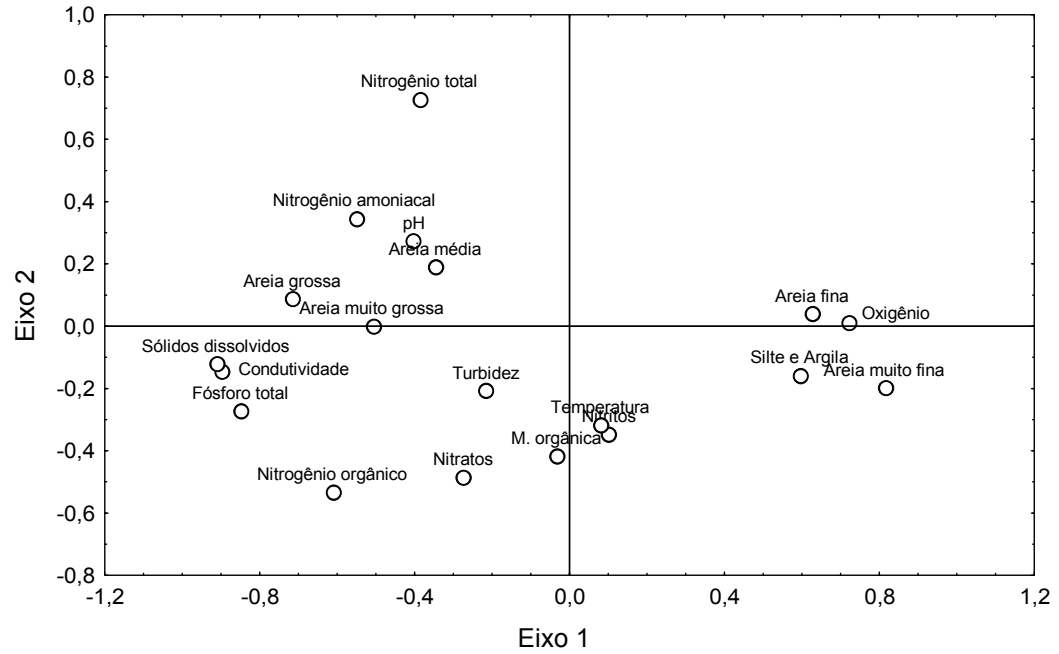

Figura 4. Distribuição das variáveis abióticas de acordo com os eixo 1 e 2.

Foram coletados ao todo 36.757 indivíduos, distribuídos em 42 *taxa* (tabelas 4 a 12). Os grupos predominantes foram Oligochaeta (91,57%), Chironomidae (5,87%) e Psychodidae (2,57%). Esses organismos predominaram no trecho alto do rio das Velhas, principalmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte, e no trecho médio. As maiores densidades de Oligochaeta foram encontradas no ribeirão Onça (M4) (65.770,37 $\pm$ 97.734,50 ind/m^2) e ribeirão Arrudas (74.022,22 $\pm$ 125.035,74 ind/m^2) a montante da ETE, na seca de 2003. As menores densidades foram encontradas no período de chuvas de 2004, no rio Bicudo e no rio Paraúna (7,41 $\pm$12,83 ind/m^2).

Foram encontrados 27 gêneros de Chironomidae, sendo a tribo Chironomini a mais abundante. A maior densidade foi de *Chironomus* (12.718,5 $\pm$ 10.123,8 ind/m^2) na seca de 2003 no córrego Cardoso, seguido de *Corynoneura* (585,19 $\pm$ 492,08 ind/m^2) no rio Pardo Pequeno e *Polypedilum* (325,93 $\pm$ 564,52 ind/m^2) no alto rio das Velhas.

O maior valor de riqueza taxonômica (R = 25) foi encontrado no rio Cipó no trecho baixo do rio das Velhas nas chuvas de 2004. Os menores valores de riqueza taxonômica (R = 1), diversidade de Shannon (H' = 0) e equitabilidade (E' = 0), foram encontrados no córrego Cardoso, ribeirão Onça a montante da ETE, ribeirão Arrudas a montante da ETE no período de chuvas de 2003 e nas chuvas de 2004 nas estações ribeirão Arrudas a montante e a jusante da ETE. O maior valor de diversidade de Shannon (H'=2,431) foi encontrado no período de chuvas no rio do Onça e o menor valor (H'=0) na RMBH no período de chuvas de 2003. A máxima equitabilidade foi encontrada no médio e baixo rio das Velhas, no rio Bicudo e rio Paraúna, e equitabilidade zero foi encontrada na RMBH nas chuvas de 2003 e 2004.

Foram encontradas diferenças significativas ($p<0,05$) para os valores de densidade ($F_{(9, 40)}$=22,13129; p=0,0085), riqueza taxonômica ($F_{(9, 40)}$=24,79252; p=0,0032) e diversidade de Shannon ($F_{(9, 40)}$=24,91841; p=0,0031) obtidos nas estações amostrais do alto, médio e baixo rio das Velhas nos períodos de chuvas e seca (figura 5 e 6).

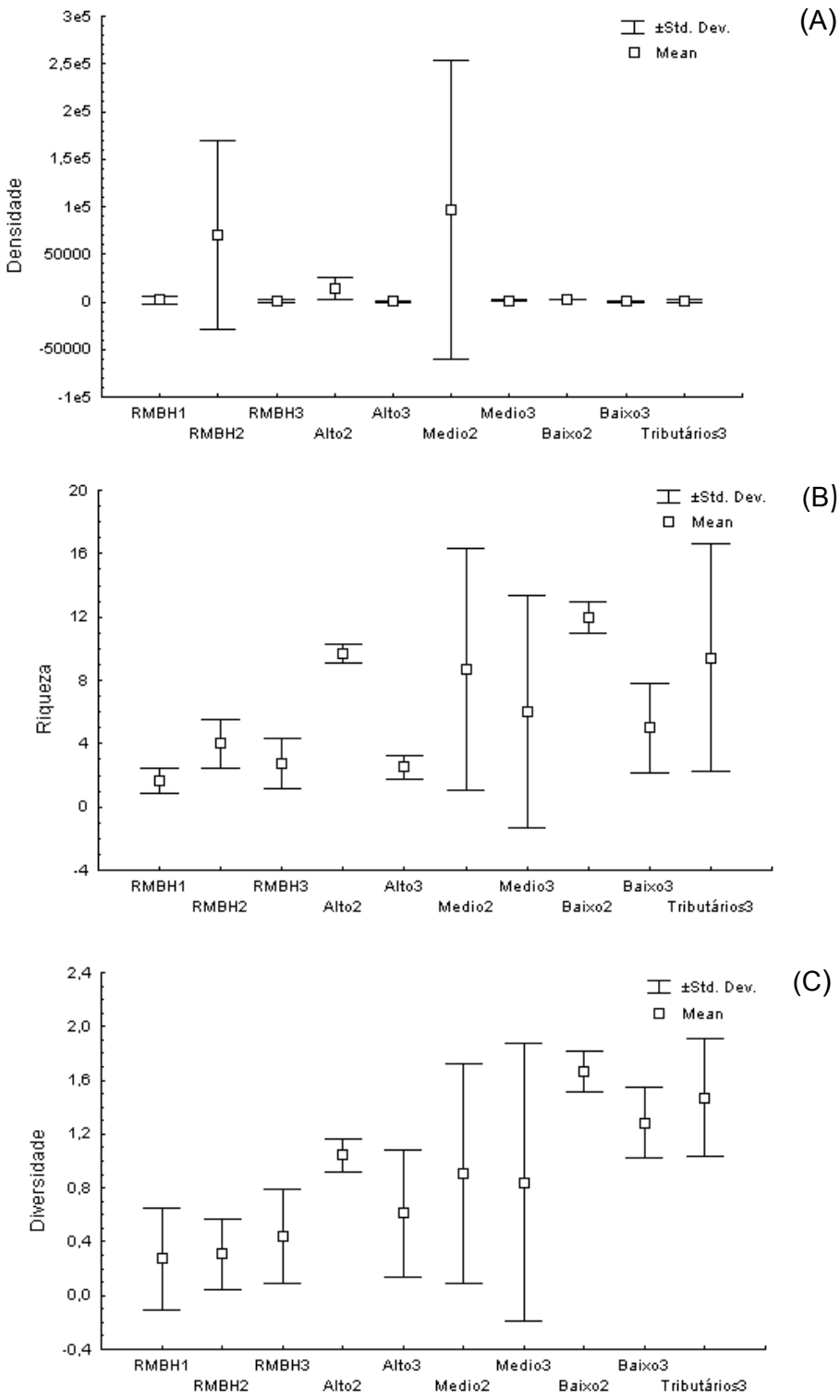

Figura 5. Média e desvio padrão ($x \pm s^2$) dos valores de (A) densidades de organismos ($F_{(9, 40)}$=22,13129; p=0,0085), (B) riqueza taxonômica ($F_{(9, 40)}$=24,79252; p=0,0032) e (C) índice de diversidade de Shannon ($F_{(9, 40)}$=24,91841; p=0,0031); RMBH1 – amostragem em 7 estações na chuva e RMBH2 - na seca de 2003, RMBH3 – na chuva de 2004; Alto2 – estações amostrais do alto rio das Velhas na seca de 2003 e Alto3 na chuvas de 2004; Médio2 - estações amostrais do médio rio das Velhas na seca de 2003 e Médio3 na chuvas de 2004; Baixo2 – estações do baixo rio das Velhas na seca e Baixo3 na chuvas de 2004; Tributários3 – afluentes do rio das velhas (M17 a M24) na chuvas de 2004.

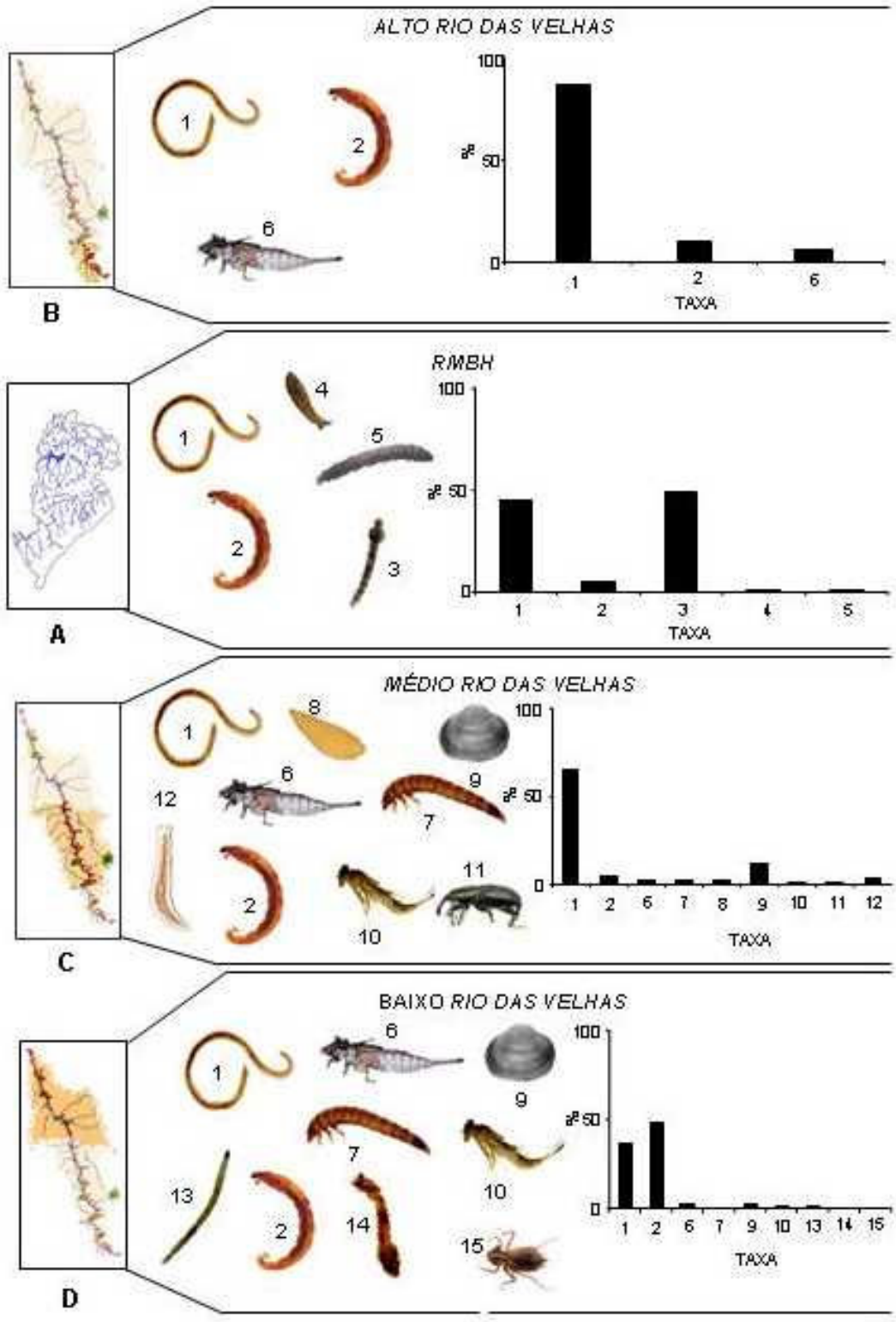

Figura 6. Diversidade taxonômica e densidade relativa encontrada nas estações amostrais localizadas na RMBH (A) e nos trechos Alto (B), Médio (C) e Baixo (D) da bacia do rio das Velhas -MG. 1 Oligochaeta; 2. Chironomidae; 3. Psychodidae; 4. Muscidae; 5. Tipulidae; 6. Gomphidae; 7. Elmidae; 8. Hirudinea; 9. Sphaeriidae; 10. Baetidae; 11. Curculionidae; 12. Planariidae; 13. Ceratopogonidae; 14. Simullidae; 15. Libellulidae.

Discussão

A combinação dos resultados obtidos com a utilização do protocolo de caracterização de condições ecológicas, mensuração dos parâmetros físicos e químicos da coluna d'água e sedimentos e avaliação das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio das Velhas, evidenciam os níveis de poluição que a bacia vem sofrendo desde próximo à sua nascente em São Bartolomeu até a sua foz no rio São Francisco em Barra do Guaicuí. A forte pressão antrópica proveniente do intenso processo de urbanização, principalmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde são lançados diariamente grandes cargas de esgotos e lixo nos corpos d'água, resultou na reduzida diversidade bentônica, elevadas concentrações de nutrientes e baixas concentrações de oxigênio dissolvido, e por tanto tem sido a causa da baixa qualidade das águas. Estudo semelhante foi desenvolvido na bacia do rio Jaboatão em Pernambuco por Souza & Tundisi (2003), que evidenciaram a baixa qualidade das águas em conseqüência do processo de urbanização, onde esgotos e rejeitos industriais são lançados em elevadas concentrações diariamente no leito do rio.

A utilização de variáveis biológicas, como os macroinvertebrados bentônicos oferecem vantagens sobre os fatores físicos e químicos na avaliação de qualidade de água. Estes organismos são mais estáveis no tempo, proporcionando respostas mais amplas frente aos impactos de origem antropogênica nos ecossistemas aquáticos (Yoder & Rankin,1998; Bonada & Williams, 2002). Entretanto, a utilização de fatores bióticos e abióticos para avaliar a qualidade das águas da bacia do rio das Velhas, baseou-se no princípio de que a avaliação ideal de ecossistemas aquáticos é aquela que envolve características físicas, químicas e biológicas fornecendo um amplo espectro dos distúrbios naturais ou de origem antropogênica (Callisto & Esteves, 1998).

Nos córregos e ribeirões da Região Metropolitana de Belo Horizonte, os resultados obtidos entre as altas concentrações de nutrientes, degradação das áreas de entorno, baixa concentração de oxigênio dissolvido e elevados valores de alguns fatores físicos e químicos (condutividade elétrica, turbidez,

sólidos totais dissolvidos e teores de matéria orgânica) influenciaram a baixa diversidade bentônica, resultando na predominância de organismos tolerantes a elevadas cargas de poluentes. Estes resultados sugerem, portanto, que a RMBH é a maior contribuinte na baixa qualidade das águas do rio das Velhas.

Os elevados valores das concentrações de nutrientes (Fósforo e Nitrogênio), condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, teores de matéria orgânica e as baixas concentrações de oxigênio são indicativos do estado de degradação dos ambientes aquáticos, resultando na baixa qualidade de águas, conforme apontado por Marques *et al.* (1999).

Nos trechos alto e médio do rio das Velhas, principalmente nos afluentes localizados na RMBH, foram encontradas elevadas concentrações de nutrientes provenientes de cargas orgânicas de esgotos. Além disso, os substratos das estações amostrais, apresentaram-se pobre e basicamente formados por areia. Ecossistemas aquáticos lóticos com o fundo formado basicamente por areias caracterizam-se como ambientes com forte hidrodinamismo (Mayrink *et al.*, 2002), o que dificulta a fixação de organismos bentônicos, favorecendo aqueles que são capazes de se enterrar no sedimento, como Oligochaeta e larvas de Chironomidae (Diptera).

A predominância de Oligochaeta, Chironomidae e Psychodidae é indicativo do estado de degradação dos ambientes estudados, uma vez que esses organismos predominam com elevadas densidades em ambientes impactados por serem altamente tolerantes a águas poluídas com elevados teores de matéria orgânica de origem antropogênica e com baixa concentrações de oxigênio (Callisto *et al.*, 2000; Callisto *et al*., 2001; Cota *et al*. 2002). Poulton *et al.* (2003) apontaram que a baixa riqueza de gêneros de Chironomidae com predominância de *Cricotopus*, *Dicrotendipes, Ablabesmyia* e algumas espécies de *Polypedilum* são conhecidas por estarem associados à entrada de esgotos em ecossistemas aquáticos. Esses *taxa* também foram encontrados nas estações amostrais dos trechos do alto, médio e baixo da bacia do rio das Velhas, evidenciando a influência antrópica de lançamento de esgotos domésticos e industriais nos corpos d'água da bacia.

Os resultados da Analise de Componentes Principais evidenciaram que as estações amostrais localizadas nos trechos do médio e baixo do rio das Velhas estão sob intensa pressão antrópica responsável pela retirada da vegetação das margens com conseqüente processo de erosão e assoreamento do leito dos rios conforme avaliados pelo protocolo de caracterização utilizado.

O aumento da diversidade de organismos ao longo da bacia desde o trecho alto ao trecho baixo sugere uma possível melhora nas condições ambientais relacionadas à diminuição nas concentrações de nutrientes e mudanças de alguns parâmetros físicos e químicos. Vale ressaltar que no trecho baixo do rio das velhas, vários tributários com águas de melhor qualidade e com a presença de organismos com baixa tolerância à poluição (ex. larvas de Trichoptera e ninfas de Ephemeroptera), refletem a melhora da qualidade das águas na bacia do rio das Velhas.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram a premissa de que os ecossistemas aquáticos na bacia do rio das Velhas, principalmente da RMBH, apresentaram suas características ecológicas altamente degradadas pela ação antrópica com conseqüente prevalência, em altas densidades, de organismos tolerantes a altos níveis de poluição e baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

O biomonitoramento de macroinvertebrados bentônicos constitui-se em uma importante ferramenta na avaliação da qualidade das águas. Esses organismos possuem ampla distribuição, são de fácil amostragem e as metodologias utilizadas são de baixo custo (Lenart & Barbour, 1994; Callisto & Esteves, 1998). Diversos países da Europa e Estados Unidos têm utilizado macroinvertebrados bentônicos para avaliar a qualidade das águas em programas de biomonitoramento de ecossistemas aquáticos (Junqueira *et al*., 2000; Harrel & Smith, 2002).

O desenvolvimento de programas de biomonitoramento de ecossistemas aquáticos brasileiros é fundamentail para subsidiar informações para os tomadores de decisão em políticas de gerenciamento dos recursos hídricos (Souza & Tudisi, 2003).

Este estudo de biomonitoramento de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas buscou contribuir com subsídios que podem ser utilizados por agências governamentais de controle ambiental e para a proposição de medidas de manejo e conservação. Além disso, o biomonitoramento dos ecossistemas aquáticos é muito importante para o desenvolvimento de programas de despoluição e recuperação de áreas degradadas ao longo da bacia do rio das Velhas.

Referências bibliográficas

Bonada, N. & Williams, D. D. 2002. Explotation of the utility of fluctuating asymmetry as an indicator of river condition using larvae of the caddisfly *Hydropsyche morosa* (Trichoptera: Hydropsychidae). *Hydrobiologia.* 481: 147 – 156.

Callisto, M., Esteves, F. 1996. Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural. *Acta Limnologica Brasiliensis*. 8: 115 - 126.

Callisto, M. & Esteves, F. A. 1998. Biomonitoramento das macrofauna bentônica de Chironomidae (Diptera) em dois igarapés amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de Bauxita. pp 299-309. In Nessimian, J. L. & A. L. Carvalho (eds). Ecologia de insetos aquáticos. *Oecologia Brasiliensis.* Vol. V. PPGE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

Callisto, M.; Marques, M.; Barbosa, F. A. R. 2000. Deformities in larval *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) from the Piracicaba River, southeat Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 2699 – 2702.

Callisto, M.; Moretti, M.; Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados Bentônicos para Avaliar a Saúde de Riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos.* V 6. p. 71- 82.

Callisto, M.; Ferreira, W.; Moreno, P.; Goulart, M. D. C.; Petrucio, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de hábitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia.* 14(1): 91 - 98.

Cao, Y.; Williams, D.D. &Larsen, D.P. 2002. Comparison of ecological communities: the problem of sample representativeness. *Ecological Monographs*. 72(1): 41-56.

Carvalho, R.F. 1985. Considerações preliminares e levantamento inicial de dados referentes à poluição da bacia do Rio das Velhas, Simpósio: Situação Ambiental e Qualidade de vida na Região Metropolitana de Belo Horizonte. p.193.

Cota, L.; Goulart, M.; Callisto, M. 2002. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a pratical tool to evaluate ecosystem health. *Verh. Internat. Verein. Limnol*. 28: 1713 – 1716.

Galdean, N.; Callisto, M.; Barbosa, F. A. R. 1999. Benthic macroinvertebrates of the heard-waters of river São Francisco (National Park of Serra da *Canastra, Brazil). Trav. Mus. Natl. Hist. Nat. Grigore Antipa.* 41: 455 – 464.

Gayraud, S.; Statzner, B.; Bady, P.; Haybachp, A.; scho, F.; Usseglio-polatera, P.; Bacchi, M. 2003. Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers: an initial assessment of alternative metrics. *Freshwater Biology*. 48: 2045–2064.

Harrel, R. C. & Smith, S. T. 2002. Macrobenthic community structure before, during, and after implementation of the Clean Water Act in the Neches River stuary (Texas). *Hydrobiologia.* 474: 213 – 222.

Helmer, R. 1999. Water quality and health. *The Environmentalist*. 19: 11-16

Hilty, J. & Merenlender, A. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*. 92: 185-197

Iliopoulou-Georgudaki J.; Kantzaris, V.; Katharios P.; Kaspiris P.; Georgiadis Th.; Montesantou B. 2003. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*. (2): 345–360.

Jackson, R. B.; Carpenter, S. R.; dahm, C. N.; Mcknight, D. M.; Naiman, R. J.; Postel, S. L.; Running, S. W. 2001. Water in a changing world. *Ecological Applications.* 11(4): 1027–1045.

Junqueira, V. M. & Campos, S. C. M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia.* 10 (2): 125 – 135.

Juqueira, V. M.; Amarante, M. C.; Dias, C. F. S.; França, E. S. 2000. Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do alto rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia.* 12: 73 – 87.

Kelly, M. G. & Whitton, B. A. 1998. Biological monitoring of eutrophication in rivers *Hydrobiologia* 384: 55–67, 1998.

Lenart, D. R. & Barbour, M. T. 1994. Using banthic macroinvertebrate communitie structure for rapid, cost – effective, water quality monitoring: rapid bioassessment. In: Coeb, S. L. & Spacie, A. (eds). *Biological Monitoring for aquatic systems*. Lewis Publishers, Boca Ratom, Florida: p. 187 - 215.

Marques, M. M. G. S. M.; Barbosa, F. A. R.; Callisto, M. 1999. Distribuition and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in south-east Brazil. *Rev. Brasil, Biol.* 59 (4): 553 – 561.

Mayrink, N.; Moretti, M.; Goulart, M.; Moreno, P.; Ferreira, W.; Callisto, M. 2002. Benthic macroinvertebrate diversity in the middle Doce River: the beginning of the Brazilian Long-Term Ecological Research (LTER) Program. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 1827 – 1830.

Melo, A.S. & Froehlich, C.G. 2001. Evaluation of methods for estimating macroinvertebrate species richness using individual stones in tropical streams. *Freshwater Biology*. 46: 711-721.

Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (Eds.) 1988. *An introduction to the aquatic insects of North America.* 2da. ed., Kendall/Hunt.Iowa, p. 750.

Mustow, S.E. 2002. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. *Hydrobiologia* 479: 191–229.

Naeem, S; Chair; Chapin III, F.S.; Costanza, R.; Ehrlich, P. R.; Golley, F. B.; Hooper, D. U.; Lawton, J.H.; OíNeill, R. V.; Mooney, H. A.; Sala, O. E.; Symstad, A. J.; Tilman, D. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning: maintaining natural life support processes. Issue in Ecology. *Ecological Society of America*. 4: 1 – 12.

Pérez, G. R. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo Fen Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia, Bogotá.

Poff, N. L.; Allan, J. D.; Bain, M. B.; Karr, J. R.; Prestegaard, K. L.; Richter, B. D.; Sparks, R. E.; Stromberg, J. C. 1997. The Natural Flow Regime: A paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* . 47 (11): 769 – 784.

Polignano, M.V.; Lisboa, A.L; Alves, A.T.G.M.; Machado, T.M.M. Pinheiro A.L.D.; Amorim, A. L.; *Uma viagem ao Projeto Manuelzão e à bacia do Rio Das Velhas- Manuelzão vai à escola;* Coleção Revitalizar; Belo Horizonte, 2001.

Poulton, B. C.; Wildhaber, M. L.; Charbonneau, C. S.; Fairchild, J. F.; Mueller, B. G.; Schmitt, C. J. 2003. A longitudinal assessment of the aquatic macroinvertebrate community in the channelized lower Missouri River. *Environmental Monitoring and Assessment*. 85: 23–53.

Primack, R. B.; Rodrigues, E. 2001. Biologia da conservação. *Ed. Midiograf.* Londrina - Paraná viii, 328p.

Souza, A. D. G. & Tundisi, J. G. 2003. Water quality in watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a case study. *Braziliam Archives of Biology and Technology.* 46 (4): 711 – 721.

Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Ed. Edgard Blucher Ltda, EDUSP. 317pp.

Usseglio-Polatera, P.; Bournaud, M.; Richoux, P.; Tachet H. 2000. Biomonitoring hrough biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? *Hydrobiologia* 422/423: 153–162.

Yoder, C. O. & Rankin, E T. 1998. The roler of biological indicators in a state water quality management process. *Environmental Monitoring na Assessment.* 51: 61-88.

Anexos

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 do rio:			
Profundidade:			
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, retilização 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 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 freqüentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; 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. Freqüência de rápidos	Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não freqüentes; 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 predominante-mente 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 desenvolvi-mento 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 próximo 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 deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; defloresta-mento 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 freqüentes. 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; freqüentes 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).

Tabela 1. Parâmetros fisicos e químicos mensurados na coluna d'água (Temp- temperatura; OD- oxigênio dissolvido; Cond. – condutividade; Turb- turbidez; TDS- sólidos totais dissolvidos; MO- matéria orgânica; P- total- fósforo total; NO_2- nitrito; NO_3 - nitrato; N-Org- nitrogênio orgânico; NH_3- nitrogênio amoniacal)

Estação Amostral		pH	Temp ^{0}C	OD mg/L	Cond mS/cm	Turb NUT	TDS mg/L	MO %	P-total mg/L	NO_2 mg/L	NO_3 mg/L	N-Org mg/L	NH_3 mg/L	N-total mg/L
Março de 2003	M1	7,32	24,4	0,6	460	31	308	2,19	2	-	-	-	-	24
	M2	7,34	23,1	4,2	370	18	244	2,84	1,2	-	-	-	-	16,1
	M3	7,38	24,9	1,5	420	32	282	3,61	2,1	-	-	-	-	21,9
	M4	7,57	25,4	2,3	340	-	-	2,52	1	-	-	-	-	15,6
	M5	7,56	24,9	3,8	300	-	-	3,51	0,61	-	-	-	-	10,7
	M6	8,61	24,9	0,48	390	-	-	2,31	1,2	-	-	-	-	16,3
	M7	7,66	25,6	1,4	360	-	-	2,99	1,2	-	-	-	-	12
Setembro de 2003	M1	7,32	24	<0,5	530	120	428	2,28	5,4	<0,002	1	-	22,8	-
	M2	7,37	24,6	1,4	510	38	304	3,61	3,61	<0,002	0,9	-	7,6	-
	M3	7,31	22,9	1,3	500	67	324	5,27	3,4	<0,002	0,4	-	10,5	-
	M4	8,6	22,7	<0,5	450	46	384	3,62	2,7	<0,002	0,9	-	2,4	-
	M5	7,43	23,1	<0,5	370	27	312	2,14	2,2	<0,002	1	-	0,4	-
	M6	5,77	27,9	2,3	330	26	252	48,01	1,8	<0,002	0,7	-	6,8	-
	M7	7,13	24,4	<0,5	275	38	248	2,3	1,8	<0,002	0,75	-	2,7	-
	M8	7,32	18,2	8,4	26,5	2	44	7,19	0,019	<0,002	0,19	-	0,19	-
	M9	7,11	22,6	5,6	27	5,5	60	2,14	0,019	<0,002	0,32	-	0,19	-
	M10	7,33	24,8	3,2	190	10,5	136	6,49	0,019	<0,002	0,4	0,29	0,19	-
	M11	7,78	25,6	8,4	83	3,5	112	0,99	0,74	<0,002	1,12	9,5	0	-
	M12	7,4	26,3	5,4	260	3,4	172	0,5	1,5	<0,002	3,2	29,4	4,5	-
	M13	7,25	27,2	4,9	190	3,8	156	1,97	0,019	<0,002	6,5	0,17	0,19	-
	M14	7,93	27	8	95	5,5	84	1,15	0,019	<0,002	2,6	0,13	0,19	-
	M15	7,26	28,3	6,5	275	14	84	15,47	0,21	<0,002	2,2	0,2	0,19	-
	M16	7,66	29,3	6,2	190	15	68	1,81	0,026	<0,002	1,6	0,35	0,19	-
Fevereiro de 2004	M1	7,28	24	2	660	120	404	0,66	2,9	<0,002	2,4	15,5	25,4	-
	M2	7,1	25	3,5	390	12	256	2,62	1,4	<0,002	4,1	6,3	9,7	-
	M3	7,26	25	0,9	410	27	292	1,8	2,7	<0,002	5,3	17,4	23	-
	M4	7,79	25	3,1	350	24	232	18,6	1,6	<0,002	4,3	8,7	1,5	-
	M5	7,6	24	4,2	320	13	192	1,47	0,84	<0,002	5,1	6,3	0,24	-
	M6	5,63	25	4,1	350	16	236	3,48	2	<0,002	7,4	6,4	2,1	-
	M7	8,6	25	2,7	320	27	252	4,63	1,6	<0,002	3,8	6,6	1,2	-
	M8	6,78	20,5	8,4	40,8	3,2	32	3,64	<0,02	<0,002	<0, 2	<0, 2	0,104	-
	M9	5,39	22,3	7,5	54	47	44	1,96	<0,02	<0,002	<0, 2	<0, 2	0,2	-
	M10	7,05	25	4,9	135	30	104	3,95	0,021	<0,002	1,7	0,22	0,19	-
	M11	7,24	24	6,6	10	11	68	2,46	0,021	<0,002	1	0,2	0,19	-
	M12	7,21	25	6,8	110	95	76	1,96	<0,02	<0,002	1,5	<0, 2	<0,05	-
	M13	7,19	25	5,5	130	124	136	6,09	<0,02	<0,002	3	<0, 2	0,260	-
	M14	7,26	27	6,2	95	54	84	2,15	<0,02	0,019	1	0,055	0,19	-
	M15	6,48	22	7,2	46	122	72	3,47	<0,02	<0,002	1	<0, 2	0,130	-
	M16	6,67	23	6,4	35	126	60	9,05	0,06	<0,002	1,6	<0, 2	0,350	-
	M17	6,43	26	6,4	21	7,2	40	3	<0,02	<0,002	0,42	0,01	0,19	-
	M18	7,0	25	6,9	36	3,4	28	0,17	<0,02	<0,002	0,26	0,083	0,19	-
	M19	6,71	25	6,4	24,5	4,4	28	0	<0,02	<0,002	0,24	0,072	0,19	-
	M20	6,35	25	7,5	28,5	143	72	4,11	<0,02	<0,002	0,38	<0, 2	0,1	-
	M21	7,36	25	7	140	127	140	7,81	<0,02	<0,002	0,81	<0, 2	0,083	-
	M22	5,29	23	7,5	13,5	5,5	10	3,29	<0,02	<0,002	0,47	<0, 2	0,1	-
	M23	6,46	26	7	20	29	40	3,77	-	<0,002	0,47	-	-	-
	M24	5,86	26	6,9	13	56	24	1,15	<0,02	<0,002	<0,2	<0, 2	0,055	-

Tabela 2. Composição granulométrica dos sedimentos (AMG - areia muito grossa 1,0 mm; AG- areia grossa 0,500 mm; AM- areia média 0,250 mm; AF- areia fina; AMF- areia muito fina; S+Argi- silte e argila<0,063 mm)

Estações amostrais	Composição granulométrica					
	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	S+ Argi (%)
Março de 2003						
M1	8,60	43,65	39,94	6,44	0,88	0,49
M2	74,25	9,30	6,77	3,79	1,93	3,95
M3	82,81	12,06	2,14	1,00	0,80	1,18
M4	4,55	12,16	33,31	42,74	5,68	1,55
M5	4,57	8,06	15,99	40,56	22,65	8,18
M6	25,04	32,56	30,29	11,38	0,03	0,69
M7	34,38	45,46	14,84	3,86	0,85	0,61
Setembro de 2003						
M1	13,53	32,94	38,20	11,91	2,01	1,41
M2	45,71	14,92	17,50	10,52	4,29	7,06
M3	47,89	25,29	11,81	6,17	3,81	5,03
M4	5,31	36,94	47,06	7,97	1,62	1,10
M5	1,36	10,65	43,97	34,76	7,15	2,10
M6	9,06	41,38	33,45	9,06	3,63	3,43
M7	0,53	4,99	12,39	17,42	14,84	49,84
M8	2,68	2,18	6,24	24,64	31,99	32,27
M9	0,26	0,78	6,78	52,75	27,99	11,43
M10	0,73	28,19	26,14	21,20	14,20	9,53
M11	0,26	2,00	12,09	24,53	21,39	39,73
M12	0,03	1,05	35,08	46,48	12,55	4,81
M13	54,14	27,92	10,60	1,74	2,02	3,57
M14	0,19	0,52	0,97	44,41	45,51	8,39
M15	0,12	15,37	17,61	28,28	27,56	11,05
M16	0,09	0,39	0,58	30,12	44,63	24,19
Fevereiro de 2004						
M1	14,45	35,98	41,47	7,02	0,58	0,50
M2	86,30	6,34	3,98	1,54	0,73	1,10
M3	84,03	8,87	4,12	1,72	0,83	0,43
M4	48,42	32,79	16,06	2,17	0,27	0,29
M5	14,88	33,71	32,64	12,96	3,30	2,51
M6	1,76	8,14	34,84	25,56	16,11	13,59
M7	62,63	19,25	11,63	4,05	1,18	1,25
M8	10,88	31,93	27,60	15,91	11,04	2,63
M9	0,13	2,48	29,69	43,79	18,70	5,22
M10	0,02	0,22	15,43	32,12	37,03	15,18
M11	47,06	10,00	19,28	14,20	4,95	4,51
M12	0,21	15,56	66,01	16,03	0,10	2,10
M13	2,75	6,34	11,68	63,86	13,57	1,79
M14	0,23	0,60	1,93	43,35	36,36	17,53
M15	47,45	3,74	4,29	10,60	21,00	12,93
M16	0,01	0,21	10,56	17,22	45,61	26,38
M17	23,82	2,81	8,97	30,03	27,85	6,52
M18	29,46	32,01	29,24	8,90	0,32	0,07
M19	0,29	3,06	72,83	23,23	0,41	0,17
M20	0,15	0,68	12,73	30,56	41,12	14,75
M21	57,82	13,94	6,38	3,95	6,92	10,99
M22	9,85	0,75	19,14	26,45	24,14	19,66
M23	0,02	0,07	7,87	26,30	30,16	35,57
M24	0,06	0,03	0,38	30,28	55,31	13,94

Tabela 4. Média e desvio padrão ($X \pm s^2$) das densidades de organismos (ind/m^2) coletados na região Metropolitana de Belo Horizonte na chuvas de 2003 (M1- córrego Baleares, M2 – córrego Cardoso, M3 – córrego Sta Terezinha, M4 e M5 – ribeirão Onça a montante e a jusante da ETE, M6 e M7 – ribeirão Arrudas a montante e a jusante da ETE)

TAXA	Estações amostrais						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Annelida; Oligochaeta	22±38		257±445	95±71	3718±3462		205±221
Arthropoda; Insecta; Diptera							
Chironomidae							
Chironomus	7±13	15±13	51±51				15±13
Riqueza	2	1	2	1	1	0	2
Equitabilidade	0,865	0	0,65	0	0	0	0,353
Diversidade	0,95	0	0,451	0	0	0	0,245

Tabela 5: Média e desvio padrão (X ± s^2) das densidades de organismos bentônicos (ind/m^2) encontrados nas estações amostrais localizadas nos afluentes da bacia do rio das Velhas na Região Metropolitana de BH na seca de 2003 (M1- córrego Baleares, M2 – córrego Cardoso, M3 – córrego Sta Terezinha, M4 e M5 – ribeirão Onça a montante e a jusante da ETE, M6 e M7 – ribeirão Arrudas a montante e a jusante da ETE)

	Estações amostrais						
Taxa	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Annelida							
Oligochaeta	370 ± 206	311 ± 291	133 ± 135	65.770 ± 97.734	3333 ± 2304	281 ± 206	74.022 ± 125.035
Arthropoda							
Insecta							
Diptera							
Anthomyidae		7 ± 13					
Ceratopogonidae			7 ± 13				
Chironomidae							
Chironomus	22 ± 22	13.08 ± 10.75	30 ± 51	163 ± 206	7 ± 13		7 ± 13
Polypedilum		200 ± 212					
Psychodidae	163 ± 136	356 ± 327	3.704 ± 6.28	1.03 ± 64	7 ± 13	67 ± 80	874 ± 1.245
Diptera n.i.				15 ± 26			
Stratiomyidae				7 ± 13			
Collembola							
Isotomidae			119 ± 186				7 ± 13
Coleoptera							
Hydrophilidae							
Berosus			7 ± 13				
Arachnoidea							
Acari							
Hidracarina	59 ± 64	44 ± 77	215 ± 372	22 ± 22		37 ± 46	7 ± 13
Mollusca							
Gastropoda							
Physidae							
Physa		170 ± 178					
Riqueza	4	7	7	6	3	3	5
Equitabilidade	0,691	0,204	0,194	0,07	0,028	0,047	0,705
Diversidade	0,759	0,365	0,348	0,098	0,031	0,066	0,488

Tabela 6: Média e desvio padrão (X ± s^2) das densidade de organismos bentônicos (ind/ m^2) encontrados nas estações amostrais localizadas no trecho alto da bacia do rio das Velhas na seca de 2003 (M8 - rio das Velhas em São Bartolomeu, M9 – rio Itabirito, M11 – rio das Velhas em Sabará)

	Estações amostrais		
Taxa	M8	M9	M11
Annelida			
Oligochaeta	1.370 ± 739	22 ± 0	2.867 ± 2.931
Hirudinea		341 ± 552	1.585 ± 623
Arthropoda			
Insecta			
Diptera			
Ceratopogonidae	30 ± 34		
Chironomidae			
Ablabesmyia	22,22±38,49		
Chironomus		7,41±12,83	348,15±545,39
Cryptochironomus	7,41±12,83		
Fissimentum			
Polypedilum	325,93±564,52	7,41±12,83	
Psychodidae	7 ± 13	7 ± 13	7 ± 13
Empididae	15 ± 26	7 ± 13	52 ± 56
Diptera pupa n.i.	37 ± 64	7 ± 13	
Coleoptera			
Elmidae	81 ± 68	15 ± 26	
Hydrophilidae			
Berosus	52 ± 26	15 ± 13	
Odonata			
Gomphidae			
Aphylla	7 ± 13	207 ± 71	
Trichoptera casulo n.i.	119 ± 205		
Arachnoidea (Hidracarina)			
Acari	15 ± 26	30 ± 51	15 ± 26
Mollusca			
Lamellibranchiata (Bivalvia)			
Sphaeriidae			52 ± 26
Gastropoda			
Pulmonata			
Ancylidae			259 ± 357
Limnaeidae			111 ± 111
Planorbidae			
Biomphalaria			15 ± 26
Planorbidae n.i.			422 ± 336
Physidae			
Physa		4.393 ± 1.894	74.807 ± 53.820
Nematoda			378 ± 139
Riqueza	13	12	13
Equitabilidade	0,424	0,424	0,507
Diversidade	0,931	1,027	1,168

Tabela 7: Média e desvio padrão (X ± s^2) das densidades de organismos bentônicos (ind/ m^2) encontrados nas estações amostrais localizadas no Trecho Médio da bacia do rio das Velhas na seca de 2003 (M10 – rio das Velhas em Lagoa Santa, M12 – rio das Velhas em Santana do Pirapama, M13 – rio das Velhas em Curvelo).

	Estações amostrais		
Taxa	M10	M12	M13
Annelida			
Oligochaeta			
Haplotaxida			
Tubificidae			
Branchiura			81 ± 78
Oligochaeta n.i.	92.444 ± 60.663	230 ± 322	104 ± 112
Hirudinea	7 ± 13	259 ± 236	1.385 ± 1.821
Arthropoda			
Insecta			
Diptera			
Ceratopogonidae			15 ± 26
Chironomidae			
Ablabesmyia		22,22±38,49	66,67±58,79
Alotanypus			7,41±12,83
Asheum			
Chironomus		7,41±12,83	
Cladopelma			22,22±38,49
Coelotanypus			37,04±46,26
Cryptochironomus			
Djalmabatista			7,41±12,83
Parachironomus			14,81±12,83
Polypedilum		22,22±38,49	51,85±12,83
Rheotanytarsus			14,81±12,83
Tanypus			14,81±12,83
Tanytarsus			
Tribelos			14,81±12,83
Genero B (Roback)			
Coleoptera			
Elmidae			15 ± 13
Hydrophilidae			
Berosus			7 ± 13
Hemiptera			
Pleiidae			15 ± 13
Trichoptera			
Hydroptilidae			
Oxyethira			889 ± 309
Mollusca			
Gastropoda			
Pulmonata			
Physidae			
Physa	7 ± 13		807 ± 835
Prosobranchiata			
Thiaridae			
Melanoides tuberculatus			7 ± 13
Thiaridae n.i.		7 ± 13	
Lamellibranchiata (Bivalvia)			
Sphaeriidae		126 ± 93	1.926 ± 1.461
Riqueza	3	7	21
Equitabilidade	0,001	0,591	0,555
Diversidade	0,001	1,151	1,571

Tabela 8: Média e desvio padrão (X ± s^2) das densidades de organismos bentônicos (ind/ m^2) encontrados no trecho baixo da bacia do rio das Velhas na seca de 2003 (M14 – rio das Velhas em Corinto, M15 – rio das Velhas em Lassance, M16 – rio das Velhas em Barra de Guaicuí).

	Estações amostrais		
Taxa	M14	M15	M16
Annelida			
Oligochaeta			
Tubificidae			
Branchiura			148 ± 257
Oligochaeta n.i.	215 ± 276	81 ± 26	104 ± 112
Hirudinea		7 ± 13	
Arthropoda			
Insecta			
Diptera			
Ceratopogonidae		15 ± 13	
Chironomidae	67 ± 22	15 ± 13	341 ± 141
Ablabesmyia	37,04±33,95		14,81±25,66
Asheum		7,41±12,83	
Cladopelma			
Coelotanypus	7,41±12,83		37,04±64,15
Djalmabatista			7,41±12,83
Rheotanytarsus		7,41±12,83	51,85±89,81
Tanypus			7,41±12,83
Stratiomyidae	7 ± 13		
Diptera pupa n.i.	15 ± 13		22 ± 38
Coleoptera			
Elmidae	37 ± 34	452 ± 538	148 ± 161
Hydrophilidae		7 ± 13	
Ephmeroptera			
Caenidae			
Caenis			22 ± 38
Hemiptera			
Pleiidae		7± 13	
Odonata			
Gomphidae			
Aphylla	15 ± 13		7 ± 13
Gomphidae n.i.		7 ± 13	
Libellulidae	7 ± 13		
Trichoptera			
Helicopsychidae		22 ± 38	7 ± 13
Hydroptilidae	30 ± 13		
Arachnoidea (Hidracarina)			
Acari			15 ± 13
Mollusca			
Gastropoda			
Prosobranchiata			
Hydrobiidae		96 ± 130	
Thiaridae			
Melanoides tuberculatus	607 ± 485	59 ± 103	44 ± 0
Pulmonata			
Lymnaeidae			
Lymnaea	185 ± 321	44 ± 59	7 ± 13
Pilidae			
Pomacea	156 ± 214	67 ± 115	
Physidae			
Physa	37 ± 13	919 ± 821	
Lamellibranchiata (Bivalvia)			
Sphaeriidae	415 ± 551	30 ± 34	274 ± 265
Riqueza	16	17	17
Equitabilidade	0,671	0,621	0,714
Diversidade	1,61	1,543	1,832

Tabela 9. Média de desvio padrão ($X \pm s^2$) das densidades de organismos bentônicos (ind/m^2) encontrados nas estações amostrais localizadas nos afluentes da bacia do rio das Velhas na Região Metropolitana de BH na chuvas de 2004 (M1 Córrego Baleares, M2 Córrego Cardoso, M3 Córrego Sta. Terezinha, M4 e M5 - Riberão Onça a montante e a jusante da ETE, M6 e M7 Ribeirão Arrudas a montante e a jusante da ETE).

	Estações amostrais						
Taxa	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Annelida							
Oligochaeta	14,81±12,83	59,26±84,13	385,19±648,01	7,41±12,83	200±273,07	7,41±12,83	281,48±200,4
Arthropoda							
Insecta							
Diptera							
Chironomidae							
Chironomus		7,41±12,83	74,1±109,62		7,41±12,83		
Parachionomus					7,41±12,83		
Polypedilum			14,81±25,66		7,41±12,83		
Ephidridae	7,41±12,83						
Muscidae		7,41±12,83					
Psychodidae		207,41±12,83	777,78±1193,4	51,85±33,95			
Tipulidae			7,41±12,83				
Mollusca							
Bivalvia							
Sphaeriidae							14,81±25,66
Riqueza	2	4	5	2	4	1	2
Equitabilidade	0,918	0,536	0,564	0,54	0,312	0	0
Diversidade	0,637	0,743	0,908	0,374	0,432	0	0

Tabela 10: Média e desvio padrão ($X \pm s^2$) das densidades de organismos bentônicos (ind/ m^2) encontrados nas estações amostrais localizadas no Trecho Alto da Bacia do rio das Velhas na chuvas de 2004 (M8 - rio das Velhas em São Bartolomeu, M9 – rio Itabirito, M11 – rio das Velhas em Sabará).

	Estações amostrais		
Taxa	M8	M9	M11
Annelida			
Oligochaeta	22,22 ± 22,22		170,37 ± 257,56
Arthropoda			
Insecta			
Diptera			
Ceratopogonidae			
Chironomidae			
Ablabesmyia	7,41 ± 12,83		
Polypedilum			14,81 ± 25,66
Odonata			
Gomphidae	7,41 ± 12,83		
Riqueza	3	0	2
Equitabilidade	0,861	0	0,4
Diversidade	0,946	0	0,277

Tabela 11: Média e desvio padrão (X ± s^2) das densidades de organismos bentônicos (ind/m^2) encontrados nas estações amostrais localizadas no Trecho Médio da bacia do rio das Velhas na chuvas de 2004 (M10 – rio das Velhas em Lagoa Santa, M12 – rio das Velhas em Santana do Pirapama, M13 – rio das Velhas em Curvelo, M21 – rio do Onça em Cordisburgo, M22 - rio Cipó em Santana do Riacho).

	Estações amostrais				
Taxa	M10	M12	M13	M21	M22
Annelida					
Oligochaeta	288,89±293,97	1074,07±613,16	7,41±12,83	177,78±288,89	59,26±64,15
Hirudinea				44,44±76,98	
Arthropoda					
Insecta					
Diptera					
Chironomidae					
Ablabesmyia				7,41±12,83	14,81±12,83
Chironomus		7,41±12,83			
Cryptochironomus				7,41±12,83	
Paratendipes					7,41±12,83
Pentaneura					7,41±12,83
Polypedilum	7,41±12,83	44,44±44,44		96,30±166,79	155,56±44,44
Rheotanytarsus				14,81±25,66	
Ceratopogonidae				7,41±12,83	7,41±12,83
Psychodidae					7,41±12,83
Simullidae				22,22±22,22	
Coleoptera					
Curculionidae					29,63±33,95
Elmidae				51,85±55,92	7,41±12,83
Colembola					
Isotomidae			7,41±12,83		7,41±12,83
Ephemeroptera					
Baetidae				22,22±38,49	7,41±12,83
Leptophlebiidae				22,22±22,22	
Heteroptera					
Naucoridae				14,81±12,83	
Odonata					
Coenagrionidae				7,41±12,83	
Gomphidae					44,44±22,22
Libellulidae				7,41±12,83	14,81±12,83
Trichoptera					
Hydropsychidae				22,22±22,22	
Thurbelaria					
Tricladida					
Planariidae				74,07±78,04	
Mollusca					
Bivalvia					
Sphaeriidae				29,63±25,66	14,81±12,83
Riqueza	2	3	2	17	14
Equitabilidade	0,167	0,187	1	0,826	0,759
Diversidade	0,116	0,205	0,693	2,341	1,947

Tabela 12: Média e desvio padrão ($X \pm s^2$) das densidades de organismos bentônicos (ind/m^2) encontrados nas estações amostrais localizadas no Trecho baixo da Bacia do rio das Velhas na chuvas de 2004 (M14 – rio das Velhas em Corinto, M15 – rio das Velhas em Lassance, M16 – rio das Velhas em Barra do Guaicuí, M17 – rio Curimataí, M18 – rio Pardo Pequeno, M19 – rio Pardo Grande, M20 – rio rio Bicudo, M23 - rio Cipó, M24 – rio Paraúna).

	Baixo rio das Velhas								
Taxa	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M23	M24
Annelida									
Oligochaeta	7,41±12,83	66,67±76,98		66,67±67,67			7,41±12,83	592,59±575,35	7,41±12,83
Nematoda								7,41±12,83	
Arthropoda									
Insecta									
Diptera									
Chironomidae									
Ablabesmyia		22,22±22,22		29,63±51,32				7,41±12,83	
Alotanypus	7,41±12,83								
Chironomus						7,41±12,83	7,41±12,83		
Coelotanypus				7,41±12,83			7,41±12,83		
Corynoneura		7,41±12,83			585,19±492,08	7,41±12,83			
Crycotopus								7,41±12,83	
Cryptochironomus		7,41±12,83						29,63±12,83	
Djalmabatista					22,22±22,22				
Fissimentum					7,41±12,83				
Harnischia		7,41±12,83							
Paracladopelma								14,81±25,66	
Paralauterborniella								14,81±12,83	
Polypedilum						7,41±12,83	7,41±12,83	37,04±46,26	7,41±12,83
Rheotanytarsus								14,81±12,83	
Saetheria					7,41±12,83				
Stenochironomus								7,41±12,83	
Tanytarsus				29,63±51,32	7,41±12,83	29,63±51,32		14,81±25,66	
Thienemanniella								7,41±12,83	
Tribelos								7,41±38,49	
Ceratopogonidae								22,22±22,22	
Dolicopodidae								7,41±12,83	

Continuação da tabela 12

Simullidae							14,81±25,66	
Coleoptera								
Curculionidae				14,81±12,83				7,41±12,83
Elmidae					14,81±25,66			
Hydrophilidae							7,41±12,83	
Ephmeroptera								
Baetidae		7,41±12,83				7,41±12,83	14,81±25,66	
Leptophlebiidae							14,81±12,83	
Leptoyphidae							44,44±44,44	
Heteroptera								
Belostomatidae							7,41±12,83	
Lepidóptera								
Pyralidae		7,41±12,83					7,41±12,83	
Odonata								
Gomphidae		7,41±12,83		22,22±38,49			14,81±12,83	
Libellulidae				14,81±12,83				
Trichoptera								
Leptoceridae			14,81±25,66					
Hydropsychidae							7,41±12,83	
Arachnoidea (Hidracarina)								
Acari						7,41±12,83	51,85±12,83	
Mollusca								
Gastropoda n.i.		29,63±25,66						
Lamellibranchiata								
Bivalvia								
Sphaeriidae		14,81±12,83		22,22±22,22	14,81±25,66	7,41±12,83		
Riqueza	2	10	0	5	9	6	7	25	3
Equitabilidade	1	0,757	0	0,858	0,325	0,896	1	0,55	1
Diversidade	1,099	1,472	0	1,382	0,714	1,606	1,792	1,748	1,099