

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

**ÍNDICE BIÓTICO BENTÔNICO NO BIOMONITORAMENTO DA
BACIA DO RIO DAS VELHAS**

Wander Ribeiro Ferreira

MONTES CLAROS – MG
2009

Universidade Estadual de Montes Claros

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Wander Ribeiro Ferreira

Orientador
Prof. Dr. Marcos Callisto
Departamento de Biologia Geral, ICB, UFMG

Co-orientador
Prof. Dr. Anderson Medeiros dos Santos
Departamento de Biologia Geral, UNIMONTES

Montes Claros, 18 de fevereiro de 2009

Ferreira, Wander Ribeiro.
F383i Índice Biótico Bentônico no biomonitoramento da bacia do
Rio das Velhas [manuscrito] / Wander Ribeiro Ferreira. – 2009.

96 f. : il.

Bibliografia : f. 44-49.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros
– Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Callisto.

Co-orientador: Prof. Dr. Anderson Medeiros dos Santos.

1. Biomonitoramento. 2. Índice Biótico Bentônico. 3. Qualidade
das águas. 4. Bacia do Rio das Velhas. 5. Bioindicadores I.
Callisto, Marcos. II. Santos, Anderson Medeiros dos. III.
Universidade Estadual de Montes Claros. IV. Título.

Wander Ribeiro Ferreira

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

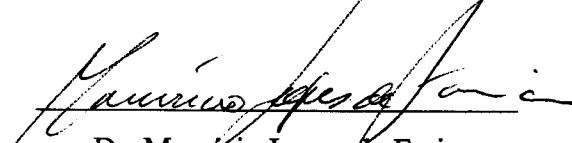
Aprovada em 18 de fevereiro de 2009



Dr. Marcos Callisto de Faria Pereira

(Orientador)

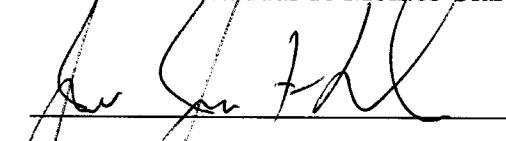
Universidade Federal de Minas Gerais



Dr. Maurício Lopes de Faria

(Integrante da Banca Examinadora – Interno)

Universidade Estadual de Montes Claros



Dr. João José Fonseca Leal

(Integrante da Banca Examinadora – Externo)

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro

Universidade Federal do Rio de Janeiro

*Dedico esta dissertação a minha família e amigos
que de alguma forma participaram e que
participarão da história da minha vida.*

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Marcos Callisto pela paciência, companheirismo e amizade. Só tenho a agradecer por tudo que aprendi com sua orientação e a oportunidade a mim concedida para vivenciar a evolução do Laboratório de Ecologia de BENTOS juntamente com pessoas as quais tenho grande apreço. Muito obrigado!!!!

Agradecimento especial aos Coordenadores do Projeto Manuelzão Professor Apolo e Thomaz pela bolsa a mim concedida ao longo dos anos do Biomonitoramento e no desenvolvimento desta dissertação.

Aos membros da banca examinadora Dr. João José Fonseca Leal (CEFET-RJ), Dr. Maurício Lopes de Faria (UNIMONTES) que gentilmente aceitaram compor a banca na apresentação desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Anderson Medeiros dos Santos, que para seus amigos sempre será o “Dinho”. Por gentilmente ter aceito o convite na co-orientação desta dissertação.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UNIMONTES e Programa de Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFMG, pela importantíssima contribuição na minha formação profissional e pela convivência.

À minha família que sempre me apoiaram em tudo que fiz durante minha vida. O que sou hoje é graças a eles.

Agradeço especialmente ao meu irmão Wellington pelo qual tenho imensa admiração e o tenho como exemplo de vida. Obrigado pelo seu companheirismo e por tudo que você tem me ajudado a conquistar todos esses anos. Espero retribuir a felicidade de tê-lo como companheiro. Obrigado Tom!!!!

Agradeço especialmente à Elaine Elizabeth Alves pelos anos de companheirismo. Minha companheira de momentos de muitas alegrias e dificuldades. Sou-lhe grato pelo amor e carinho, pelos conselhos, compreensão e pela paciência. Espero que eu tenha retribuído e ainda retribuir com igualdade o que você têm me proporcionado em todos esses anos de convivência e que ainda venhamos conviver.

Aos meus colegas de laboratório de Ecologia de BENTOS e Nuvelhas/Projeto Manuelzão/UFMG pela ajuda, companheirismo e boa convivência ao longo dos anos de trabalho. Muito obrigado a todos!!!!!!

Ao Prof. Dr. José Francisco Gonçalves Junior pela amizade e companheirismo, pelos conselhos que em muito me ajudaram ao longo dos anos de convivência.

Ao Prof. Dr. Pablo Moreno que, graças à sua indicação, faço parte de uma grande equipe do Laboratório de Ecologia de BENTOS da UFMG. Muito obrigado!!!!

Agradeço especialmente a meus atuais companheiros de equipe no Biomonitoramento (Juliana, Lurdemar, Ana Paula, Luziana) e os que fizeram parte da equipe (Ivan, Aline, Pablo) e todos que de alguma forma contribuíram para o andamento do Biomonitoramento. Muito obrigado a todos!!!!

Aos colegas do Geoprocessamento do Nuvelhas: Diego, Silvia Magalhães, Matheus e Lussandra.

Agradecimento especial ao Diego Macedo que gentilmente plotou os pontos de coletas no mapa da bacia do Rio das Velhas.

Ao Carlos Bernardo Mascarenhas Alves pela amizade e convivência no Nuvelhas e por não ter dado os “dois telefonemas ameaçadores” que implicariam na minha saída e de meus amigos do Biomonitoramento do Velhas. Obrigado Cacá!!!!

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Aos motoristas do Projeto Manuelzão pela parceria nas coletas ao longo do Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas.

Aos colegas de turma do Mestrado (Elaine, Fabiene, Gisele, Hamilton, Jhonathan, Magnel e Simária) pelo apoio durante minha presença em Montes Claros. Muito obrigado!!!!

Pelo apoio e financiamento:



ÍNDICE	Páginas
1. Resumo	09
2. Abstract.....	10
3. Introdução.....	11
<i>3.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>14</i>
<i>3.2 Objetivos Específicos</i>	<i>14</i>
4. Área de Estudo	15
5. Metodologia	19
<i>5.1 Caracterização ecológica dos trechos estudados</i>	<i>20</i>
<i>5.2 Parâmetros físicos e químicos.....</i>	<i>20</i>
<i>5.3 Macroinvertebrados Bentônicos</i>	<i>20</i>
<i>5.4 Seleção de Métricas Bentônicas.....</i>	<i>21</i>
<i>5.5 Sensibilidade das Métricas.....</i>	<i>23</i>
<i>5.6 Critérios de desenvolvimento dos escores para a avaliação das perturbações antrópicas</i>	<i>24</i>
6. Resultados	25
<i>6.1 Trecho Alto do Rio das Velhas.....</i>	<i>25</i>
<i>6.2 Trecho Médio do Rio das Velhas</i>	<i>26</i>
<i>6.3 Trecho Baixo do Rio das Velhas</i>	<i>27</i>
<i>6.4 Composição granulométrica dos sedimentos.....</i>	<i>30</i>
7. Discussão	37
8. Conclusões.....	42
9. Perspectivas Futuras	43
10. Referências Bibliográficas	44
11. Anexos	50

1. Resumo

Índices bióticos bentônicos são importantes ferramentas na avaliação da qualidade de água em Programas de Biomonitoramento de bacias hidrográficas. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade de água no Programa de Biomonitoramento da bacia do Rio das Velhas através da aplicação do Índice Biótico Bentônico. Foram avaliadas 21 estações amostrais (8 na calha do rio e 13 nos tributários) em 4 coletas anuais de junho de 2004 a novembro de 2007. Para a composição do índice foram selecionadas as métricas: Riqueza de famílias, % Oligochaeta, % Chironomidae + Oligochaeta, % EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), % Coletores-catadores e índice BMWP-CETEC. Às métricas em que são esperadas diminuição em resposta ao aumento do impacto antrópico foi atribuído escore 5 para os valores acima do quartil de 25%; escore 3 para os valores médios entre o mínimo e o quartil de 25%; escore 1 para os valores entre o mínimo e o valor médio abaixo do quartil de 25%. Às métricas bentônicas em que são esperadas aumento em resposta ao aumento do impacto antrópico foram atribuídos escore 5 para os valores abaixo do quartil de 75%; escore 3 para os valores médios entre o valor máximo e o quartil de 75%; escore 1 para os valores entre o valor médio e o valor máximo acima do quartil de 75%. A agregação das métricas (0-30 pontos) foi dividida para estabelecimento do critério de qualidade de água (escore de 6-12 – águas de qualidade ruim; 13-18 – regular; 19-24 – bom; 25-30 – muito bom, águas de excelente qualidade). Neste estudo foi também utilizado um Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas. Para o estabelecimento dos critérios de qualidade de água foram comparadas 9 áreas de referência e 4 alteradas. Foram realizadas 317 avaliações da qualidade de água, e os resultados mostraram que 48% apresentaram águas de excelente qualidade, 14% boa, 19% regular e 19% de qualidade ruim. Esta metodologia contribuirá como ferramenta na avaliação da qualidade de água no Programa de Biomonitoramento de bacias hidrográficas a curto e a longo prazo e, além disso, subsidiará com informações para a implementação de políticas públicas de gestão da bacia do Rio das Velhas no Estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: Biomonitoramento, Índice Biótico Bentônico, Qualidade de água, Bacia do Rio das Velhas, Bioindicadores.

2. Abstract

Benthic biotic indices are important tools in assessing the water quality in Biomonitoring Program of river basins. The aim of this study was to evaluate the quality of water in the Biomonitoring Program of the Rio das Velhas basin through the application of benthic biotic index. We evaluated 21 sampling stations (8 in the main river and 13 in the tributaries) in 4 samplings per year from June 2004 to November 2007. For the composition of the index were selected metrics family richness, % Oligochaeta, % Chironomidae + Oligochaeta, % EPT (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera), % Gattering-collectors and BMWP - CETEC index were selected. Metrics that were expected to decline in response to the growing impact or disturbance were assigned by score 5 for the values above the quartile of 25%; score 3 for the average between the lowest quartile and 25%; score 1 for the values between the minimum and average value below the quartile of 25%. Bentic metrics that were expected to increase in response to human impacts were assigned by score 5 for the values below the quartile of 75%; score 3 for the average between the maximum and quartile score of 75%; score 1 for the values between the average and maximum value above the quartile of 75%. The metrics aggregation (0-30 points) were divided to establish the criteria for water quality (score of 6-12, poor water quality; 13-18, regular; 19-24, good; 25-30, very good, water of excellent quality). This study also used a Protocol of Rapid Assessment of Ecological Conditions in Watersheds. To establish the criteria for water quality, 9 sites of reference and 4 impaired sites were compared. We performed 317 assessment of water quality, the results showed that 48% were of excellent water quality, 14% good, 19% regular, and 19% poor quality. This methodology will help as a tool in the assessment of water quality in the biomonitoring of watersheds in the short and long term and, furthermore, subsidize with information the implementation of public policy for the management of the Rio das Velhas basin in the Minas Gerais State.

Key-words: Biomonitoring, Bentic biotic index, Rio das Velhas basin, bioindicators, water quality assessment.

3. Introdução

Biomonitoramento é definido como o uso sistemático de respostas de organismos para avaliar mudanças no ambiente, geralmente causadas por ações antropogênicas (Rosenberg & Resh, 1993; Buss *et al.*, 2003). Dentre os múltiplos impactos antrópicos são observados: eutrofização artificial, assoreamento, homogeneização do leito dos rios, construção de barragens, retirada da vegetação ripária e introdução de espécies exóticas (Goulart & Callisto, 2003; Camargo *et al.*, 2004; Thorne & Williams, 1997; Souza & Tundisi, 2003; Hall *et al.*, 2006).

Os organismos considerados como bioindicadores são escolhidos por sua sensibilidade ou tolerância a diferentes níveis e tipos de poluição. Sua utilização como biomonitoras de qualidade ambiental pode revelar poluição antropogênica e degradação de habitats e, além disso, serem a base para o desenvolvimento de índices bióticos (Barbour *et al.*, 1996; Baptista *et al.*, 2007).

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). Especial atenção tem sido dada aos macroinvertebrados bentônicos, habitantes do sedimento de ecossistemas aquáticos, no desenvolvimento de índices bióticos (Feio *et al.*, 2008). Diversos pesquisadores da Europa e dos Estados Unidos têm utilizado os macroinvertebrados aquáticos no desenvolvimento desses índices como ferramenta eficiente na avaliação da qualidade ambiental de bacias hidrográficas: BMWP – *Biological Monitoring Working Party* - Reino Unido, Armitage *et al.* (1983); RIVPACS – *River Invertebrate Prediction and Classification System*, Wright & Armitage (1993); AusRivAS – *Australian River Assessment Scheme*, Smith *et al.* (1999) e IBI – *Integritized Biotic Index* - EPA-USA, Stoddard *et al.* (2005). Estes índices são baseados, por exemplo, na estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e no seu grau de tolerância aos diferentes níveis de poluição (Yuan, 2004).

As leis brasileiras têm utilizado como critério para avaliação da qualidade de água, o uso de parâmetros físico-químicos e microbiológicos (Silveira *et al.*, 2005). A resolução

CONAMA 357/05 prevê o uso de indicadores microbiológicos e físico-químicos no enquadramento das classes de qualidade de água de acordo com destino de sua utilização. Entretanto a avaliação da qualidade de água com base em dados físico e químicos tem caráter instantâneo, respondendo aos impactos no momento em que são mensurados. Além disso, as análises realizadas em laboratório para a determinação de alguns dados físicos e químicos apresentam alto custo diferentemente da avaliação biológica em que os efeitos dos impactos podem ser detectados a longo prazo e a obtenção dos dados apresenta custo reduzido.

Em contrapartida, estudos científicos que visam avaliação da qualidade de água com base nos macroinvertebrados bentônicos bioindicadores estão sendo cada vez mais utilizados para diagnosticar espaço-temporalmemente os impactos em ecossistemas aquáticos (Wright & Armitage, 1993; Wright *et al.*, 1996; Oz & Sengorur, 2004; Callisto & Moreno, 2005; Semenchenko & Moroz, 2005; Walsh, 2006).

Segundo Rosenberg & Resh (1993), um bioindicador “ideal” deve possuir as seguintes características:

- ser sensível aos diferentes impactos de maneira gradual e em função da intensidade e magnitude;
- ser abundante na maioria dos ecossistemas aquáticos;
- ser de fácil amostragem e apresentar reduzido custo de processamento;
- possuir ciclo de vida longo e responder espaço-temporalmemente aos impactos;
- ser de fácil identificação;
- ser relativamente sedentário e de ampla distribuição;
- ter possibilidade de uso em estudos ecotoxicológicos.

Neste contexto a utilização de ferramentas como índices bióticos bentônicos e abordagens multimétricas para avaliar a qualidade de água em programas de monitoramento de ecossistemas aquáticos, vêm recebendo especial atenção e são registrados na literatura internacional. Alba-Tercedor *et al.* (2002) através do índice BMWP avaliaram a qualidade das águas em bacias hidrográficas Mediterrâneas na Península Ibérica. Oz & Sengorur (2004) através dos índices BMWP, TBI (Trent Biotic Índex) e BBI (Belgium Biotic Índex) no Melen River e seus tributários na Turquia. Barbour *et al.* (1996) utilizaram índices multimétricos (% Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, %

predadores e outros) em riachos na Flórida (USA). Além destes, merecem destaque os estudos de Armitage *et al.* (1983; 1987) e Cao *et al.* (1997) no Reino Unido; Semenchenko & Moroz (2005) – República de Belarus, ex-República da antiga União Soviética; Astin (2006) e Birk & Hering (2006) – nos USA, Dahl *et al.* (2004) - Suécia; e Zamora-Muñoz *et al.* (1995) na Espanha.

Os principais problemas ambientais responsáveis pela degradação da qualidade de água em escala mundial decorrem de atividades humanas. O rápido crescimento populacional e industrialização têm colocado os ecossistemas aquáticos sob crescente pressão em países em desenvolvimento (Thorne & Williams, 1997; Souza & Tundisi, 2003).

A bacia hidrográfica do Rio das Velhas é uma das mais importantes não somente pelo volume de água que é transportado, mas pelo seu potencial hídrico de aproveitamento para abastecimento humano, geração de energia elétrica, possuir importante diversidade cultural e por ser um dos principais afluentes da bacia do rio São Francisco. Possui importantes formações fisionômicas, como por exemplo, Floresta Estacional Semidecidual nas áreas de drenagem das encostas e vales úmidos, Campos Rupestres de altitude e Cerrado (Muzzi & Stehmann, 2005). Entretanto, a intensa pressão antrópica na bacia devido ao processo de urbanização tem alterado negativamente sua qualidade ambiental. Como consequência dessa pressão, observa-se expressiva perda da qualidade da água resultando em mudanças nas características físicas e químicas e consequente queda da biodiversidade aquática em diversos trechos da bacia (Callisto *et al.*, 2005).

O presente estudo foi realizado com base na metodologia desenvolvida por Barbour *et al.* (1996) que utilizaram métricas bióticas bentônicas para avaliar a qualidade de água, e direcionado com base nas seguintes perguntas: (1) O índice biótico utilizado reflete a intensidade e magnitude da pressão dos impactos antrópicos na bacia do Rio das Velhas? (2) A estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos corroboram as condições ecológicas na bacia avaliada por um Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas que considera, dentre outros, o tipo de cobertura vegetal no leito do rio, tipo de fundo, deforestamento, tipo de ocupação das margens? (3) Com o índice utilizado é possível distinguir trechos de rios em condições de referência e os impactos antrópicos na bacia do Rio das Velhas?

3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade de água no âmbito do Programa de Biomonitoramento na bacia do Rio das Velhas através da aplicação do Índice Biótico Bentônico.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as condições ecológicas na bacia do Rio das Velhas através da aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas, proposto por Callisto *et al.* (2002).
- Avaliar condições ecológicas necessárias à manutenção das comunidades de macroinvertebrados bentônicos.
- Avaliar a composição granulométrica dos sedimentos para inferir a heterogeneidade de habitats para os macroinvertebrados bentônicos.
- Avaliar a qualidade das águas na bacia do Rio das Velhas através de parâmetros físicos e químicos e índices bióticos dando ênfase aos macroinvertebrados bentônicos como possíveis bioindicadores de qualidade de água.
- Através de uma abordagem multimétrica propor a aplicação de um Índice Biótico Bentônico na avaliação da qualidade de água na bacia do Rio das Velhas.
- Através da aplicação do Índice Biótico Bentônico, distinguir trechos de rios em condições de referência e impactados.

4. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio das Velhas tem grande importância para o Estado de Minas Gerais não apenas pelo volume de água, mas também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica, social e econômica para a região (Junqueira & Campos, 1998; Junqueira *et al.*, 2000).

O Rio das Velhas é o maior afluente em extensão da bacia do rio São Francisco. É orientado aproximadamente no sentido sudeste para noroeste, tendo sua nascente no município de Ouro Preto, na serra do Veloso e deságua no rio São Francisco, 36 km a jusante do município de Pirapora - MG, a jusante da barragem de Três Marias. Possui 801 km de extensão, drenando uma área de 29.173 km² (Paz *et al.*, 2008). Devido à ausência de obstáculos naturais e barragens, o Rio das Velhas guarda um elevado grau de conectividade com a região do médio São Francisco, entre as barragens de Três Marias e Sobradinho. Assim, este afluente representa uma importante rota potencial para a migração das espécies de piracema da bacia.

A Bacia do Rio das Velhas abrange 51 municípios e possui aproximadamente 4,5 milhões de habitantes. Estes municípios têm uma importância econômica (42% do PIB mineiro) e social significativa devido à sua localização que inclui a maior parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Polignano *et al.*, 2001; Moreno, 2008; Paz *et al.*, 2008).

O Rio das Velhas é dividido em alto, médio e baixo curso (Tabela 1; Figura 1). É levado em conta os seguintes marcos de referência para essa divisão:

- Alto Rio das Velhas: compreende a porção do rio que vai da Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto, até a jusante da foz do Ribeirão da Mata, em Santa Luzia, marcando o fim da influência direta da Região Metropolitana de Belo Horizonte.
- Médio Rio das Velhas: compreende a porção após a foz do Ribeirão da Mata até a foz do rio Paraúna.
- Baixo Rio das Velhas: porção do rio que vai da foz do rio Paraúna até a sua foz no rio São Francisco.

Atualmente, o rio é bastante prejudicado na sua porção alta (próximo à Região Metropolitana de Belo Horizonte), face a uma variada gama de impactos que vem sofrendo ao longo dos anos. Por receber grande parte de esgotos domésticos, efluentes industriais e

de mineração da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), o Rio das Velhas vem sofrendo um acelerado e crescente processo de degradação (Polignano *et al.*, 2001; Moreno, 2008). Entre os principais impactos podem ser citados (Callisto *et al.*, 2005; Muzzi & Stehmann, 2005):

1. Atividades industriais, principalmente de mineração
2. A poluição pelos despejos de esgotos domésticos não tratados da Região Metropolitana de Belo Horizonte.
3. Retirada das matas ciliares que protegem os rios do assoreamento.
4. A construção de barragens para geração de energia elétrica e abastecimento.
5. A introdução de espécies exóticas nas suas sub-bacias, como tucunaré, traírão e tilápia. Estas espécies além de prejudicarem as espécies nativas através da competição por alimento, locais de desova e de crescimento de alevinos, ou mesmo, pela predação de ovos, jovens e adultos das espécies naturais dos rios.

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 1. Localização geográfica das estações amostrais na bacia do Rio das Velhas, MG (*RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte).

<i>Estações Amostrais</i>	<i>Rios</i>	<i>Municípios</i>	<i>Coordenadas Geográficas</i>	<i>Trechos de referência</i>
Alto Rio das Velhas				
P1	Rio das Velhas	São Bartolomeu	20° 18' 44,0'' S, 43° 34' 46,3'' W	
P2	Rio Itabirito	Itabirito	20° 13' 21,2'' S, 43° 48' 9,3'' W	
P3	Rio do Peixe	Itabirito	19° 53' 38,4'' S, 43° 48' 52,3'' W	X
P4	Rio das Velhas	Sabará	19° 59' 02,5'' S, 43° 59' 01,8'' W	
P5	Córrego Bonsucesso	RMBH*	19° 57' 43,6'' S, 43° 59' 54,1'' W	
P6	Córrego Bonsucesso	RMBH*	20° 18' 44,0'' S, 43° 34' 46,3'' W	
Médio Rio das Velhas				
P7	Rio das Velhas	Lagoa Santa	19° 33' 31,3'' S, 43° 54' 41,4'' W	
P8	Córrego das Pedras	Santana do Riacho	19° 22' 17'' S, 43° 36' 02,2'' W	X
P9	Rio Cipó	Santana do Riacho	19° 20' 01,3'' S, 43° 39' 16,7'' W	X
P10	Rio do Onça	Cordisburgo	19° 06' 50,4'' S, 44° 19' 14,4'' W	X
P11	Rio das Velhas	Santana do Pirapama	19° 00'30,2'' S, 44° 01' 11,2'' W	
P12	Rio Cipó	Presidente Juscelino	18° 41' 03,0'' S, 43° 59' 43,6'' W	X
P13	Rio Paraúna	Presidente Juscelino	18° 37' 54,2'' S, 44° 03' 48,2'' W	X
P14	Rio das Velhas	Curvelo	18° 40'19,6'' S, 44° 11' 32,7'' W	
Baixo Rio das Velhas				
P15	Rio Pardo Pequeno	Monjolos	18° 15' 23,2'' S, 44° 11' 48,1'' W	X
P16	Rio Pardo Grande	Santo Hipólito	18° 14' 14,3'' S, 44° 12' 03,0'' W	X
P17	Rio Bicudo	Corinto	18° 18' 27,9'' S, 44° 36' 08,7'' W	
P18	Rio das Velhas	Corinto	18° 13' 07,5'' S, 44° 20' 37,5'' W	
P19	Rio Curimataí	Corinto	18° 05' 43,6'' S, 44° 16' 11,3'' W	X
P20	Rio das Velhas	Lassance	17° 54' 45,6'' S, 44° 34' 27,9'' W	
P21	Rio das Velhas	Barra do Guaicuí	17° 12' 20,5'' S, 44° 49' 15,8'' W	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

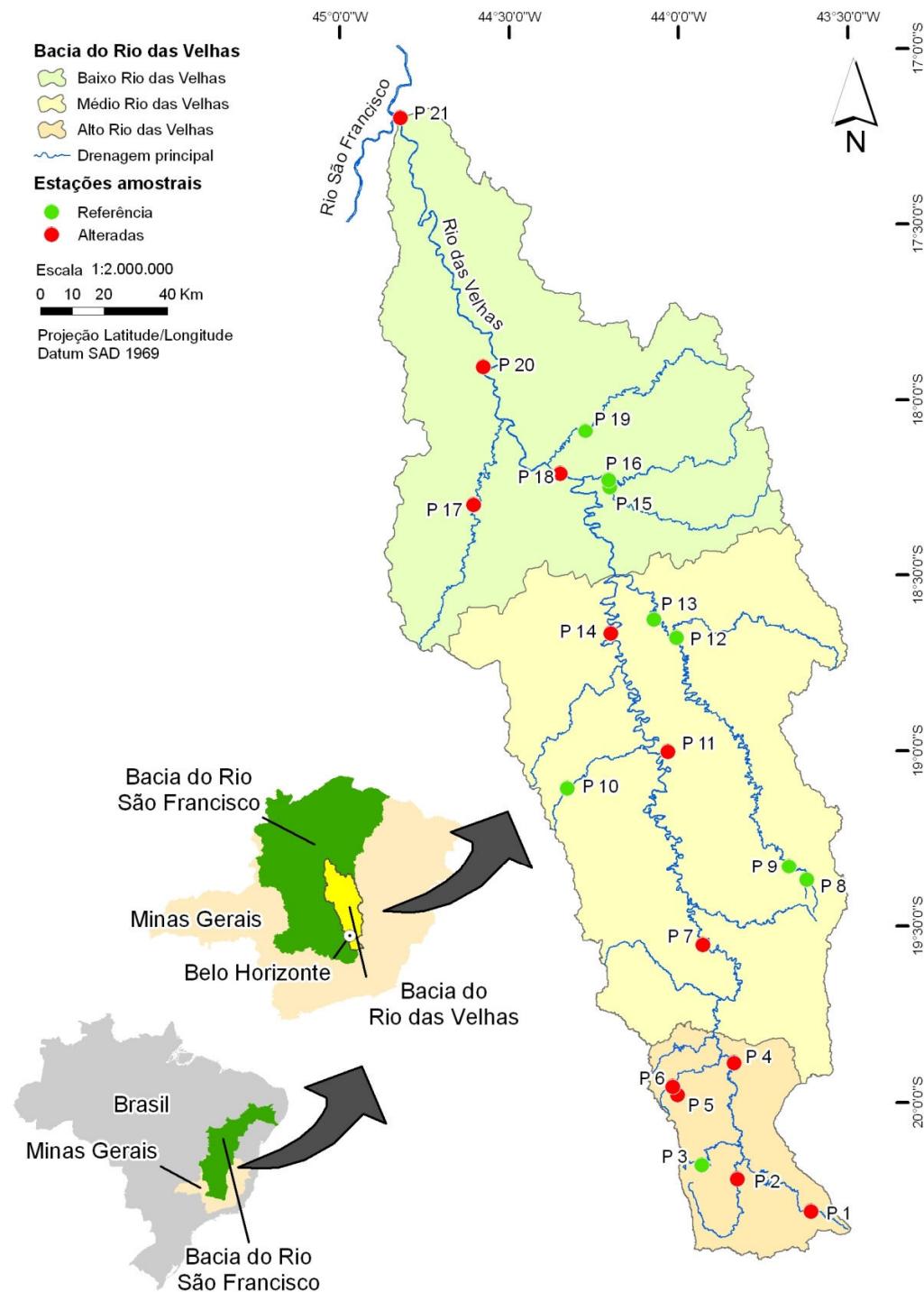


Figura 1. Mapa das estações de amostragem na bacia do Rio das Velhas (Laboratório NUVELHAS - Projeto Manuelzão/UFGM).

5. Metodologia

Este estudo foi realizado em 21 estações amostrais (8 na calha principal do rio, 13 nos tributários), 4 vezes ao ano (duas no período chuvas – novembro e fevereiro e duas no período de estiagem – maio e agosto, exceto para o ano de 2004 que foram realizadas apenas 3 campanhas) de junho de 2004 a novembro de 2007. No total, foram coletadas 945 amostras de benthos com auxílio de um amostrador tipo surber em 15 períodos de coletas.

As áreas de referência foram definidas segundo Moreno (2008) e Paz *et al.* (2008) trechos de rios que têm suas nascentes em unidades de proteção como Parques Nacionais e APAs e áreas com o mínimo de distúrbio avaliadas pelo Protocolo de Caracterização proposto por Callisto *et al.* (2002), onde os trechos avaliados possuem habitat suficiente para a manutenção de organismos aquáticos bentônicos e os valores de parâmetros físico-químicos estivessem dentro dos níveis estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece os valores de tolerância para águas classe 1 (Tabela 3) e que podem ser destinadas: (a) ao abastecimento humano, após tratamento simplificado; (b) à proteção das comunidades aquáticas; (c) à recreação de contato primário.

Tabela 3. Limites de tolerância de alguns parâmetros físico-químicos para águas de classe 1 estabelecidas pela resolução CONAMA 357/2005. (P-total – fósforo total; N-total – nitrogênio total)

Parâmetros físico-químicos	Limites de tolerância
P-total	0,1 mg/L
N-total	2,18 mg/L
Oxigênio dissolvido	Não inferior a 6,0 mg/L O ₂

Paz *et al.* (2008) mostraram que as sub-bacias no Rio das Velhas localizadas em áreas de proteção ambiental (APA) apresentam condições físico-químicas melhores que alguns córregos localizados em áreas de proteção integral (Parques Nacionais).

Foram realizados testes estatísticos: Mann-Whitney para teste da sensibilidade das métricas, Kruskal-Wallis para a verificação de diferenças das métricas selecionadas nos períodos sazonais de chuva e estiagem, correlação de Sperman para verificação de pares de métricas redundantes (correlação $\geq 0,75$) com o auxílio de um programa Statistica for Windows 2007 e correlação de Pearson (se positiva ou negativa) entre as métricas

selecionadas para compor o Índice Biótico Bentônico e variáveis físicas e químicas com auxílio do programa Excel – Office 2007.

5.1 Caracterização Ecológica dos Trechos Estudados

Para a classificação da qualidade ambiental dos trechos estudados ao longo da bacia foi utilizado um Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas de Trechos de Bacias Hidrográficas, proposto por Callisto *et al.* (2002). 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; acima de 61 pontos, trechos naturais.

5.2 Parâmetros Físicos e Químicos

Os parâmetros físico-químicos foram mensurados na coluna d'água utilizando-se aparelhos de campo portáteis da marca Digimed modelos DM2 e DM3: temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez e sólidos totais dissolvido, oxigênio dissolvido pelo método de Winkler (Golterman *et al.*, 1978). Análises de nutrientes (N-total e P-total) foram realizadas segundo os métodos: Fósforo total (Strickland & Parsons, 1960) e Nitrogênio total (Mackereth, 1978).

5.3 Macroinvertebrados Bentônicos

Durante as campanhas de campo foram coletadas três amostras de sedimento em cada estação amostral utilizando-se um amostrador do tipo Surber ($0,09\text{m}^2$ de área e malha de medidas 0,25 mm) para o estudo das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e uma amostra total para análise da composição granulométrica e teores de matéria orgânica. As amostras foram lavadas sobre peneiras de 1,00 e 0,50mm, e triadas com auxílio de microscópio estereoscópico, sendo os macroinvertebrados bentônicos identificados ao nível

de família exceto para alguns moluscos, anelídeos e crustáceos com auxílio de chaves de identificação (Merritt & Cummins, 1996; Pérez, 1988; Wiggins, 1996; Ward *et al.*, 2002; Pés *et al.*, 2005) e depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos do ICB/UFMG segundo a metodologia descrita por França & Callisto (2007). A determinação da composição granulométrica dos sedimentos foram realizadas segundo metodologia de Suguio (1973), modificada por Callisto & Esteves (1996). Para a determinação dos teores de matéria orgânica, alíquotas de 0,3g foram calcinadas a 550 °C em forno mufla por 4 horas.

5.4 Seleção de Métricas Bentônicas

Para este estudo foram avaliadas trinta métricas para a obtenção do índice de avaliação da qualidade de água na bacia do Rio das Velhas. As métricas foram selecionadas levando em consideração os aspectos ecológicos das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e suas respostas frente aos diferentes impactos nos ecossistemas aquáticos (Tabela 2). Foram avaliadas medidas de riqueza que representa o número de famílias ou grupos encontrados nos trechos de amostragem (Riqueza – número de *taxa*, *taxa* Ephemeroptera, *taxa* Plecoptera, *taxa* Trichoptera, *taxa* Coleoptera e *taxa* EPT, diversidade de Shannon-Wiener e Equitabilidade); medidas de tolerância (BMWP e ASPT – CETEC, BMWP e ASPT – Colômbia, EPT/Chironomidae, Baetidae/Ephemeroptera), medidas da composição das assembleias de macroinvertebrados bentônicos, que representa a abundância relativa de uma determinada família ou grupo em relação a fauna total (% Chironomidade, % Oligochaeta, % Chironomidae e etc.) e grupos tróficos funcionais (% coletores-filtradores, % coletores-catadores e etc.).

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 2. Métricas selecionadas e a predição de respostas frente a perturbações nos ecossistemas aquáticos (Barbour *et al.*, 1996; Baptista *et al.*, 2007) (EPT – Ephemeropatra, Plecoptera e Trichoptera; % CHOL – Chironomidae + Oligochaeta; BMWP - *Biological Monitoring Working Party*; ASPT – *Average Score Per Taxon*; CETEC – Centro Tecnológico de Mina Gerais; Col - Colômbia).

Categorias	Métricas	Predições das respostas frente aos impactos	Observações
Medidas de Riqueza	Riqueza (número de <i>taxa</i>) <i>taxa</i> Ephemeropatra <i>taxa</i> Plecoptera <i>taxa</i> Trichoptera <i>taxa</i> Coleoptera <i>taxa</i> EPT diversidade de Shannon-Wiener Equitabilidae	Decresce Decresce Decresce Decresce Decresce Decresce Decresce Decresce	Altos valores são relativos a ambientes com águas de boa qualidade e habitats suficientes para sustentabilidade da macrofauna
Medidas de tolerância	BMWP-CETEC ASPT-CETEC BMWP-Col ASPT-Col EPT/Chironomidae Baetidae/Ephemeropatra	Decresce Decresce Decresce Decresce Decresce Aumenta	O número indica o grau de sensibilidade dos organismos aos diferentes tipos e níveis de impactos antrópicos
Medidas da composição	% Chironomidae % Oligochaeta % CHOL % EPT % Ephemeropatra % Plecoptera % Trichoptera % Coleoptera % Diptera % Odonata % Gastropoda	Aumenta Aumenta Aumenta Decresce Decresce Decresce Decresce Decresce Aumenta Aumenta Decresce	Abundância relativa de uma determinada família ou grupo em relação a fauna total
Medidas tróficas	% coletores-filtradores % coletores-cataadores % fragmentadores % raspadores % predadores	Decresce Variável Decresce Decresce Variável	Abundância relativa de organismos de acordo com sua estratégia alimentar na estrutura trófica das assembleias de macroinvertebrados

5.5 Sensibilidade das Métricas

A sensibilidade das métricas foi testada de acordo com a metodologia proposta por Barbour *et al.* (1996), através do teste de Mann & Whitney e utilizou-se gráficos do tipo “box-plot” para distinguir as estações de referência das estações alteradas. A sensibilidade foi estabelecida de acordo com o grau de sobreposição dos interquartis (caixas maiores da representação gráfica dos dados) dos “box-plots” das métricas avaliadas na comparação de trechos de referência com trechos impactados (Figura 2). Foram atribuídos 5 valores de sensibilidade para as métricas. O escore 3 representa a maior sensibilidade por representar as maiores diferenças na composição de macroinvertebrados entre trechos de referência e trechos alterados, foi atribuído quando não havia sobreposição dos interquartis das métricas (Figura 2-A). O escore 2 foi atribuído quando havia sobreposição dos interquartis, mas sem sobreposição das medianas (Figura 2-B). O escore 1 foi atribuído quando havia sobreposição dos interquartis e somente uma das medianas (Figura 2-C). O escore 0 foi atribuído quando havia total sobreposição dos interquartis e somente uma das medianas (Figura 2-D) e quando havia total sobreposição dos interquartis e ambas as medianas (Figura 2-E).

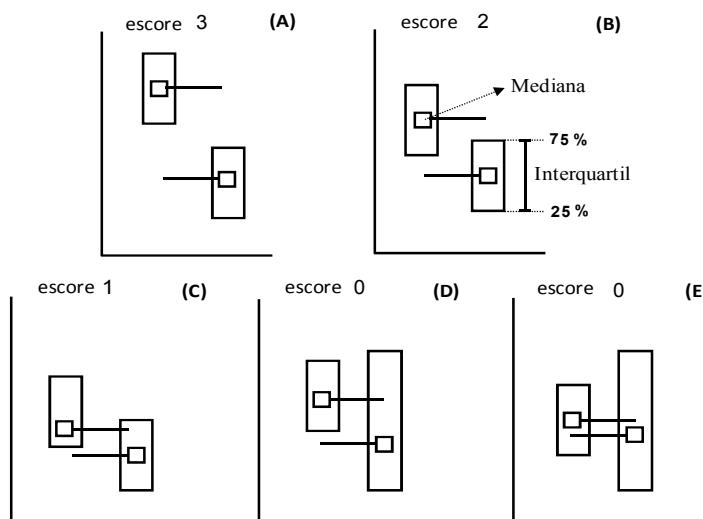


Figura 2. Escores da sensibilidade das métricas de acordo com os critérios proposto por Barbour *et al.* (1996). Box-plots (quadrados menores representam as medianas e caixas maiores representam os interquartis de 25-75%). Figura 2A (escore 3) - maior sensibilidade; Figura 2B (escore 2); Figura 2C (escore 1); Figuras 2D e 2E (escore 0).

5.6 Critérios de Desenvolvimento de Escores para a Avaliação de Perturbações Antrópicas

Foram atribuídos 3 escores padrão (1; 3 e 5) para cada métrica selecionada quando da avaliação das perturbações atribuídas aos pontos de amostragem. Às métricas em que são esperadas diminuição dos valores em resposta ao aumento do impacto ou perturbação foram atribuídos escore 5 para os valores acima do quartil de 25%, escore 3 para os valores abaixo do quartil de 25% e escore 1 para os valores extremos mínimos abaixo do quartil de 25% (Figura 3-A). Às métricas em que são esperadas seu aumento em resposta ao aumento do impacto ou perturbação, foi atribuído escore 5 para os valores abaixo do quartil de 75%, escore 3 para os valores intermediários acima do 75% e escore 1 para os valores extremos máximos acima do quartil de 75% (Figura 3-B). Assim utilizando o quartil apropriado como limite, o escore 5 representa o valor máximo dos valores de referência; o escore 3 representa uma condição intermediária; e o escore 1 representa o valor máximo do desvio dos valores de referência (Figura 3).

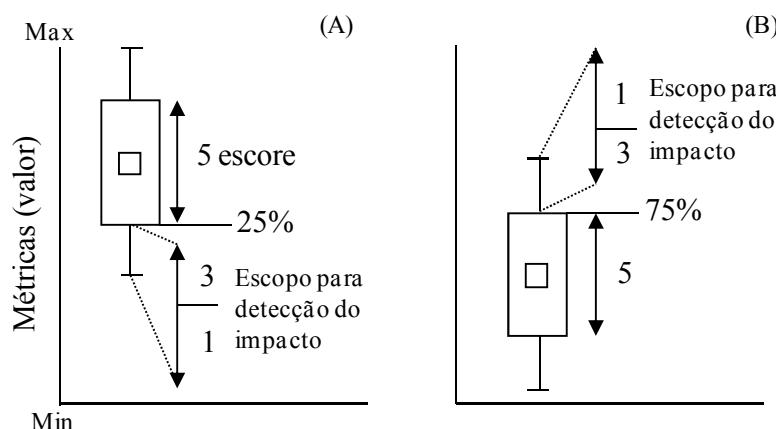


Figura 3. Critérios para estabelecimento dos escores das métricas para detecção de impacto antrópico: (a) métricas que diminuem os valores em resposta ao aumento dos impactos antrópicos e escore 5 representa os valores encontrados acima do percentil de 25%; (b) métricas que aumentam os valores com o aumento dos impactos antrópicos e o escore 5 representa os valores abaixo do percentil de 75%. Quadrados menores representam os valores medianos e os boxes representam os interquartis (percentil de 25-75%), modificado de Barbour *et al.* (1996).

6. Resultados

Do total, 47,6% dos trechos apresentaram valores do Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas que variaram de 62 a 87 pontos, caracterizando-os como bem preservados ou naturais. 38,1% dos trechos apresentaram valores do protocolo 42 a 60 pontos caracterizando-os como alterados e 14,3% dos trechos da bacia apresentaram valores que variaram de 33 a 40 pontos, caracterizando-os como impactados, devido a perda de habitats, assoreamento do leito, presença de esgotos *in-natura* e deflorestamento de mata ciliar.

As análises de P-total (fósforo) na coluna d'água mostraram que 71,4% das estações de amostragem apresentam os valores abaixo do limite de tolerância para águas de classe 1 (0,1 mg/L). Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 3,8 a 7,8 mg/L, sendo que 71,4% das estações amostrais obtiveram valores acima de 6,0 mg/L e 9,5% apresentaram valores abaixo de 4,0 mg/L.

Os dados de densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados podem ser observados nas tabelas em anexo (Tabelas 10 a 51).

6.1 Trecho Alto do Rio das Velhas

Aplicação do Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas

No trecho alto da bacia os resultados do protocolo variaram de 33 a 72 pontos. O maior valor (72) foi calculado na estação amostral P3 - Rio do Peixe, que apresenta suas características ecológicas bem preservadas e está localizada no Município de Itabirito (Figura 4). O menor valor (33) foi calculado na estação amostral P6 - córrego Bom Sucesso, trecho a jusante das intervenções da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PMBH), que apresenta suas características ecológicas impactadas. Dentre os impactos podem-se observar a retirada da vegetação ciliar, presença de esgoto doméstico e etc.

Parâmetros físicos e químicos

No trecho alto do Rio das Velhas os valores médios de pH variaram de 6,9 a 7,5. O maior valor (7,5) foi obtido nas estações amostrais P1 e P6, e o menor valor (6,9) foi

calculado nas estações amostrais P3 e P4. O maior valor de condutividade elétrica (287,8 µS/cm) foi determinado na estação amostral P6, e o menor valor (26,5 µS/cm) na estação amostral P1. Para a análise de nutrientes na coluna d'água, os maiores valores de Fósforo e Nitrogênio totais (0,8 e 16,2 mg/L respectivamente) foram mensurados na estação amostral P6. Menor valor de P-total (0,03 mg/L) foi mensurado na estação amostral P3 e o menor valor de N-total (0,4 mg/L) nas estações amostrais P1 e P2. Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 3,8 a 7,8 mg/L, sendo que o maior valor (7,8 mg/L) foi determinado na estação amostral P1 e o menor valor (3,8 mg/L) na estação P5. O maior valor médio de sólidos totais dissolvidos (250,1 mg/L) foi mensurado na estação amostral P6 e o menor valor (29,9 mg/L) na estação amostral P1. Os valores de turbidez variaram de 31,6 a 141,0 UNT. O maior valor (141,0 UNT) foi mensurado na estação amostral P4 e o menor valor (31,6 UNT) na estação amostral P1. Os valores de temperatura variaram entre 18,6 e 23,2 °C. O maior valor (23,2 °C) foi mensurado na estação amostral P5 e o menor valor (18,6 °C) na estação amostral P1. Os teores de matéria orgânica do sedimento variaram entre 1,6 a 4,8% P.S. O maior valor (4,8%) foi determinado na estação amostral P4 e o menor valor (1,6%) na estação amostral P2 (Tabela 4 em anexo e Figura 5).

6.2 Trecho Médio do Rio das Velhas

Aplicação do Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas

No trecho médio da bacia, com a aplicação do Protocolo, foram obtidos valores médios de 38 a 87 pontos. O maior valor (87) foi calculado na estação amostral P8 – córrego das Pedras, que apresenta suas características naturais livre de influência antrópica e encontra-se localizada no Parque Nacional da Serra do Cipó. O menor valor (38) foi calculado na estação amostral P11 – trecho do Rio das Velhas, que apresenta suas características ecológicas avaliadas pelo protocolo como impactadas. A estação P11 está localizada no Município de Santana de Pirapama, jusante da cidade de Belo Horizonte e dentre os impactos pode-se observar a substituição da vegetação ciliar por atividades de agropecuária.

Parâmetros físicos e químicos

Os valores médios de pH variaram de 6,8 a 7,4. O maior valor foi mensurado nas estações amostrais P10 e P14 e o menor valor nas estações amostrais P8 e P9. O maior valor de condutividade elétrica (213,7 µS/cm) foi mensurado na estação amostral P10 e o menor valor (4,72 µS/cm) estação amostral P8.

Para a análise de nutrientes na coluna d'água os valores de P-total variaram entre 0,01 a 0,4 mg/L e os valores de N-total variaram entre 0,2 a 5,5 mg/L. O maior valor de P-Total foi determinado na estação amostral P7 e o menor valor nas estações amostrais P8 e P9. O maior valor de N-total foi encontrado na estação amostral P11 e o menor valor nas estações amostrais P8 e P13. Os valores de oxigênio dissolvido variaram entre 2,9 a 7,7 mg/L. O maior valor foi determinado na estação amostral P8 e o menor valor na estação amostral P7. Os valores médios de Sólidos Totais Dissolvidos variaram entre 11,2 e 220 mg/L. O maior valor foi determinado na estação amostral P10 e o menor valor na estação amostral P8. Os valores de turbidez variaram entre 10,4 a 136,7 UNT. O maior valor foi determinado na estação amostral P10 e o menor valor na estação amostral P8. Os valores de temperatura variaram entre 21,5 e 24,5 °C. O maior valor foi determinado na estação amostral P14 e o menor valor na estação amostral P8. Os teores de matéria orgânica variaram entre 0,8 a 6,6%. O maior valor foi determinado na estação amostral P7 e o menor valor na estação amostral P8 (Tabela 4 em anexo e Figura 5).

6.3 Trecho Baixo do Rio das Velhas

Aplicação do Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas

No trecho baixo os valores variaram de 40 a 75 pontos. O maior valor foi calculado na estação amostral P15 – rio Pardo Pequeno, que apresenta suas características como vegetação ciliar, diversidade de habitats, bem preservadas e esta estação está localizada no Município de Santo Hipólito. O menor valor foi calculado na estação amostral P18 – trecho do Rio das Velhas localizado no limite entre Corinto e Augusto de Lima.

Parâmetros físicos e químicos

Os valores médios de pH variaram entre 6,9 a 7,3. O maior valor foi mensurado nas estações amostrais P16, P20 e P21 e o menor valor na estação amostral P19. Os valores médios de condutividade elétrica variaram entre 40,0 a 133,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O maior valor foi mensurado na estação amostral P20 e o menor valor na estação amostral P19. O maior valor de P-total (0,08 mg/L) foi determinado na estação amostral P19 e o menor valor (0,01 mg/L) na estação amostral P15. O maior valor de N-total (1,3 mg/L) foi determinado na estação amostral P18 e o menor valor (0,3 mg/L) nas estações amostrais P15 e P16. As concentrações de oxigênio dissolvido (O_2) variaram entre 4,9 a 7,3 mg/L. O maior valor foi determinado na estação P18 e o menor valor na estação P21. Os valores médios de sólidos totais dissolvidos variaram entre 49,1 a 124,6 mg/L. O maior valor foi mensurado na estação amostral P20 e o menor valor na estação amostral P19. Os valores de turbidez mensurados na coluna d'água variaram entre 17,1 e 127,4 UNT. O maior valor foi mensurado na estação amostral P17 e o menor valor na estação amostral P15. Os valores de temperatura variaram entre 23,9 a 26,7 $^{\circ}\text{C}$. O maior valor foi mensurado na estação amostral P16 e o menor na estação amostral P17. Os teores de matéria orgânica do sedimento variaram entre 0,5 a 7,2%. O maior valor foi determinado na estação amostral P20 e o menor valor na estação amostral P16 (Tabela 4- anexo e Figura 5).

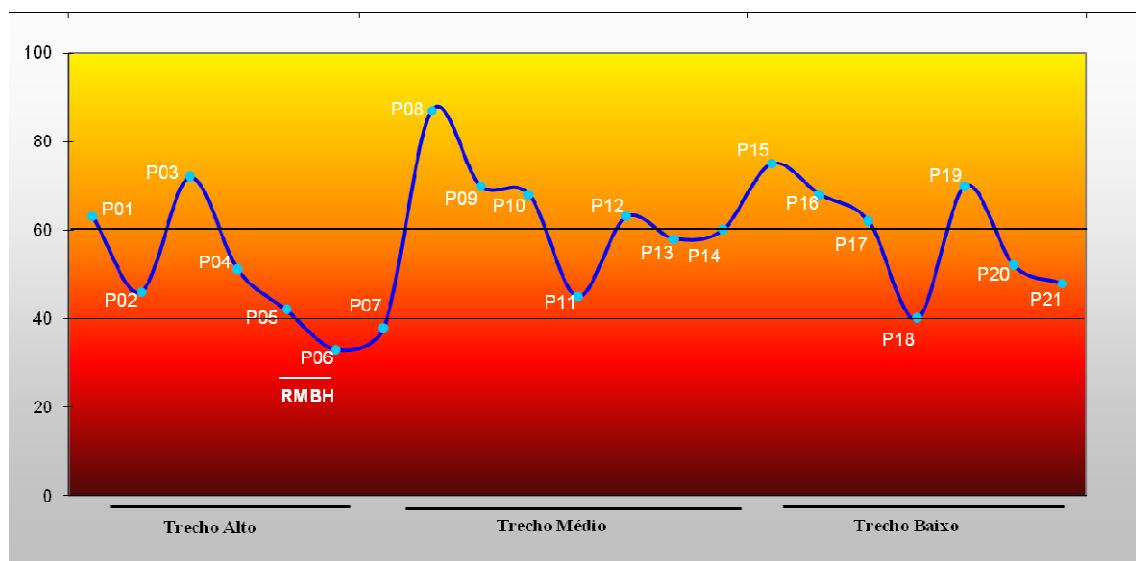


Figura 4. Valores médios das pontuações obtidas com a aplicação do Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas na bacia do Rio das Velhas no período de junho de 2004 a novembro de 2007 (0-40 pontos - trecho impactado, 41-60 pontos – trecho alterado e 61-100 pontos – trecho natural) (RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte).

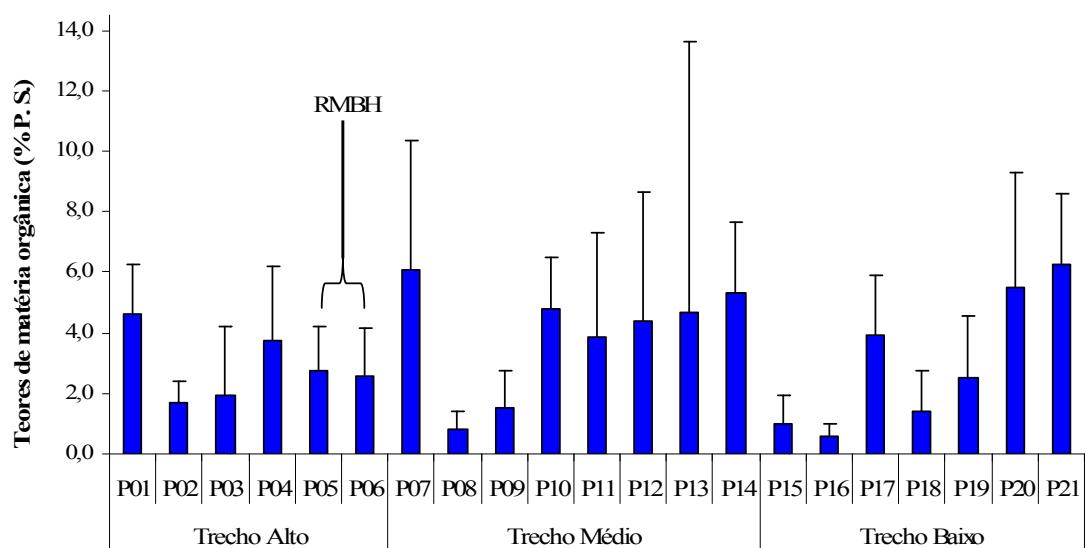


Figura 5. Valores médios e desvio padrão (barras) dos teores de matéria orgânica (% Peso seco) no sedimento das estações amostrais na bacia do Rio das Velhas no período de junho de 2004 a novembro de 2007 (RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte). O desvio representa a variação dos teores de m. o. dos pontos de amostragem ao longo do período de amostragem.

6.4 Composição Granulométrica dos Sedimentos

A análise da composição granulométrica dos sedimentos na bacia do Rio das Velhas evidenciou a predominância de sedimentos grosseiros como seixos e cascalhos em 66,7% das estações de amostragem. As estações P1, P19, P12 e P13 apresentaram valores médios acima de 40% de seixos seguidos por cascalho. Nas estações de amostragem P7, P11 e P18, que representam 14,3%, apresentaram predominância de sedimentos finos sendo os maiores valores de areia muito fina (AMF) seguido de silte e argila e 19% das estações P2, P4, P16 e P20 apresentaram a composição granulométrica mais heterogênia evidenciando a presença de sedimentos variando entre frações grossas, médias e finas (Figura 6).

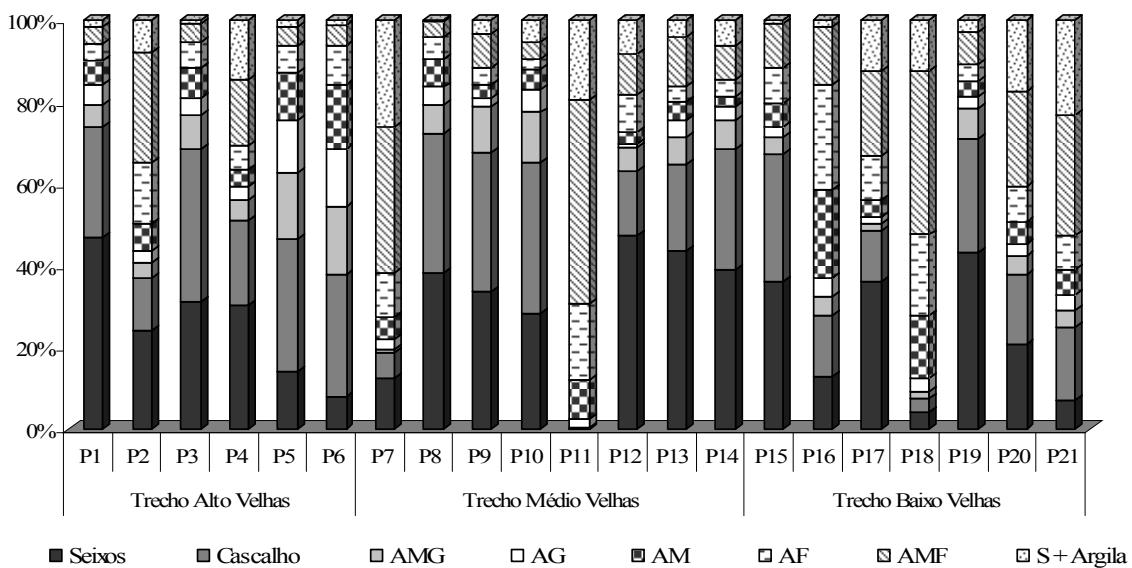


Figura 6. Composição granulométrica dos sedimentos ao longo da bacia do Rio das Velhas, analisada no período de junho de 2004 a novembro de 2007 (AMG – areia muito grossa, AG – areia grossa, AM – areia média, AF – areia fina, AMF – areia muito fina e S + Argila).

Sensibilidade das Métricas

Das trinta métricas avaliadas, apenas três não foram estatisticamente diferentes ($p > 0,05$): % Chironomidae ($p = 0,5668$), % Diptera ($p = 1,000$) e % Gastropoda ($p = 0,2905$). Vinte e uma métricas foram consideradas sensíveis (escore 3) pela análise de box-plot e estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Mann & Whitney (Tabela 5 e Figura 7). Destas, quinze métricas foram consideradas válidas representando as maiores diferenças

entre áreas de referência e alteradas (score 3 de sensibilidade de acordo com a metodologia) e consideradas com potencial para compor o Índice Biótico Bentônico da bacia do Rio das Velhas. Entretanto, foram selecionadas 6 métricas (Riqueza; % Oligochaeta; % CHOL; % EPT; % Coletores-catadores e BMWP - CETEC) para o estabelecimento do IBB levando em conta as métricas que obtiveram os maiores valores no teste de Mann-Whitney (Tabela 5).

Na análise de correlação de Sperman as métricas que tiveram correlação ($r > 0,75$) foram: Riqueza vs Diversidade; % EPT vs *taxa* EPT; BMWP – CETEC vs BMWP – Col.; ASPT – CETEC vs ASPT Col. (Tabela 6 - anexo). Quando da ocorrência de pares de métricas que tiveram correlação ($r > 0,75$) foi excluída uma delas para evitar a redundância dos dados. A métrica % EPT foi selecionada devido à agregação dos *taxa* Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera tornando a métrica mais eficiente em relação à fauna total. Também foi selecionada a métrica BMWP-CETEC por ser mais comumente usada e ter sido adaptada para o trecho alto da bacia do Rio das Velhas. Também foram escolhidas métricas que apresentavam maior representatividade para distinguir as áreas de referência e áreas impactadas.

Das métricas que integram os organismos em grupos tróficos funcionais, a % coletores-catadores foi escolhida devido à sua maior representatividade e abundância de organismos quando comparadas as estações amostrais de referência e alteradas. Na aplicação do teste de Kruskal – Wallis para as métricas selecionadas nos períodos de chuvas e seca, as diferenças foram significativas ($p<0,05$) para Riqueza taxonômica, % Oligochaeta e BMWP-CETEC (Figura 8).

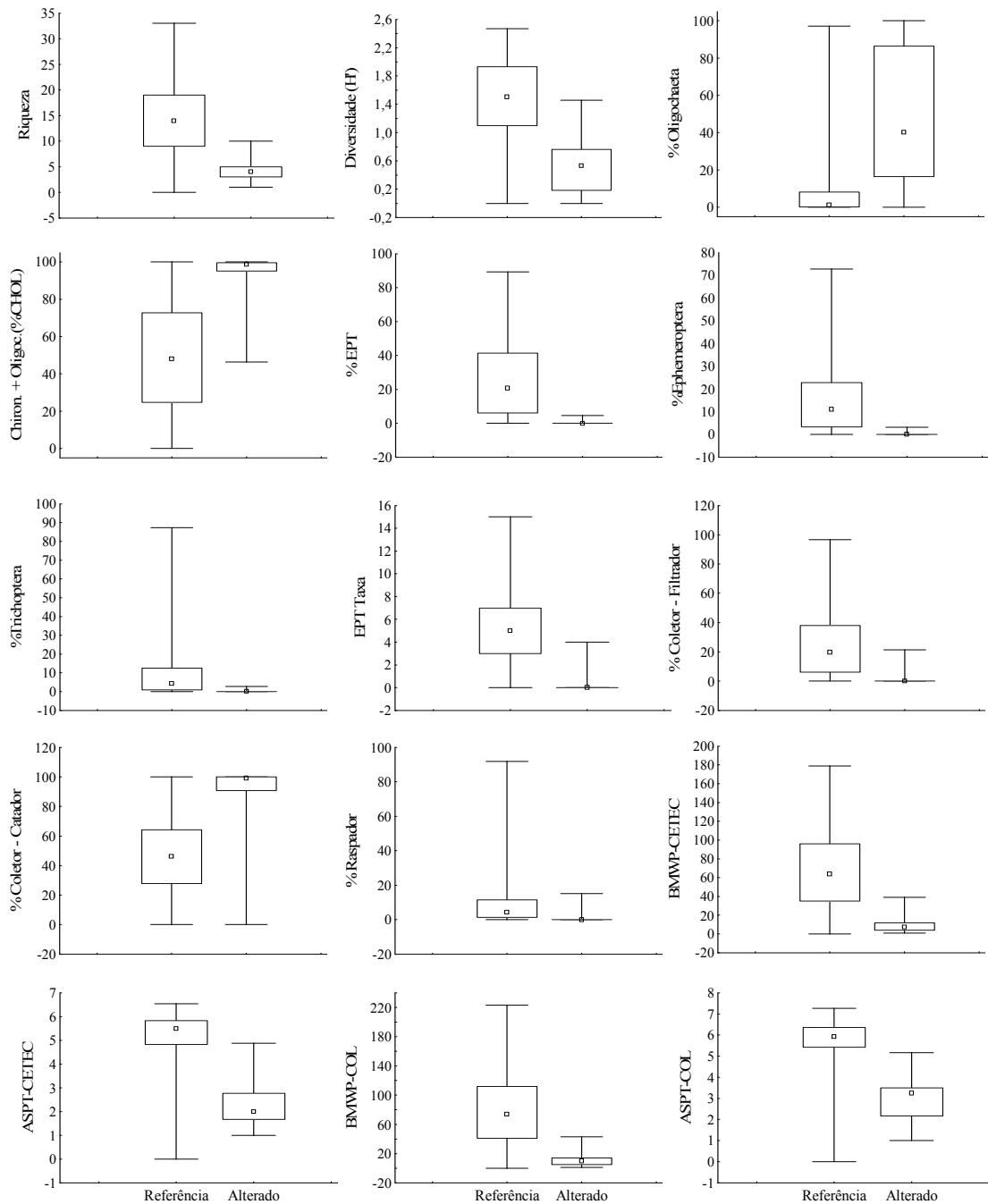


Figura 7. Box-plot das métricas sensíveis (escore 3) válidas para distinguir entre trechos de referência e alterados na bacia do Rio das Velhas.

Tabela 5. Tabela de valores de sensibilidade das métricas, teste de Mann – Whitney *U-test* ($p<0,05$), métricas válidas e métricas selecionadas (EPT – *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera*; % CHOL – *Chironomidae* + *Oligochaeta*; BMWP - *Biological Monitoring Working Party*; ASPT – *Average Score Per Taxon*; CETEC – Centro Tecnológico de Minas Gerais; Col. - Colombia).

Métricas	Sensibilidade das métricas	<i>U-test</i>	P-level	Métricas selecionadas
Riqueza de famílias	3	9,3	0,000000	x
Equitabilidae	2	4,7	0,000002	
Diversidae	3	8,9	0,000000	
% Chironomidae	0b	-0,6	0,566859	
% Oligochaeta	3	-8,2	0,000000	
% CHOL	3	-10,0	0,000000	x
% EPT	3	10,0	0,000000	x
% Ephemeroptera	3	9,7	0,000000	x
% Plecoptera	1	4,1	0,000048	
% Trichoptera	3	8,9	0,000000	
% Coleoptera	3	9,7	0,000000	
% Diptera	0b	0,0	1,000000	
% Odonata	3	7,9	0,000000	
EPT/Chironomidae	3	9,7	0,000000	
Baetidae/Ephemeroptera	3	7,9	0,000000	
<i>taxa</i> Ephemeroptera	3	9,5	0,000000	
<i>taxa</i> Plecoptera	1	4,1	0,000048	
<i>taxa</i> Trichoptera	3	9,1	0,000000	
<i>taxa</i> Coleoptera	1	3,1	0,001945	
<i>taxa</i> EPT	3	9,8	0,000000	
% coletores-filtradores	3	9,2	0,000000	
% coletores-catadores	3	-9,5	0,000000	x
% fragmentadores	2	7,4	0,000000	
% raspadores	3	8,7	0,000000	
% predadores	2	6,2	0,000000	
BMWP-CETEC	3	10,1	0,000000	x
ASPT-CETEC	3	10,4	0,000000	
BMWP-Col	3	9,8	0,000000	
ASPT-Col	3	10,1	0,000000	
% Gastropoda	0b	1,1	0,290586	

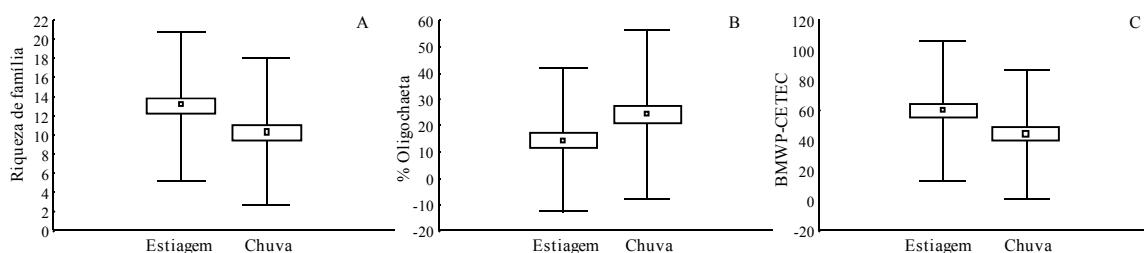


Figura 8. Resultados do teste de Kruskal – Wallis das diferenças de cada métrica selecionada nos períodos de seca e chuvas de junho de 2004 a novembro de 2007 na bacia do Rio das Velhas, MG. A: $H_{(1, N=194)} = 7,802106$ p = 0,0052; B: $H_{(1, N=194)} = 6,972653$ p = 0,0083; C: $H_{(1, N=194)} = 6,131214$ p = 0,0133.

Desenvolvimento do Índice Biótico Bentônico

A Tabela 7 apresenta as métricas selecionadas para a composição do Índice Biótico Bentônico, a estatística descritiva dos valores padrão das métricas e escores padrão para o estabelecimento dos níveis de qualidade de água.

Tabela 7. Valores padrão de cada métrica dos Índices Bióticos Bentônicos na bacia do Rio das Velhas, MG (BMWP - *Biological Monitoring Working Party*; CETEC – Centro Tecnológico de Minas Gerais; Col. - Colombia).

Métricas/Referência	Estatística descritiva/Valores dos Box-plots					Escores		
	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo	5	3	1
Riqueza	1,0	9,0	14,5	20,0	33,0	≥9	8-6	≤5
% Oligochaeta	0	0,1	1,0	5,0	97,0	≤5	6-46	≥47≤97
% CHOL	1,0	26,1	48,2	73,0	100,0	≤73	74-86	≥87≤100
% EPT	0,6	6,2	20,8	40,0	75,0	≥6	5-3	≤2
% Coletores -catadores	1,4	28,6	48,2	64,0	99,0	≤64	65-83	≥84≤99
BMWP-CETEC	1,0	36,0	66,0	97,0	179,0	≥36	35-18	≤17

O valor limite foi calculado pela agregação dos escores de cada métrica e determinados pelo mínimo e máximo dos escores no intervalo de 6 a 30. Em seguida os valores limites estabelecidos da agregação dos escores de cada métrica foram divididos para o estabelecimento das 4 categorias de qualidade de água: **Muito boa:** 25-30, águas de muito boa qualidade e condições ecológicas de referência; **Boa:** 19-24, águas com reduzido grau de alteração com características ecológicas de boa qualidade; **Regular:** 13-18, águas com considerável grau de alteração comprometendo o estabelecimento de muitos

organismos bentônicos sensíveis a poluição e **Ruim: 6-12**, que representam águas com alto grau de impacto com presença de esgotos domésticos, reduzidos teores oxigênio dissolvido e habitats degradados favorecendo à colonização de organismos resistentes como dípteros principalmente da família Chironomidae, além de Oligochaetas.

Correlação das métricas que compõe o Índice Biótico Bentônico e variáveis físicas e químicas da coluna d'água e sedimentos

A análise de correlação de Pearson evidenciou que as métricas que compõe o Índice Biótico Bentônico apresentaram correlação ($p < 0,05$) com parâmetros de condutividade elétrica, P-total, N-total, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, seixos, cascalho, areia grossa, silte + argila e o Protocolo de Caracterização Rápida de Condições Ecológicas em Trechos de Bacias Hidrográficas (Tabelas 8 e 9 em anexo).

Diagnóstico da Qualidade das Águas na Bacia do Rio das Velhas com Base nos Índices Bióticos Bentônicos

Foi aplicado o Índice Biótico Bentônico em 16 estações de amostragem em setembro de 2003 e fevereiro de 2004 e em 21 estações de amostragem incluindo as estações de referência e estações alteradas na bacia do Rio das Velhas. No total 48 % apresentaram águas de excelente qualidade (**Muito boa**), 14 % de boa qualidade (**Boa**), 19 % de qualidade regular (**Regular**) e 19 % de águas de qualidade ruim (**Ruim**). A qualidade das águas foi também avaliada através dos valores médios dos escores em cada ano de coleta no período de setembro de 2003 a novembro de 2007 (Figura 9).

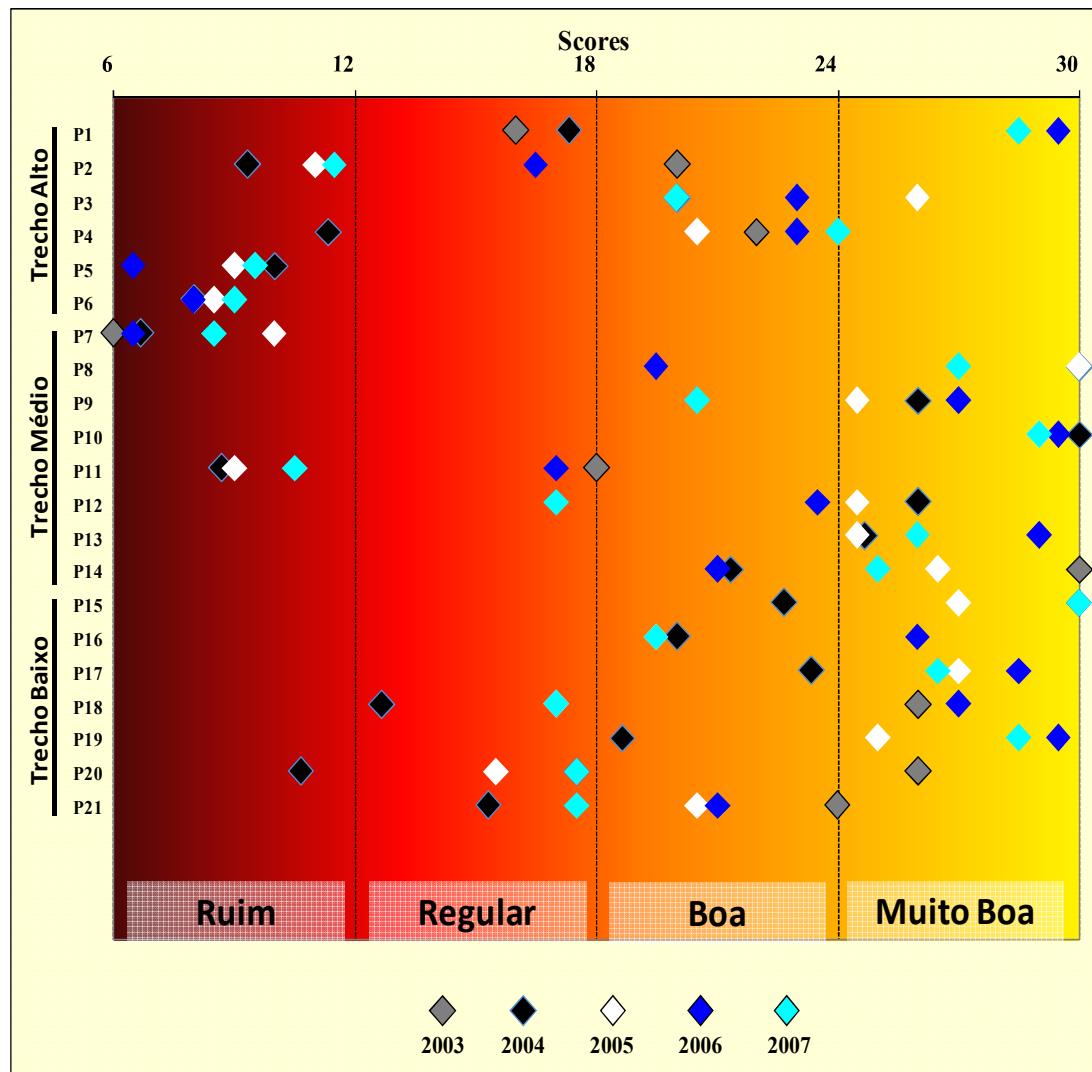


Figura 9. Diagnóstico da qualidade de água da bacia do Rio das Velhas obtido através dos valores médios dos escores nos períodos de 2003 a 2007.

7. Discussão

O Índice Biótico Bentônico proposto neste estudo é composto por um conjunto de métricas biológicas relacionadas com a estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos utilizadas para a avaliação da qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos em resposta às alterações destes ambientes por ações antrópicas ou por eventos naturais. Dentre as métricas utilizadas para compor o índice, por exemplo, a riqueza taxonômica segundo Babbista *et al.* (2007) é uma métrica que reflete a diversidade (número de *taxa*) de organismos aquáticos e é relacionada com a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Barbour *et al.* (1996) no estudo de córregos da Flórida (USA), argumenta que o aumento da riqueza taxonômica em determinado ecossistema aquático sugere que esse ecossistema possui habitats físicos, recursos alimentares e condições físico-químicas adequados para a sobrevivência e propagação de muitas espécies.

Outra métrica considerada neste estudo, % EPT consiste na agregação do número dos *taxa* de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e o quanto a sua abundância representa em relação a fauna total encontrada nas estações de amostragem. Indivíduos dessas ordens de insetos aquáticos devido a sua sensibilidade as perturbações de seus habitats, são utilizados para avaliar impactos na qualidade de água de ecossistemas aquáticos oriundos de ações antrópicas como, por exemplo, lançamento de esgotos em cursos d'água.

Vários outros índices, como os citados na introdução desta dissertação, foram desenvolvidos para avaliar a qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos em diversos países da Europa e EUA para serem utilizados em programas de monitoramento procurando integrar a gama de respostas oferecidas pelos macroinvertebrados bentônicos. Como exemplos, os índices bentônicos BMWP – *Biological Monitoring Working Party* e ASPT – *Average Score Per Taxon*, desenvolvidos no Reino Unido, são medidas de tolerância que levam em conta a sensibilidade dos *taxa* frente às perturbações. Além disso, métricas que levam em conta abundância relativas, refletem a contribuição dos indivíduos em relação à fauna total. Segundo Barbour *et al.* (1996), métricas de abundância relativa que decrescem com a presença de perturbações incluem % EPT, % Ephemeroptera, % Plecoptera, %

Trichoptera, % Coleoptera e métricas que aumentam com o aumento das perturbações incluem a % Diptera, % Oligochaeta, % Chironomidae, % Chironomidae + Oligochaeta (CHOL) e % Odonata.

Neste estudo buscou-se agregar a representação dos macroinvertebrados bentônicos em grupos tróficos funcionais que são relacionados de acordo com a estratégia alimentar e sua contribuição na estrutura de comunidades (Cummins *et al.*, 2005). A abundância relativa desses grupos tróficos (% Coletores – catadores, % Coletores – filtradores, % Fragmentadores, % Raspadores e % Predadores) foram utilizadas como métricas na composição do Índice Biótico Bentônico tendo como objetivo tornar a aplicação do índice mais eficiente uma vez a abordagem dos macroinvertebrados bentônicos em grupos tróficos funcionais são importantes para o melhor entendimento do funcionamento da estrutura das comunidades de organismos bentônicos.

No desenvolvimento deste estudo as métricas utilizadas para compor o índice adequaram-se bem na distinção entre áreas de referência e impactadas, e permitiu também distinguir uma situação intermediária que seria pouco alterada pelas ações antrópicas (Figura 7) corroborando outros estudos realizados no sudeste do Brasil e em outros países. Como por exemplo, Barbour *et al.* (1996) avaliaram a qualidade das águas de córregos na Flórida através do desenvolvimento da metodologia que utiliza um índice multimétrico bentônico. Pinto *et al.* (2004) desenvolveram o índice IM9 com base nos índice multimétrico bentônico para avaliar a qualidade das águas de córregos Mediterrâneos em Portugal. Baptista *et al.* (2007) também utilizaram a abordagem de índices multimétricos na adaptação da metodologia proposta por Barbour *et al.* (1996) no desenvolvimento do Índice Multimétrico da Serra dos Órgãos (SOMI) para avaliação da qualidade de água de córregos na região de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.

Nesse contexto Índice Biótico Bentônico da bacia do Rio das Velhas adaptado de Barbour *et al.* (1996) que também utiliza uma abordagem multimétrica, diferenciaram-se nas métricas bentônicas utilizadas para a avaliação da qualidade de água de áreas naturais, intermediárias e impactadas. No desenvolvimento do SOMI por Baptista *et al.* (2007), as métricas bentônicas % Diptera, % Coleoptera e % fragmentadores tiveram importante contribuição na avaliação da qualidade de água, o que não aconteceu na bacia do Rio das Velhas. Apesar de estes grupos terem importância para a estrutura das comunidades, não

tiveram sensibilidade suficiente para diferenciar áreas de referência e áreas impactadas, sendo, portanto excluídos no desenvolvimento do Índice. Vale ressaltar que o SOMI foi desenvolvido na região onde o bioma predominante é Mata Atlântica. Cummins *et al.* (2005) mostraram a forte ligação dos macroinvertebrados bentônicos fragmentadores com a vegetação ripária em riachos de Mata Atlântica no Estado do Paraná. Na bacia do Rio das Velhas o bioma predominante é o Cerrado (Muzzi & Stehmann, 2005) e o papel dos coletores-catadores teve maior importância como integrante das métricas para a avaliação da qualidade de água. A métrica % Chironomidae teve importância quando agregada à métrica % Oligochaeta, provavelmente por causa da ampla distribuição da família Chironomidae ao longo da bacia do Rio das Velhas.

A combinação dos resultados obtidos com a utilização do Protocolo de Caracterização Rápida, mensuração dos parâmetros físicos e químicos de coluna d'água e sedimentos e a aplicação do Índice Biótico Bentônico, evidenciam os impactos na bacia em consequência da urbanização, tendo como principal fonte de impacto direto o lançamento de esgoto. Estes impactos corroboram as respostas do Índice aplicado na bacia do Rio das Velhas e pode ser observado em vários trechos estudados na bacia. Além disso, um teste estatístico de correlação de Pearson evidenciou a correlação positiva das métricas relacionadas a impactos com parâmetros físico e químicos diretamente relacionados com esgoto orgânico como, por exemplo, fósforo e nitrogênio.

Outros estudos revelam a influência antrópica da urbanização na qualidade ecológica em ecossistemas aquáticos, como na bacia do rio Jaboatão em Pernambuco por Souza & Tundisi (2003). Moreno (2008) também utilizando a bacia hidrográfica do Rio das Velhas como unidade de estudos avaliou os impactos provenientes do processo de urbanização na qualidade das águas da bacia utilizando macroinvertebrados bentônicos como ferramenta de avaliação.

Em relação à análise da composição granulométrica dos sedimentos na bacia do Rio das Velhas, foi evidenciado que os trechos que apresentaram maior variabilidade granulométrica com predominância de sedimentos grosseiros, como seixos e cascalho, apresentaram maior abundância de macroinvertebrados bentônicos, exceto nos trechos onde a qualidade física e química das águas apresentam características de ambientes impactados, como na Região Metropolitana de Belo Horizonte e trechos no médio Rio das Velhas que

apresentaram os maiores teores de N-total e P-total e baixas concentrações de oxigênio dissolvido em consequência das cargas de esgotos domésticos e industriais.

Neste estudo foi evidente a baixa qualidade das águas da bacia, principalmente na região metropolitana de Belo Horizonte e regiões próximas, em consequência do processo de urbanização, onde esgotos e rejeitos industriais são lançados em elevadas concentrações diariamente no leito do rio causando alterações nas condições ecológicas desse ecossistema aquático.

A legislação atual estabelece como parâmetros de avaliação da qualidade de água, análises microbiológicas e parâmetros físicos e químicos. Em contra partida, a utilização de parâmetros biológicos e Índices Bióticos Bentônicos com base nos macroinvertebrados bentônicos oferecem vantagens sobre a utilização de fatores físicos e químicos na avaliação de qualidade de água, devido a estes organismos serem mais estáveis no tempo, proporcionando respostas mais amplas frente aos impactos de origem antropogênica (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 da qualidade ecológica de ecossistemas aquáticos é aquela que considera características físicas, químicas e biológicas fornecendo um amplo espectro dos distúrbios naturais ou de origem antropogênica (Feio *et al.*, 2008).

No decorrer desse estudo foi possível observar maior representatividade das métricas não relacionadas ao aumento dos impactos ao longo da bacia desde o trecho alto até o trecho baixo corroborando as respostas do Índice Biótico Bentônico proposto para este estudo. Isso 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 nos trechos médio e baixo do Rio das Velhas, vários tributários como o córrego das Pedras no Parnaíba da Serra do Cipó, em condições de referência e águas de excelente qualidade, contribuem para a melhora da qualidade das águas na bacia.

Estudo realizado por Paz *et al.* (2008) evidenciou a importância de Parques Nacionais (PARNAs) e outras Unidades de Conservação (UCs) para a preservação da qualidade das águas e manutenção das comunidades aquáticas. Isto também pode ser observado no estudo realizado por Moreno (2008), na avaliação da qualidade das águas da

calha do Rio das Velhas e seus tributários através dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores.

Neste estudo constatou-se que em vários tributários e alguns trechos da calha do rio, a presença de vários *taxa* com baixa tolerância a poluição (ex. larvas de Trichoptera, ninfas de Plecoptera e Ephemeroptera) propiciam o desenvolvimento de uma gama de métricas bióticas com potencial capacidade de responder às alterações nos ecossistemas aquáticos (Wright & Armitage, 1993; Buss *et al.*, 2003; Stoddard *et al.*, 2005) e propiciam também o desenvolvimento de índices bióticos bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos (Barbour *et al.*, 1996; Baptista *et al.*, 2007).

Dentre as métricas avaliadas, seis foram selecionadas para integrar o Índice Biótico Bentônico da bacia do Rio das Velhas, e com a metodologia aplicada na seleção das métricas, assumiu-se que essas métricas garantiriam as respostas da dimensão do estado ecológico da bacia corroborando estudos semelhantes como, por exemplo, Barbour *et al.* (1996), Pinto *et al.* (2004) e Baptista *et al.* (2007).

Os resultados obtidos no desenvolvimento deste estudo mostram a importância do Índice Biótico Bentônico como ferramenta no Programa de Biomonitoramento da bacia do Rio das Velhas, um dos principais tributários da bacia do rio São Francisco no sudeste do Brasil. Os dados desta dissertação possibilitaram o acompanhamento da evolução do estado ecológico da bacia e a qualidade de suas águas.

8. Conclusões

Com os dados obtidos no desenvolvimento do Índice Biótico Bentônico neste estudo foi possível observar as influências antrópicas e acompanhar os processos ecológicos das águas da bacia do Rio das Velhas que variaram de muito boa a ruim, mostrando que os principais impactos estão concentrados na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Os resultados da aplicação do Índice Biótico Bentônico corroboram a aplicação Protocolo de Caracterização Rápida e mensuração de parâmetros físicos e químicos na coluna d'água e sedimentos e os dados mostraram que as métricas que aumentam com o impacto responderam ao estado de degradação avaliado na bacia.

Os trechos que apresentaram águas de qualidade ruim estão principalmente localizados na Região Metropolitana de Belo Horizontes ou próximo, sob forte influência antrópica.

Contudo o Índice Biótico Bentônico foi eficiente como ferramenta de avaliação de qualidade de água no biomonitoramento da bacia do Rio das Velhas onde as mudanças na estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, além de refletir o estado ecológico da bacia, permitiram a construção do Índice Biótico Bentônico.

9. Perspectivas Futuras

A bacia do Rio das Velhas está sob forte pressão antrópica principalmente nos trechos localizados próximo da cidade de Belo Horizonte em que os processos degradativos são evidentes. Entretanto, estudos que levem em conta a avaliação da qualidade da água através do uso de ferramentas ecológicas com base nas informações biológicas e parâmetros físicos e químicos são necessários para acompanhar as alterações nos processos ecológicos.

Como perspectivas e desdobramentos futuros, o Índice Biótico Bentônico proposto neste estudo poderá:

- contribuir para acompanhar a evolução do estado ecológico da bacia em consequência das alterações positivas do tratamento de esgotos e negativas devido ao aumento populacional na bacia;
- contribuir com subsídios na proposição de medidas que visem à recuperação da qualidade ecológica da bacia e identificar áreas prioritárias para a conservação;
- facilitar futuras pesquisas científicas e melhor entendimento dos processos ecológicos envolvendo assembleias de macroinvertebrados bentônicos;
- servir como ferramenta de fácil aplicação para ser utilizado em programas de biomonitoramento de ecossistemas aquáticos;
- facilitar o melhor entendimento do funcionamento da estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos da bacia do Rio das Velhas.

10. Referências Bibliográficas

- ALBA-TERCEDOR, J.; JÁIMEZ-CUÉLLAR, P.; ALVAREZ, M.; AVILÉS, J.; BONADA, N.; CASAS, J.; MELLADO, A.; ORTEGA, M.; PARDO, I.; PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; ROBLES, S.; SÁINZ-CANTERO, C. E.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A.; SUÁREZ, L. M.; TORO, M.; VIDAL-ABARCA, R. M.; VIVAS, S. & ZAMORA-MUÑOZ, C. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica*, 21 (3-4): 175-185.
- ARMITAGE, P. D.; GUNN, R. J. M.; FURSE, M. T.; WRIGHT, J. F. & MOSS, D. 1987. The use of prediction to asses macroinvertebrate response to river regulation. *Hidrobiologia*, 144: 25-32.
- ARMITAGE, P. D.; MOSS, D.; WRIGHT, J. F. & FURSE, M. T. 1983. The performace of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17 (3): 333-347.
- ASTIN, L. 2006. Data synthesis and bioindicator development for nontidal streams in the interstate Potomac River basin, USA. *Ecological Indicators*, 6: 664–685.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P. & NESSIMIAN, J. L. 2007. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. *Hydrobiologia*, 575: 83–94.
- BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; GRIFFITH, G. E.; FRYDENBOURG, R.; McCARRON, E.; WHITE, J. S. & BASTIAN, M. L. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertbrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 15: 185–211.
- BIRK, S. & HERING, D. 2006. Direct comparison of assessment methods using benthic macroinvertebrates: a contribution to the EU Water Framework Directive intercalibration exercise. *Hydrobiologia*, 566: 401–415.
- BONADA, N. & WILLIAMS, D. D. 2002. Exploration of the utility of fluctuating asymmetry as an indicator of river condition using larvae of the caddisfly *Hydropsyche morose* (Trichoptera: Hydropsychidae). *Hydrobiologia*, 481: 147–156.

- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F. & NESSIMIAN, J. L 2003. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad. Saúde Pública*, 19(2): 465-473.
- CALLISTO, M. & MORENO, P. 2005. Indicadores ecológicos: a vida na lama. *Ciência Hoje*, 36(213): 68 – 71.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES JR, J. F. & MORENO, P. 2005. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. Ed.: Goulart, E. M. A. In. Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais. Rona Ed. Belo Horizonte, v. 2, 2ed. 555p.
- 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.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C. & PETRUCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensis*, 14(1): 91 - 98.
- CAMARGO, J. A.; ALONSO, A. & DE LA PUENTE, M. 2004. Multimetric assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based on benthic macroinvertebrates. *Environmental Monitoring and Assessment*, 96: 233–249.
- CAO, Y.; BARK, A. W. & WILLIAMS, W. P. 1997. Analysing benthic macroinvertebrate community changes along a pollution gradient: a framework for the development of biotic indices. *Water Resource*, 31(4): 884-892.
- CONAMA. 2005. Resolução N^º 357 de maio de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. In: *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília (DF).
- CUMMINS, K.W., MERRITT, R.W. & ANDRADE, P.C.N. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in southeast Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40(1): 71-90.
- DAHL, J.; JOHNSON, R. K. & SANDIN, L. 2004. Detection of organic pollution of streams in southern Sweden using benthic macroinvertebrates. *Hydrobiologia*, 516: 161–172.

- FRANÇA, J.S. & CALLISTO, M. 2007. Coleção de macroinvertebrados bentônicos: ferramenta para o conhecimento da biodiversidade em ecossistemas aquáticos continentais. *Neotropical Biology and Conservation*, 2(1): 3-10.
- FEIO, M. J.; NORRIS, R. H.; GRAÇA, M. A. S. & NICOLS, S. 2008. Water quality assessment of Portuguese streams: Regional or national predictive models? *Ecological Indicators*. Doi: 10.1016/j.ecolind. 2008.09.012.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M. A. M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. 2º Ed. *Blackwell Scientific Publication.*, Oxford. (I.B.P. Handbook, 8). 213p.
- GOULART, M. D.C. & CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista Fapam*, 2: 153-164.
- HALL, L. W. JR.; KILLEN, W. D. & ANDERSON, R. D. 2006. Charactezation of benthic communities and fhisical habitat in the Stanislaus, Tuolumne, and Merced Rivers, California. *Environmental Monitoring and Assessment*, 115: 223–264.
- 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 Brasiliensis*, 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 Brasiliensis*, 12: 73 – 87.
- KELLY, M. G. & WHITTON, B. A. 1998. Biological monitoring of eutrophication in rivers. *Hydrobiologia*, 384: 55–67.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J. & TALLING, J. F. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. *Scientific publication*. No. 36. p 122. Far Sawrey, Ambleside: Freshwater Biological Association.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. 1996. *An introduction to the Aquatic insects of North America*. 3rd edition. 862p. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, IA, EUA.
- MORENO, P. S. P. 2008. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio das Velhas – MG (tese de doutorado). Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais. 94p.

- MUSTOW, S.E. 2002. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. *Hydrobiologia*, 479: 191–229.
- MUZZI, M. R. S & STEHMANN, J. R. 2005. A diversidade da vegetação. Ed.: GOULART, E. M. A. In. Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais. Rona Ed. Belo Horizonte, v. 2, 2ed. 631p.
- OZ, N.; & SENGORUR, B. 2004. The determining of water quality with biotic indices in the Melen River and its tributaries. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13(1): 69-70.
- PAZ, A. D; MORENO, P. & CALLISTO, M. (2008). Efetividade de UCs na preservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência na bacia hidrográfica do Rio das Velhas (MG). *Neotropical Biology and Conservation*. doi: 10.4013/nbc.20083.06
- PÉREZ, G. A. R. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuatico del Departamento de Antioquia. *Fondo Fen Colômbia, Colciencias, Universidad de Antioquia*. 217p.
- PINTO, P.; ROSADO, J.; MORAIS, M. & ANTUNES, I. 2004. Assessment methodology for southern siliceous basins in Portugal. *Hydrobiologia*, 516: 191–214.
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H., (eds.), 1993. Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 488p.
- PÉS, A. M. O.; HAMADA, N. & NESSIMIAN, J. L. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(2): 181-204.
- POLIGNANO, M.V.; LISBOA, A.H.; ALVES, A.L.; MACHADO, A.T.G.M.; PINHEIRO, T.M.M. & AMORIM, A.L.D. 2001. Uma viagem ao Projeto Manuelzão à Bacia do Rio das Velhas- Manuelzão vai à escola; *Coleção Revitalizar*; Belo Horizonte. Brasil.
- SEMENCHENKO, V. P. & MOROZ, M. D. 2005. Comparative analysis of biotic indices in the monitoring system of running water in biospheric reserve. *Water Resources*, 32 (2): 200-203.
- SILVEIRA, M. P.; BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & EGLER, M. 2005. Application of biological measures for stream integrity assessment in south-east Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 101: 117-128.

- SMITH, M. J.; KAY, W. R.; EDWARD, D. H. D.; PAPAS, P. J.; RICHARDSON, K. ST J.; SIMPSON, J. C.; PINDER, A. M.; CALE, D. J.; HORWITZ, P. H. J.; DAVIS, J. A.; YUNG, F. H.; NORRIS, R. H. & HALSE, S. A. 1999. AusRivAS: using macroinvertebrates to assess ecological condition of rivers in Western Australia. *Freshwater Biology*, 41: 269-282.
- SOUZA, A. D. G. & TUNDISI, J. G. 2003. Water quality in watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a case study. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46 (4): 711 – 721.
- STODDARD, J. L.; PECK, D. V.; PAULSEN, S. G.; VAN SICKLE, J.; HAWKINS, C. P.; HERLIHY A. T.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R.; LARSEN, D. P.; LOMNICKY, G.; OLSEN, A. R.; PETERSON, S. A.; RINGOLD, P. L. & WHITTIER, T. R. 2005. *An Ecological Assessment of Western Streams and Rivers*. EPA 620/R-05/005, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R., 1960. A manual of seawater analysis. Bull. *Fish. Res. Board Can.*, 125: 1-18
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. Ed. Edgard Blucher Ltda, EDUSP. 317pp.
- THORNE, R. T. J. & WILLIAMS, W. P. 1997. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. *Freshwater Biology*, 37: 671-686.
- USSEGLIO-POLATERA, P.; BOURNAUD, M.; RICHOUX, P. & TACHET H. 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? *Hydrobiologia*, 422/423: 153–162.
- WARD, J. V.; KONDRATIEFF, B. C. & ZUELLIG, R. E. 2002. An Illustrated Guide to the Mountain Stream Insects of Colorado. *University Press of Colorado, Boulder, Colorado*. 2nd ed. 219p.
- WALSH, C. J. 2006. Biological indicators of stream health using macroinvertebrates assemblages composition: a comparison of sensitivity to an urban gradient. *Marine and Freshwater Research*, 57: 37-47.
- WIGGINS, G. B. 1996. Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). *University of Toronto Press*. 2nd ed. 457p.

- WRIGHT, J. F.; BLACKBURN, J. H.; GUNN, R. J. M.; FURSE, M. T.; ARMITAGE, P. D.; WINDER, J. M.; SYMES, K. L. & MOSS, D. 1996. Macroinvertebrate frequency data the RIVPACS III sites in Great Britain and their use in conservation evaluation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, (6): 141-167.
- WRIGHT, J. F.; ARMITAGE, P. D. 1993. RIVPACS – a technique for evaluating the biological quality of rivers in the U. K. *European Water Pollution Control*, 3(4): 15-25.
- YODER, C. O. & RANKIN, E. T. 1998. The role of biological indicators in a state water quality management process. *Environmental Monitoring and Assessment*, 51: 61-88.
- YUAN, L. L. 2004. Assigning macroinvertebrate tolerance classifications using generalised additive models. *Freshwater Biology*, 49: 662–677.
- ZAMORA-MUÑOZ, C.; SAINZ-CANTERO, C. E.; SANCHEZ-ORTEGA, A. & ALBATREDOR, J. 1995. Are biological indices BMPW and ASPT and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their. *War. Res.*, 29(1): 285-290.

11. Anexos

Tabela 4. Tabela dos valores Médios (Mínimo-Máximo) dos parâmetros físico – químicos obtidos de junho de 2004 a novembro de 2007 na bacia do Rio das Velhas, MG.

Trecho	Estações de Amostragem	Conduktividade (mS/cm)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Oxigênio (mg/L)	Sólidos Dissolvidos (mg/L)	Turbidez (UT)	pH	Temperatura °C	M. Orgânica (%)
Alto	P1	26,5 (17,3; 32,9)	0,05 (0,001; 0,37)	0,4 (0,049; 2,8)	7,8 (4,4; 9,3)	29,9 (16,3; 46,5)	31,6 (2,0; 173,0)	7,5 (4,3; 7,7)	18,6 (13,9; 25,3)	4,5 (1,98; 7,2)
	P2	60,6 (27,0; 96,0)	0,06 (0,019; 0,18)	0,4 (0,08; 1,4)	7,2 (3,6; 9,5)	59,8 (39,8; 94,7)	140,1 (5,5; 1001,0)	7,0 (5,3; 7,7)	20,9 (17,3; 24,1)	1,6 (0,7; 3,7)
	P3	39,1 (15,5; 70,7)	0,03 (0,004; 0,18)	0,6 (0,042; 5,3)	7,0 (3,8; 8,7)	41,5 (19,2; 74,3)	43,4 (6,0; 150,0)	6,9 (5,67; 7,5)	20,2 (17,3; 25,0)	1,9 (0,03; 9,28)
	P4	115,3 (10,0; 708,0)	0,1 (0,019; 0,3)	1,6 (0,08; 6,8)	7,0 (3,7; 9,4)	80,9 (37,7; 160,1)	141,0 (3,5; 675,0)	6,9 (5,4; 7,7)	21,4 (15,8; 25,6)	4,8 (0,99; 10,1)
	P5	206,3 (21,4; 318,0)	0,5 (0,177; 1,15)	4,0 (0,091; 13,3)	3,8 (0,2; 7,0)	203,9 (126,0; 393,0)	104,9 (8,4; 498,0)	7,2 (6,5; 8,0)	23,2 (20,0; 26,2)	2,7 (1,2; 5,8)
	P6	287,8 (180,5; 400,0)	0,81 (0,25; 1,86)	16,2 (0,12; 139,8)	4,7 (1,5; 8,2)	250,1 (156,0; 596,0)	94,0 (11,0; 325,0)	7,5 (7,2; 7,9)	22,6 (18,1; 26,0)	2,6 (0,7; 7,3)
Médio	P7	197,5 (82,0; 307,0)	0,4 (0,019; 1,2)	3,6 (0,14; 10,6)	2,9 (0,7; 4,9)	193,1 (93,1; 462,0)	121,8 (8,0; 896,0)	6,9 (5,64; 7,4)	22,9 (20,1; 25,0)	6,6 (1,3; 15,8)
	P8	4,72 (2,4; 6,5)	0,01 (0,002; 0,019)	0,20 (0,035; 0,6)	7,7 (4,8; 8,5)	11,2 (2,2; 40,0)	10,4 (0,4; 101,0)	6,8 (5,8; 8,4)	21,5 (18,8; 23,7)	0,8 (0,3; 1,9)
	P9	33,8 (10; 57,2)	0,01 (0,007; 0,043)	0,4 (0,049; 1,9)	7,0 (4,3; 9,5)	40,3 (10,0; 88,0)	30,5 (1,2; 178,0)	6,8 (5,2; 7,54)	22,0 (19,3; 24,2)	1,5 (0,1; 4,89)
	P10	213,7 (23,0; 313,0)	0,02 (0,005; 0,093)	0,5 (0,035; 2,7)	7,0 (4,2; 8,7)	220,0 (132,0; 464,0)	136,7 (2,2; 1001,0)	7,4 (6,6; 8,0)	22,4 (20,0; 25,0)	4,8 (1,82; 8,3)
	P11	176,0 (47,0; 260,0)	0,3 (0,019; 1,5)	5,5 (0,11; 37,1)	5,4 (2,0; 8,4)	147,1 (76,0; 294,0)	110,2 (0,25; 966,0)	7,2 (6,0; 8,5)	24,0 (20,4; 27,0)	3,7 (0,17; 12,7)
	P12	67,2 (12,5; 124,6)	0,02 (0,007; 0,06)	0,3 (0,035; 0,9)	7,0 (4,1; 8,7)	66,8 (13,95; 153,0)	87,3 (1,8; 416,0)	7,2 (6,59; 7,9)	23,9 (20,2; 29,6)	4,4 (0,64; 18,2)
	P13	39,5 (10,4; 92,3)	0,02 (0,008; 0,048)	0,2 (0,035; 0,9)	7,2 (4,6; 9,7)	39,8 (9,62; 82,3)	115,9 (7,5; 337,0)	7,1 (6,2; 8,4)	23,6 (20,0; 27,6)	4,6 (0,5; 35,6)
	P14	187,1 (120,0; 271,0)	0,11 (0,019; 0,4)	1,6 (0,1; 6,9)	5,8 (2,3; 9,5)	167,7 (101,0; 350,0)	126,0 (3,8; 437,0)	7,4 (6,4; 8,5)	24,5 (21,3; 30,0)	5,2 (1,97; 9,5)
Baixo	P15	65,4 (16,0; 130,9)	0,01 (0,005; 0,03)	0,3 (0,028; 1,7)	7,1 (4,5; 9,5)	73,8 (23,5; 258,0)	17,1 (1,4; 77,7)	7,2 (6,39; 8,11)	24,5 (19,2; 29,0)	1,0 (0,17; 2,95)
	P16	66,0 (14,05; 146,7)	0,02 (0,003; 0,15)	0,3 (0,042; 1,5)	7,0 (4,1; 8,9)	74,9 (14,8; 270,0)	20,4 (1,5; 91,3)	7,3 (6,7; 8,0)	26,7 (23,0; 33,0)	0,5 (0,2; 1,64)
	P17	75,0 (28,5; 133,4)	0,07 (0,007; 0,45)	0,5 (0,042; 3,0)	6,3 (0,0; 8,2)	80,1 (44,8; 138,5)	127,4 (3,0; 646,0)	7,1 (5,2; 8,3)	23,9 (20,4; 27,9)	3,8 (1,04; 7,92)
	P18	120,7 (52,0; 203,0)	0,05 (0,019; 0,14)	1,3 (0,05; 6,9)	7,3 (4,4; 12,3)	117,1 (29,4; 243,0)	71,9 (5,5; 176,0)	7,1 (5,8; 9,8)	24,5 (21,5; 29,1)	1,3 (0,4; 5,74)
	P19	40,0 (21,0; 101,0)	0,08 (0,007; 0,82)	0,9 (0,056; 7,4)	7,1 (4,3; 8,9)	49,1 (22,3; 101,0)	62,0 (4,7; 233,0)	6,9 (5,6; 8,0)	24,6 (21,7; 30,0)	2,5 (0,16; 7,8)
	P20	133,0 (46,0; 275,0)	0,06 (0,015; 0,2)	0,8 (0,05; 2,6)	6,1 (5,2; 8,6)	124,6 (40,0; 432,0)	79,8 (4,4; 313,0)	7,3 (6,5; 9,7)	25,5 (21,3; 29,6)	7,2 (1,27; 15,5)
	P21	123,8 (35,0; 190,0)	0,06 (0,012; 0,19)	1,2 (0,05; 9,4)	4,9 (0; 8,8)	100,9 (56,0; 242,0)	99,7 (6,0; 480,0)	7,3 (6,5; 10,2)	26,1 (21,4; 33,8)	6,2 (1,81; 9,2)

Tabela 6. Correlação de Spearman para verificação da redundância das métricas eleitas válidas para integração do índice biótico bentônico da bacia do Rio das Velhas (EPT – Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera; % CHOL – Chironomidae + Oligochaeta; BMWP - *Biological Monitoring Working Party*; ASPT – *Average Score Per Taxon*; CETEC – Centro Tecnológico de Minas Gerais; Col. - Colômbia).

	Riqueza	Diversidade	Oligochaeta %	CHOL %	EPT %	Trichoptera %	EPT Taxa	% Coletor - filtrador	% Coletor - catador	Raspador %	BMWP-CETEC	ASPT-CETEC	BMWP-Col	ASPT-Col
Riqueza	1,00	0,76	-0,43	-0,65	0,79	0,76	0,93	0,65	-0,50	0,67	0,96	0,86	0,97	0,84
Diversidade	0,76	1,00	-0,30	-0,85	0,81	0,76	0,72	0,59	-0,45	0,58	0,75	0,70	0,75	0,70
%Oligochaeta	-0,43	-0,30	1,00	0,46	-0,50	-0,45	-0,52	-0,46	0,61	-0,48	-0,48	-0,63	-0,47	-0,60
%CHOL	-0,65	-0,85	0,46	1,00	-0,80	-0,70	-0,63	-0,62	0,59	-0,55	-0,66	-0,68	-0,64	-0,64
%EPT	0,79	0,81	-0,50	-0,80	1,00	0,87	0,85	0,72	-0,47	0,68	0,82	0,80	0,80	0,79
%Trichoptera	0,76	0,76	-0,45	-0,70	0,87	1,00	0,82	0,73	-0,49	0,52	0,80	0,74	0,79	0,77
Taxa EPT	0,93	0,72	-0,52	-0,63	0,85	0,82	1,00	0,67	-0,48	0,67	0,96	0,90	0,95	0,91
% coletores – filtradores	0,65	0,59	-0,46	-0,62	0,72	0,73	0,67	1,00	-0,62	0,44	0,70	0,62	0,67	0,62
% coletores - catadores	-0,50	-0,45	0,61	0,59	-0,47	-0,49	-0,48	-0,62	1,00	-0,52	-0,48	-0,55	-0,46	-0,48
% raspadores	0,67	0,58	-0,48	-0,55	0,68	0,52	0,67	0,44	-0,52	1,00	0,62	0,68	0,62	0,62
BMWP-CETEC	0,96	0,75	-0,48	-0,66	0,82	0,80	0,96	0,70	-0,48	0,62	1,00	0,90	0,99	0,90
ASPT-CETEC	0,86	0,70	-0,63	-0,68	0,80	0,74	0,90	0,62	-0,55	0,68	0,90	1,00	0,89	0,93
BMWP-Col	0,97	0,75	-0,47	-0,64	0,80	0,79	0,95	0,67	-0,46	0,62	0,99	0,89	1,00	0,91
ASPT-Col	0,84	0,70	-0,60	-0,64	0,79	0,77	0,91	0,62	-0,48	0,62	0,90	0,93	0,91	1,00

Tabela 8. Correlação de Pearson ($p < 0,05$) das métricas bentônicas do Índice Biótico Bentônico e variáveis físicas e químicas da bacia do Rio das Velhas em junho de 2004 a novembro de 2007. AMG – areia muito grossa; AG – areia grossa; AM – areia média; AF – areia fina.

Parâmetros físicos e químicos	Métricas Betônicas										BMWP CETEC	$p < 0,05$
	Riqueza	$p < 0,05$	% Oligochaeta	$p < 0,05$	% CHOL	$p < 0,05$	% EPT	$p < 0,05$	% coletores - catadores	$p < 0,05$		
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-0,4997*	$p = 0,021$	0,4340*	$p = 0,049$	0,4309	$p = 0,051$	-0,3151	$p = 0,164$	0,6575*	$p = 0,001$	-0,5053*	$p = 0,019$
Fósforo Total (mg/L)	-0,6571*	$p = 0,001$	0,5171*	$p = 0,016$	0,7767*	$p = 0,000$	-0,6270*	$p = 0,002$	0,8362*	$p = 0,000$	-0,6611*	$p = 0,001$
Nitrogênio Total (mg/L)	-0,5447*	$p = 0,011$	0,3875	$p = 0,083$	0,6382*	$p = 0,002$	-0,5066*	$p = 0,019$	0,7060*	$p = 0,000$	-0,5452*	$p = 0,011$
Oxigênio (mg/L)	0,7175*	$p = 0,000$	-0,6696*	$p = 0,001$	-0,7144*	$p = 0,000$	0,6434*	$p = 0,002$	-0,7096*	$p = 0,000$	0,7107*	$p = 0,000$
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	-0,4511*	$p = 0,040$	0,4046	$p = 0,069$	0,3766	$p = 0,092$	-0,2492	$p = 0,276$	0,6353*	$p = 0,002$	-0,4533*	$p = 0,039$
Turbidez (UTN)	-0,4176	$p = 0,060$	0,3256	$p = 0,150$	0,2887	$p = 0,204$	-0,3433	$p = 0,128$	0,3370	$p = 0,135$	-0,4247	$p = 0,055$
pH	-0,0586	$p = 0,801$	-0,0861	$p = 0,711$	-0,0521	$p = 0,823$	0,1541	$p = 0,505$	0,2975	$p = 0,190$	-0,0626	$p = 0,788$
Temperatura °C	-0,1415	$p = 0,541$	-0,0104	$p = 0,964$	-0,0602	$p = 0,795$	0,0284	$p = 0,903$	-0,1768	$p = 0,443$	-0,1343	$p = 0,562$
M. Orgânica (%)	-0,1788	$p = 0,438$	0,0951	$p = 0,682$	0,0893	$p = 0,700$	-0,2928	$p = 0,198$	-0,0074	$p = 0,975$	-0,2090	$p = 0,363$
Seixos	0,5447*	$p = 0,011$	-0,4143	$p = 0,062$	-0,4715*	$p = 0,031$	0,4768*	$p = 0,029$	-0,4057	$p = 0,068$	0,5579*	$p = 0,009$
Cascalho	0,3970	$p = 0,075$	-0,4349*	$p = 0,049$	-0,3577	$p = 0,111$	0,3645	$p = 0,104$	-0,2044	$p = 0,374$	0,4082	$p = 0,066$
AMG	0,1306	$p = 0,573$	-0,3307	$p = 0,143$	-0,0723	$p = 0,755$	0,0892	$p = 0,701$	0,2015	$p = 0,381$	0,1439	$p = 0,534$
AG	-0,1523	$p = 0,510$	-0,0796	$p = 0,732$	0,2714	$p = 0,234$	-0,1894	$p = 0,411$	0,4911*	$p = 0,024$	-0,1732	$p = 0,453$
AM	0,0491	$p = 0,833$	-0,1533	$p = 0,507$	0,1230	$p = 0,595$	-0,0386	$p = 0,868$	0,1336	$p = 0,564$	-0,0037	$p = 0,987$
AF	0,0381	$p = 0,870$	-0,0208	$p = 0,929$	0,0784	$p = 0,735$	-0,0348	$p = 0,881$	-0,1651	$p = 0,475$	-0,0073	$p = 0,975$
S + Argila	-0,3985*	$p = 0,074$	0,5601*	$p = 0,008$	0,3112	$p = 0,170$	-0,3519	$p = 0,118$	0,2329	$p = 0,310$	-0,3960	$p = 0,076$
Protocolo	0,7021*	$p = 0,000$	-0,5636*	$p = 0,008$	-0,6199*	$p = 0,003$	0,5986*	$p = 0,004$	-0,7011*	$p = 0,000$	0,7190*	$p = 0,000$

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 9. Síntese da correlação de Pearson (positiva e negativa) entre as métricas que compõe o Índice Biótico Bentônico da bacia do Rio das Velhas e variáveis físicas e químicas obtidas ao longo das estações de amostragem.

Variáveis físicas e químicas	Índice Biótico Bentônico					% coletores catadores	BMWP CETEC
	Riqueza	% Oligochaeta	% CHOL	% EPT			
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	+				+	-
P-total (mg/L)	-	+	+	-	+	+	-
N-total (mg/L)	-		+	-	+	+	-
Oxigênio (mg/L)	+	-	-	+	-		+
Sólidos Totais							
Dissolvidos (mg/L)	-					+	-
Seixos	+		-	+			+
Cascalho		-					
Areia grossa						+	
Silte + Argila	-	+					
Protocolo	+	-	-	+	-		+

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 10. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em junho de 2004 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Nemathelminthes						
Nematoda		74±93				
Annelida						
Hirudinea				37±34	5±9	
Oligochaeta	67±22	22±22		5452±703	416±162	185±122
Arthropoda						
Insecta						
Ephemeroptera						
Baetidae	7±13		3±7			
Odonata						
Gomphidae	30±34	30±13	6±9			
Libellulidae			6±9			
Coleoptera						
Elmidae	22±38		3±7			
Hydrophilidae					11±18	
Trichoptera						
Hydropsychidae			22±24			
Hydroptilidae			3±7			
Diptera						
Ceratopogonidae	67±22		16±11			
Chironomidae	719±523	30±34	768±764	5637±2801	1829±373	1748±1379
Psychodidae	7±13			7±13	555±368	15±13
Simuliidae	7±13		6±9			
Stratiomyidae	15±26			7±13	16±16	
Lepidoptera			3±7			

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 11. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em junho de 2004 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	830±780	3±7		5±9			27±46	
Oligochaeta	42696±22943		91±143	69±40		16±28	267±232	160±160
Arthropoda								
Arachnida								
Hydracarina		29±40		5±9				
Insecta								
Coleoptera								
Dytiscidae		22±18						
Elmidae		502±206	464±212	763±307		133±217	219±154	11±18
Gyrinidae		3±7						
Staphylinidae				5±9				
Diptera								
Ceratopogonidae		176±332		5±9		5±9	21±24	11±18
Chironomidae	1881±2993	3491±3059	6363±1045	4117±4669	15±13	581±966	2240±1784	661±390
Culicidae					5±9			
Empididae		45±38	5±9	27±33			80±100	21±24
Psychodidae		10±21					11±9	11±18
Simuliidae		80±116		69±24			912±1116	21±37
Stratiomyidae								5±9
Tabanidae			64±70	16±16				
Tipulidae				5±9			11±18	
Ephemeroptera								
Baetidae		237±215	235±92	1424±959		133±178	624±331	795±545
Caenidae		6±14						
Leptohyphidae					16±6			
Leptophlebiidae		198±217	64±73	229±121		48±16	123±129	75±81
Heteroptera		134±142	5±9	315±215		21±9	208±142	59±102
Corixidae								
Belostomatidae				64±48				
Naucoridae								
Notonectidae		3±7						
Vellidae								5±9
Lepidoptera		3±7		11±9				
Megaloptera								
Corydalidae					112±42			
Odonata								5±9
Aeshnidae		10±21						
Coenagrionidae		26±33						
Gomphidae		29±40	16±16			27±18	5±9	21±18
Libellulidae		48±54		21±18		32±55	37±37	16±16
Megapodagrionidae		3±7						
Plecoptera								
Perlidae		3±7		27±18			27±33	
Trichoptera								
Calamoceratidae		22±42						
Glossosomatidae		48±82	5±9					
Helicopsychidae		10±9						
Hydrobiosidae		3±7						
Hydropsychidae		131±242	96±48	1968±493				3712±3394
Hydroptilidae		413±843	117±76				16±16	48±83
Leptoceridae		19±35	16±16			11±18	5±9	11±18
Odontoceridae		6±9						11±9
Philopotamidae		6±9	5±9	80±16		27±46	32±55	
Polycentropodidae		13±21	5±9				43±74	
Mollusca								
Gastropoda								
Thiaridae				5±9				
Bivalvia							11±18	
Sphaeridae							11±9	
Nemathelminthes								
Nematoda							5±9	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 12. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em junho de 2004 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea					22±22		
Oligochaeta	531±849			7±13	52±71	178±219	22±38
Arthropoda							
Arachnida							
Hydracarina							
Insecta							
Coleoptera							
Elmidae	355±380				15±13		
Hydrophilidae	16±28						
Diptera							
Ceratopogonidae	54±87		37±26		44±22		
Chironomidae	9578±5793	1600±837	430±199	30±34	385±324	15±13	111±89
Culicidae	3±7						
Empididae	16±36	5±9					
Psychodidae							
Simuliidae	1709±3108						
Tabanidae	6±14						15±26
Tipulidae	19±35						
Ephemeroptera							
Caenidae	3±7						
Baetidae	819±1156	91±103			7±13		
Leptophyphidae	128±176		7±13				
Leptophlebiidae	333±500	5±9	15±26				
Heteroptera							
Gerridae							7±13
Naucoridae	26±31						
Lepidoptera	3±7						
Megaloptera							
Corydalidae	29±40						
Odonata							
Aeshnidae	35±79						
Coenagrionidae	3±7						
Gomphidae	6±14		7±13	7±13			
Libellulidae	42±93	5±9			141±100	15±26	
Plecoptera							
Perlidae						7±13	7±13
Trichoptera							
Glossosomatidae							
Hydropsychidae	1341±1809	5±9					
Hydroptilidae	90±183						
Leptoceridae	3±7						
Philopotamidae	349±536				7±13		
Polycentropodidae							
Mollusca							
Gastropoda							
Pleuroceridae					7±13		7±13
Bivalvia							
Sphaeridae							

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 13. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em outubro de 2004 no trecho Alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
2Hirudinea				32±42		
3Oligochaeta	352±569		109±125	2400±1289	10107±13164	3888±1622
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera						
Elmidae	208±89		13±7			
Hydrophilidae	16±28					
Diptera						
Ceratopogonidae	16±16		3±7		11±18	5±9
Chironomidae	3483±2400	18837±21906	6474±3847	35893±47348	68768±30009	613±91
Culicidae					11±18	
Empididae	5±9		10±14			
Psychodidae	11±9		3±7	192±215	80±85	219±163
Simuliidae	373±566		608±304			
Ephemeroptera						
Baetidae	155±40		45±38		5±9	
Leptohyphidae	53±65					
Leptophlebiidae	5±9					
Odonata						
Aeshnidae	5±9					
Gomphidae		22±3			5±9	
Libellulidae	5±9	7±13	3±7			
Plecoptera						
Perlidae	5±9					
Trichoptera						
Hydrobiosidae	16 ±16					
Hydropsychidae	21±24		61±77			
Hydroptilidae	5±9		6±9			
Leptoceridae	11±9					
Polycentropodidae	5±9					
Mollusca						
Gastropoda						
Ancylidae				5±9		
Physidae				4192±3122		
Planorbidae				21±24		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 14. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em outubro de 2004 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	15±13				259±100			16±16
Oligochaeta	37022±3120	35±54		5±9	2044±1345	21±37	21±24	37±24
Arthropoda								
Arachnida								
Hydracarina							5±9	
Insecta							5±9	
Coleoptera								
Dytiscidae		61±101						
Elmidae		435±407	107±51	555±114		123±116	501±237	11±9
Gyrinidae								
Hydrophilidae			5±9		67±38			
Diptera								
Canacidae		45±100						
Ceratopogonidae	467±609	128±225		16±28			5±9	5±9
Chironomidae	7±13	3018±3535	1920±477	293±185	2237±2157	976±664	1440±111	4165±965
Empididae		26±49	37±18	5±9			11±9	101±72
Psychodidae	7±13	13±29						
Simuliidae		90±192	101±96	229±370			5±9	
Tipulidae		32±47		5±9			5±9	
Ephemeroptera								
Baetidae		387±582	80±89	325±160		37±37	37±40	661±497
Leptohyphidae		314±373	1744±1257	277±264		32±16	155±76	16±16
Leptophlebiidae		323±541	80±58	245±82		32±32	21±9	160±121
Polymitarcyidae					37±40			
Heteroptera								
Belostomidae				16±16		11±18		
Naucoridae		6±14	27±46	5±9				
Pleidae		3±7						
Velidae		13±21	27±33					21±37
Lepidoptera		19±35	192±16	400±200			91±81	21±24
Megaloptera								
Corydalidae		6±14		27±18				
Odonata								
Aeshnidae				27±18				
Calopterygidae		3±7					5±9	
Coenagrionidae		13±21						
Gomphidae		22±50	5±9			5±9		
Libellulidae		19±26	5±9		7±13	5±9		5±9
Megapodagrionidae		3±7						
Plecoptera								
Perlidae		10±14	11±18	11±18			16±16	
Trichoptera								
Glossosomatidae		3±7	5±9				5±9	309±133
Helicopsychidae		6±14				32±32	69±37	
Hydropsychidae		70±149	320±195	1328±1103				7392±5203
Hydroptilidae		58±129	59±65				16±28	43±49
Leptoceridae		10±14					5±9	
Odontoceridae		26±14						
Philopotamidae		96±215	101±88	816±694		5±9		5±9
Polycentropodidae		51±81	5±9					
Mollusca								
Gastropoda					141±134			
Physidae							75±129	
Thiaridae							5±9	
Bivalvia								
Sphaeridae						43±40	133±163	2117±1739

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 15. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em outubro de 2004 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea			5±9				
Oligochaeta	22±27		27±33	230±253	178±38	548±194	111±80 674±667
Arthropoda							
Arachnida							
Hydracarina		5±9					
Insecta							
Coleoptera							
Elmidae	150±184	69±51	53±40		7±13		
Georyssidae		64±32					
Hydrophilidae	13±13						
Diptera							
Ceratopogonidae	32±30	27±18	128±166	30±51	52±13	15±13	22±22
Chironomidae	3533±4061	827±155	1088±55	1356±779	600±59	756±509	496±265
Empididae	19±29	53±33					
Simuliidae	64±118	11±9					
Tabanidae			7±13				
Tipulidae		5±9					
Ephemeroptera							
Baetidae	314±394	59±24	149±152		15±13	7±13	15±26
Caenidae	13±21						
Leptohyphidae	576±1085	21±9	85±67				22±22
Leptophlebiidae	45±91	48±32	11±9		7±13		22±22
Polymitarcyidae		5±9					
Heteroptera						22±22	7±13
Corixidae							
Belostomatidae		37±65					
Belostomidae		53±49					
Naucoridae	147±122		5±9				
Veliidae							
Lepidoptera	528±1110		43±33				
Odonata							
Coenagrionidae	3±7		5±9				
Gomphidae	13±21				52±34	15±26	7±13
Libellulidae	42±64	11±9	5±9				
Megapodagrionidae							
Plecoptera							
Perlidae							
Trichoptera							
Calamoceratidae	3±7						
Glossosomatidae		11±9					
Hydropsychidae	144±246	53±24	37±9				
Hydrotilidae	560±1216	37±33					
Leptoceridae	102±212	21±18			7±13		
Philopotamidae	176±358						
Polycentropodidae	16±36		16±28				
Mollusca							
Gastropoda							
Sphaeridae	189±300		123±51		15±26		
Planorbiidae	3±7						

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 16. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2005 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea	39±68			2±4		
Oligochaeta	13±15	319±437	8±8	732±399	245±282	421±475
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera			7±13			
Curculionidae						
Elmidae	75±30			3±6		
Diptera						
Ceratopogonidae	20±26					
Chironomidae	244±187	30±51	29±17	33±20	139±40	507±322
Empididae	13±15					
Psychodidae	7±11	7±13	2±4	3±6	107±9	160±153
Simuliidae	91±158					
Ephemeroptera						
Baetidae	120±135			16±15		
Leptohyphidae	46±39					
Leptophlebiidae	7±6					
Heteroptera						
Naucoridae	36±15					
Lepidoptera			2±4			
Odonata						
Corduliidae				3±6		
Gomphidae		7±13	8±8			
Plecoptera						
Perlidae	10±10					
Trichoptera						
Calamoceratidae	7±11					
Hydropsychidae	7±11		8±11	267±278		
Hydroptilidae	10±10					
Platyelminthes						
Planariidae	20±34					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 17. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2005 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	7±13							10±10
Oligochaeta	4593±2831	26±33	22±38	7±6	252±181	523±796		104±140
Arthropoda								
Insecta								
Coleoptera								
Dytiscidae		3±7						5±9
Elmidae		22±174			20±26			11±9
Gyrinidae								
Hydrophilidae								
Psephenidae					7±11			
Diptera								
Ceratopogonidae		13±29						
Chironomidae	259±93	1328±1465	7±13	7±6	215±145			49±68
Empididae		3±7						
Psychodidae	7±13							
Simuliidae		32±72						
Tabanidae		3±7						
Tipulidae		6±14						
Ephemeroptera								
Baetidae		77±98			13			13±15
Caenidae		58±129						
Leptohyphidae		64±39						
Leptophlebiidae		221±294			36±15			7±11
Heteroptera								
Gerridae		3±7						
Naucoridae		3±7			7±6			5±9
Notonectidae								
Pleidae		6±14						
Veliidae		3±7						
Lepidoptera		16±36	7±13	16±15				
Megaloptera								
Corydalidae		3±7			3±6			
Odonata								
Aeshnidae		6±14						
Coenagrionidae		74 ± 138						
Libellulidae		64±54						
Megapodagrionidae								
Gomphidae		35±54	22±22					
Plecoptera								
Perlidae		3 ± 7						
Trichoptera								
Hydropsychidae		22±42			3±6			11±18
Hydroptilidae		13±18						335±167
Leptoceridae		16±36						
Philopotamidae								
Polycentropodidae		13±21			3±6			
Mollusca								
Gastropoda								
Planorbiidae					7±11			

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 18. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2005 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Oligochaeta	1098±1402		67±59	7±13	89±59	111±102	
Arthropoda							
Arachnida							
Hydracarina	22±38						
Insecta							
Coleoptera							
Chrysomelidae							
Dytiscidae							
Elmidae	58±117		44±44		7±13		7±13
Gyrinidae							
Hydrophilidae	22±50						
Ephemeroptera							
Baetidae	4±10		3±6				
Leptohyphidae	18±29						
Leptophlebiidae	13±30						
Heteroptera							
Naucoridae							
Notonectidae							
Odonata							
Gomphidae	13±30		15±26	15±13			
Libellulidae							
Plecoptera							
Perlidae							
Trichoptera							
Hydropsychidae	4±10						
Hydroptilidae	9±20						
Leptoceridae			7±13				
Polycentropodidae			7±13				

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 19. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2005 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Oligochaeta	91±67		2,2±5,0	544±785	96±89	4757±7554
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera						
Dryopidae				4±6		
Elmidae	384±461			19±23		
Diptera						
Ceratopogonidae	21±37					
Chironomidae	1467±1169	62±60	126,7±258,6	1685±1034	1941±333	6416±4923
Culicidae					32±42	
Elmidae			2,2±5,0			
Empididae	37±33			4±6		
Psychodidae						11±18
Simuliidae	320±307		55,6±36,9	4±6		
Stratiomyidae					11±18	27±46
Ephemeroptera						
Baetidae	277±370			189±44		
Leptohyphidae	341±318			522±184		
Leptophlebiidae	16±28					
Heteroptera						
Naucoridae	27±33			4±6		
Megaloptera						
Corydalidae	11±9			15±17		
Odonata						
Aeshnidae	5±9					
Calopterygidae	11±18					
Coenagrionidae			2,2±5,0			
Gomphidae	21±24	9±8	6,7±14,9	7±13		
Libellulidae	37±65			52±26		
Megapodagrionidae	11±18					
Plecoptera						
Perlidae	59±24					
Gripopterygidae	59±102					
Trichoptera						
Calamoceratidae	5±9					
Hydrobiodidae	11±9					
Hydropsychidae	96±70		31,1±34,6	9696±5185		
Hydroptilidae	27±24			4±6		
Leptoceridae	48±83			4±6		
Polycentropodidae	5±9					
Mollusca						
Gastropoda						
Thiaridae				4±6		
Nemathelminthes						
Nematoda				19±32		11±18
Platyelminthes						
Planariidae	283±490					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 20. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2005 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	79±95							7±6
Oligochaeta	60225±8488		4±6		33±11	11±19	133±231	215±231
Arthropoda								
Arachnida								
Hydracarina						4±6		
Insecta								
Coleoptera								
Elmidae	4±8	40±28	148±119	30±26		85±61	44±77	4±6
Diptera								
Chironomidae	6658±7226	1422±1600	1281±218	22±19	44±44			248±42
Empididae		4±10	37±36					4±6
Simuliidae	9±15	224±301	7±6	4±6				
Tipulidae		2±5	11±11					
Ephemeroptera								
Baetidae		122±213	207±71			163±168	119±122	222±106
Caenidae						15±26		
Euthyplociidae						4±6		
Leptohyphidae		31±25	248±140			81±28	30±42	7±13
Leptophlebiidae		40±32	41±42	4±6		56±29	7±13	81±13
Heteroptera								
Guerridae						4±6		
Naucoridae		2±5				7±13	15±13	
Notonectidae			56±29			11±19		4±6
Veliidae		11±19						
Lepidoptera								
Pyralidae		7±10						
Megaloptera								
Corydalidae			15±6	7±6			7±6	
Odonata								
Coenagrionidae	6,7±9,9	4±6				11±11	4±6	
Gomphidae	4,4±6,1	4±6		4±6		44±51	7±13	11±11
Libellulidae	11±8	26±6				96±157	56±59	26±13
Plecoptera								
Perlidae	11±25	7±6				4±6	11±11	4±6
Trichoptera								
Calamoceratidae	8,9±19,9							
Glossosomatidae	58±60	4±6						
Helicopsychidae	2±5							
Hydropsychidae	40±55	152±53	7±6			104±53	178±179	1437±810
Hydroptilidae	93±209	4±6						
Leptoceridae	4±6	7±6				15±17		
Odontoceridae							4±6	11±19
Policentrropidae	13±20							
Philopotamidae	9±15					4±6	41±53	
Mollusca								
Bivalvia								7±13
Nemathelminthes								
Nematoda	9±15						4±6	
Platyelminthes								
Planariidae	2,2±5						4±6	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 21. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2005 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea	2,2±5,0						
Oligochaeta	80,0±81,4			7±6			22±38
Arthropoda							
Arachnida							
Hydracarina							
Insecta							
Coleoptera							
Elmidae	288,9±323,3	4±6			26±6		
Gyrinidae	4,4±9,9						
Hydrophilidae	4,4±6,1	15±26			4±6		4±8
Lutrochidae			4±6				
Diptera							
Ceratopogonidae	4,4±6,1						
Empididae	8,9±14,5						
Chironomidae	3180,0±1733,3						
Simuliidae	613,3±1139,5						
Tipulidae	6,7±6,1						
Ephemeroptera							
Baetidae	668,9±408,1	222±62	4±6				
Caenidae							
Euthyplociidae							
Leptocephalidae	102,2±132,7	7±13	26±17		15±26		
Leptophlebiidae	437,8±519,5		19±17				
Heteroptera							
Gerridae							
Naucoridae	37,8±23,0	15±6			11±11		
Notonectidae							
Lepidoptera							
Pyralidae	8,9±19,9						
Megaloptera							
Corydalidae	6,7±14,9				4±6		
Odonata							
Calopterygidae					4±6		
Coenagrionidae	2,2±5,0		4±6				
Gomphidae	4,4±6,1	30±32	15±6	4±8	7±6	9±8	
Libellulidae	164,4±255,7	4±6			11±11		4±8
Megapodagrionidae			22±22		4±6		
Plecoptera							
Perlidae	4,4±9,9		19±32		11±11		
Trichoptera							
Glossosomatidae	17,8±33,9		4±6				
Hydropsychidae	93,3±154,3	4±6	15±6		37±23		
Hydroptilidae	22,2±34,2						
Leptoceridae							
Odontoceridae							
Philopotamidae	322,2±565,1				4±6		
Nematelminthes							
Nematoda							
Platyelminthes							
Planariidae					4±6		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 22. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2005 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Oligochaeta	30±51	2426±1203	1084,4±2232,5	63±39	20774±9681	3852±1736
Arthropoda						
Insecta						
Collembola	4±6					
Coleoptera						
Elmidae	119±28	4±6	2,2±5,0	4±6		
Diptera						
Ceratopogonidae		389±635		30±28	7±6	
Chironomidae	930±185	12493±5329	2302,2±1812,4	9985±6586	31215±5938	1400±814
Empididae	41±42	52±50		78±88		
Simuliidae	278±434	4±6	1680±1514,5			
Psychodidae	4±6	30±34			22±11	85±6
Tipulidae						4±6
Ephemeroptera						
Baetidae	622±223	19±23	28,9±30,0	281±187		
Leptohyphidae	78±11					
Leptophlebiidae	15±6			7±13		
Heteroptera						
Naucoridae	22±22					
Megaloptera						
Corydalidae	4±6			11±11		
Odonata						
Coenagrionidae	4±6					
Gomphidae			6,7±9,9			
Libellulidae			2,2±5,0			
Plecoptera						
Perlidae	22±29					
Gripopterygidae	4±6					
Trichoptera						
Glossosomatidae	4±6		8,9±19,9	15±17		
Helicopsychidae	22±38					
Hydrobiidae	15±17					
Hydropsychidae	30±26		113,3±94,7			
Hydroptilidae			2,2±5,0	4±6		
Mollusca						
Bivalvia			6,7±14,9			
Gastropoda		4±6				
Plamorbiidae					4±6	
Physidae					4±6	
Nemathelminthes						
Nematoda		4±6		7±13		7±13
Platyelminthes						
Planariidae	22±29					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 23. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2005 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	11±19			4±6	485±795	4±6	59±28	22±29
Oligochaeta	55767±79833	13,3±29,8			8078±4724	52±6	33±33	107±34
Arthropoda								
Arachnida								
Hydracarina			4±6					
Crustacea								
Decapoda						4±6		
Insecta								
Collembola	37±64							4±6
Coleoptera								
Elmidae	57,8±24,1	189±179	1126±969			141±158	70±57	
Hydrophilidae		15±26				4±6		
Dytiscidae	2,2±5,0	4±6						
Staphylinidae	15,6±24,3	7±13						
Diptera								
Ceratopogonidae	2,2±5,0	44±68			66±53	19±17		
Chironomidae	181±32	1431,1±698,6	2748±3609	319±122	21345±16994	1733±1670	1900±309	2644±1696
Empididae	6,7±6,1	37±6					26±17	26±13
Psychodidae							4±6	
Simuliidae	360±430,9	59±03	37±36			7±6	381±440	15±17
Ephemeroptera								
Tipulidae		7±6	7±6					
Baetidae	15±26	75,6±109,3	133±69	430±93		367±270	52±17	596±440
Caenidae		7±13				33±48		
Leptophyphidae	7±13	8,9±9,3	1863±1900	307±17		52±45	107±42	11±19
Leptophlebiidae		44,4±63,3	74±101	1056±192		70 ± 6	48±23	
Heteroptera								
Naucoridae	4±6	15,6±21,7	26±13			4±6	7±6	
Notonectidae		2,2±5,0				26±36		
Veliidae		2,2±5,0						
Lepidoptera								
Pyralidae		37±64	63±56				7±13	
Megaloptera								
Corydalidae		2,2±5,0	4±6	33±11			7±6	
Odonata								
Calopterygidae		4,4±9,9				4±6		4±6
Coenagrionidae		8,9±14,5	7±13	11±1		4±17	4±6	
Gomphidae		13,3±24,1	7±13			15±13	7±6	
Libellulidae		8,9±9,3	15±6	4±6		104±97	11±11	
Plecoptera								
Perlidae		37,8±50,7	7±13	52±26				
Trichoptera								
Glossosomatidae		17,8±20,2	11±19	22±38			4±6	15±13
Hydropsychidae		28,9±32,0	148±133	989±48		85±100	33±29	16041±14736
Hydrotilidae		22,2±32,4	41±28	7±6	4±8		7±6	59±65
Hydrobiosidae		4,4±6,1	7±13					
Helicopsychidae							4±6	11548±20002
Leptoceridae		2,2±5,0	7±6		4±8	119±205		15±17
Odontoceridae		15,6±21,7						
Philopotamidae		2,2±5,0	11±19	696±140			7±6	
Polycentropodidae		8,9±19,9	7±13			15±26		4±6
Polymitarcyidae						26±36		
Mollusca								
Gastropoda						770±423		81±141
Thiaridae					18±31			
Bivalvia					547±879	389±549		496±302
Nemathelminthes								
Nematoda							4±6	4±6
Platyelminthes								
Planariidae	7±6			41±34	13±23			

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 24. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2005 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea	2,2±5,0			11±19			
Oligochaeta	553,3±917,4	4±6	341±202	71±46	19±17	215±343	819±1014
Arthropoda							
Insecta							
Coleoptera							
Elmidae	68,9±49,3	7±13	59±46		96±36		
Hydrophilidae	66,7±149,1	63±55					4±6
Diptera							
Ceratopogonidae	28,9±58,6	26±36	7±6	13±23	7±6		
Chironomidae	3186,7±2926,0	1796±1418	1974±723	772±424	785±639	4467±2589	5137±6589
Empididae	26,7±53,6	7±6	19±17		7±6		
Simuliidae	2895,6±4235,3	56±33	152±119		174±225		
Tipulidae			15±17		4±6		
Ephemeroptera							
Baetidae	1806,7±2567,5	19±32	878±406	9±15	148±67	411±145	359±370
Caenidae	28,9±64,6						
Leptohyphidae	382,2±466,4	11±11	296±151		274±90	4±6	7±13
Leptophlebiidae	277,8±223,2	4±6	141±79		352±86		
Polymitarcyidae							
Heteroptera							
Corixidae							
Naucoridae	20,0±18,3	22±19	19±6		4±6		111±192
Notonectidae							11±11
Veliidae	2,2±5,0						
Lepidoptera							
Pyralidae	4,4±9,9			104±61			
Megaloptera							
Corydalidae				4±6			
Odonata							
Coenagrionidae	13,3±24,1		67±51		15±26		
Calopterygidae							
Gomphidae	22,2±49,7	15±6	30±28	4±8	15±17		4±6
Libellulidae	62,2±71,4		4±6	4±8	4±6		4±6
Plecoptera							
Perlidae			7±6		41±34		
Trichoptera							
Glossosomatidae			11±1		385±445		
Hydrobiosidae	2,2±5,0						
Hydropsytilidae	26,7±47,5		26±28		11±11		4±6
Hydropsychidae	166,7±174,8	11±11	59±61		481±520		
Helicopsychidae		7±13	4±6		41±71	4±6	
Leptoceridae	55,6±124,2		19±13		7±13		4±6
Odontoceridae					4±6		
Philopotamidae	1044,4±1213,3	7±13	30±26		922±1184		
Polycentropodidae	6,7±14,9	4±6	15±6		19±23		
Mollusca							
Gastropoda			41±26	9±8		7±13	15±26
Ampullariidae				4±8			
Hydrobiidae				13±23			
Thiaridae				4±8			
Bivalvia	2,2±5,0		44±11	40±46	11±11		
Nemathelminthes							
Nematoda							
Platyelminthes							
Planariidae			4±6				

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 25. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2005 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea		26±6		141±57		
Oligochaeta	404±488	6944±4667	6,7±6,09	8041±7490	163±34	481±186
Arthropoda						
Arachnida						
Hydracarina				22±38		
Insecta						
Collembola		4±6		37±46		
Coleoptera						
Elmidae	59±17	44±22		11±11		
Dryopidae			15,6±23			
Dytiscidae		4±6		4±6		
Gyrinidae				4±6		
Hydrophilidae	33±33	4±6		11±11		
Staphylinidae		4±6		4±6		
Diptera						
Ceratopogonidae	4±6	489±659		589±550	70±61	
Chironomidae	181±134	8856±12990	168,9±129	9819±8405	13796±17343	1437±1847
Dixidae				4±6		
Empididae	30±42	56±78		41±23	4±6	
Psychodidae	4±6	30±23		204±315	52±90	
Simuliidae	52±45	11±19			11±11	
Tabanidae		4±6				
Tipulidae	4±6			4±6		
Ephemeroptera						
Baetidae	385±183	259±420	28,9±25,6	81±23		
Leptohyphidae	107±78	4±6			4±6	
Leptophlebiidae						
Polymitarcyidae			311,1±438,2			
Heteroptera						
Gerridae	4±6					
Naucoridae	19±17				4±6	
Veliidae						
Lepidoptera					4±6	
Pyralidae						
Megaloptera						
Corydalidae		4±6				
Odonata						
Calopterygidae			2,2±5			
Coenagrionidae				4±6		
Gomphidae	4±6			4±6		
Libellulidae				4±6		
Plecoptera						
Gripopterygidae			11,1±24,9			
Trichoptera						
Calamoceratidae	4±6					
Ecnomidae			2,2±5			
Glossosomatidae				4±6		
Hydropsychidae	7±6	7±6		4±6		
Hydroptilidae	30±17			11±11		
Hydroscaphidae			33,3±49,7			
Mollusca						
Gastropoda			13,3±18,3	122±73		
Planorbidae	4±6	33±40				
Bivalvia				19±17		
Nemathelminthes						
Nematoda			6,7±14,9			
Platyelminthes						
Planariidae	81 ± 51	4±6				

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 26. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2005 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea		11,1±0,00	4±6	7±16				4±6
Oligochaeta	43699±59193	18,5±17	15±26	63±6		67 ± 59	19 ± 13	541±199
Arthropoda								
Insecta								
Coleoptera		140,7±128,3		19±32				
Dryopidae				244±230	1700±1294			
Dytiscidae	4±8				4±6			
Elmidae						26 ± 17	19 ± 6	
Gyrinidae								
Hydraenidae	4±8							
Hydropschidae		51,9±50,1						
Hydrophilidae			11±19					
Lutrochidae		7,4±12,8						
Psephenidae					4±6			
Diptera								
Staphilinidae	26±35							7±13
Ceratopogonidae	4±8		7±6	19±6				
Chironomidae	9±8	307,4±100,2	3544±4188	159±76	13 ± 13	4 ± 6	4 ± 6	511±713
Dolichopodidae	9±15					219 ± 235		
Empididae			37±17					
Muscidae					4±6			7±13
Simuliidae						122 ± 212	1096 ± 645	
Tabanidae	4±8							
Tipulidae			7±13	4±6				
Psychodidae	4±8							
Ephemeroptera								
Baetidae		92,6±131,6	104±39	781±123		152 ± 90	52 ± 17	263±210
Caenidae			15±26	4±6				
Leptohyphidae			448±139	1333±823				
Leptophlebiidae			48±83	933±585				
Polymitarcyidae		174,1±71,4	4±6					
Heteroptera								
Corixidae				7±13				
Hebridae		3,7±6,42						
Gerridae			4±6					
Naucoridae		3,7±6,4	56±19	100±40				
Notonectidae								4±6
Veliidae			7±13			44 ± 11		7±6
Lepidoptera								
Pyralidae		11,1±19,2	11±11	126±199				
Megaloptera								
Corydalidae				19±13				
Odonata								
Calopterygidae		3,7±6,4						
Coenagrionidae				15±17				
Gomphidae		7,4±12,8	7±13	4±6				
Libellulidae			4±6	7±6				4 ± 6
Plecoptera								
Perlidae				56±11				7 ± 6
Trichoptera								
Economidae		18,5±32,1		7±13				
Glossosomatidae				11±11				
Hydropsychidae			19±13	619±447				
Hydroptilidae		66,7±19,2	33±22	126±101		7 ± 13	56 ± 29	3722±5268
Helicopsychidae				381±404				
Leptoceridae			48±57					
Philopotamidae			4±6	167±113				30 ± 23
Polycentropodidae			11±19					4 ± 6
Mollusca								
Gastropoda				1304±637		122 ± 88		
Planorbidae				641±721				

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 27. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2005 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea	3,7±6,4						
Oligochaeta	11,1±11,1		30±28	22±38	152±83		15±26
Arthropoda							
Arachnida							
Hydracarina		4±6					
Crustacea							
Isopoda			514,8±275,8				
Insecta							
Collembola						41±61	
Coleoptera							
Dryopidae	92,6±57						
Elmidae			15±13	4±6	63±34	4±6	115±199
Gerridae							11±19
Lutrochidae	29,6±25,7						
Hydroscaphidae	74,1±78						
Hydrophilidae			4±6	4±6	22±22		
Psephenidae				4±6	4±6		
Staphilinidae				7±13			
Diptera							
Ceratopogonidae				4±6		7±13	4±6
Chironomidae	1000±616,7	319±202	70±28		144±84	7±6	26±45
Dolichopodidae				4±6			
Simuliidae			256±443		7±13		
Tipulidae			4±6	4±6			
Veliidae			33±58		4±6		
Ephemeroptera							
Baetidae	192,6±54,8	26±28	167±157	4±6	30±26	11±11	7±6
Leptohyphidae			11±0		56±11		4±6
Leptophlebiidae					78±135		
Polymitarcyidae	451,9±390,4				4±6		
Heteroptera							
Lepidoptera							
Corixidae				19±23		15±17	178±244
Pyralidae							4±6
Odonata							
Hydrometridae	40,7±33,9						
Calopterygidae	11,1±11,1						
Naucoridae			4±6		7±6		
Gomphidae		4±6			7±6		
Libellulidae			4±6	7±13	4±6		
Plecoptera							
Gripopterygidae	7,4±12,8						
Perlidae					4±6		
Trichoptera							
Calamoceratidae	3,7±6,42						
Hydropsychidae	3,7±6,4		4±6	4±6	26±17		4±6
Hydroptilidae	403,7±462,6						
Philopotamidae			11±11	4±6	63±26		
Polycentropodidae							
Mollusca							
Gastropoda	3,7±6,4	63±32	7±6		78±40		
Neritidae	759,3±932,6						
Bivalvia	22,2±11,1	19±13	22±22	11±11	19±13	4±6	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 28. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2006 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea	19±17	7±13				
Oligochaeta	200±109	93±141	14,8±25,7	559±739	48±42	278±246
Arthropoda						
Arachnida						
Hydracarina						4±6
Insecta						
Collembola				7±13		
Coleoptera						
Elmidae	181±85	4±6				
Gyrinidae	7±6					
Hydrophilidae		4±6				
Hydroscaphidae			7,4±12,8			
Diptera						
Ceratopogonidae	11±11					
Chironomidae	552±276	504±776	100,0±144,4	722±943	5244±4051	752±244
Empididae	7±6			7±6		
Simuliidae	752±1151			30±42		
Psychodidae	4±6	15 ± 26		4±6	67±40	44±0
Tabanidae		4±6				
Tipulidae						4±6
Ephemeroptera						
Baetidae	389±241	15±17		396±512		
Caenidae	52±90					
Leptocephalidae	81±28					
Polymitarcidae			3,7±6,4			
Heteroptera						
Naucoridae	11±19					
Megaloptera						
Corydalidae		4±6		4±6		
Odonata						
Calopterygidae	4±6					
Libellulidae	7±6					
Gomphidae	22±29	7±13				
Plecoptera						
Gripopterygidae	30±42					
Perlidae	7±6					
Trichoptera						
Calamoceratidae	7±13					
Leptoceridae	4±6					
Hydropsychidae	7±13			130 ± 167		
Hydroptilidae	233±158					
Nematelmintes						
Nematoda	4±6		3,7±6,4			
Platyelminthes						
Planariidae	63±34	4±6				

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 29. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2006 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	7±13				67±38		7±13	41±61
Oligochaeta	4904±2547		52±34	137 ± 199	3278±2693	85±79	4±6	200±156
Arthropoda								
Insecta								
Coleoptera								
Elmidae			130±45	163±39		52±23	26±26	4±6
Hydrophilidae			4±6					
Staphilinidae		15±13						
Diptera								
Ceratopogonidae			11±11	7±13			4±6	
Chironomidae	93±83		1904 ± 450	244 ± 340	7±13	252±324	89±29	567±248
Culicidae							4±6	
Empididae			4±6					
Simuliidae			63±45	115±180			181±153	19±23
Tipulidae			19±6	4±6				
Ephemeroptera								
Baetidae	4±6		415±239	259±130		15±6	278±164	
Leptohyphidae			848±515	122±67		7±13		
Leptophlebiidae			204±71	52±34			22±11	
Heteroptera								
Corixidae						15±26	4±6	
Naucoridae			63±32	30±26			4±6	
Lepidoptera								
Pyralidae			4±6					
Megaloptera								
Corydalidae				15±13				
Odonata								
Coenagrionidae					4±6			
Libellulidae			22±38	19±23		4±6	7±13	
Plecoptera								
Perlidae			7±13	11±0				
Trichoptera								
Hydrobiosidae			4±6					
Hydropsychidae			115±107	174±205			11±11	15±17
Hydroptilidae			81±72					4±6
Helicopsychidae			4±6					
Leptoceridae			7±6			4±6		
Odontoceridae			4±6					
Philopotamidae			89±107	4±6				
Mollusca								
Gastropoda				370±439		263±231		
Bivalvia				19±32				63±100
Platyelminthes								
Planariidae				59±55		11±11		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 30. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2006 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea	22,2±38,5						
Oligochaeta		4±6	7±13	15±17	7±6	115 ± 199	22±22
Arthropoda							
Crustacea							
Isopoda	174,1±175,8						
Insecta							
Collembola	14,8±25,7						
Isotomidae	44,4±67,6						
Coleoptera							
Dryopidae	85,2±78,0						
Elmidae		4±6	26±36	4±6	33±58		4±6
Lutrochidae	3,7±6,4						
Hydroscaphidae	140,7±150,9						
Diptera							
Ceratopogonidae					4±6		11±11
Chironomidae	1118,5±517,9	611±617	33±58	7±6	107±74	15 ± 26	200±78
Culicidae							
Dixidae	3,7±6,4						
Muscidae			4±6				
Simuliidae			237±334	7±13	70±57		4±6
Tipulidae							
Ephemeroptera							
Baetidae	200,0±172,5	37±55	148±141		52±36		
Leptophlebiidae			289±193		315±268		19±17
Leptohyphidae		4±6	96±82	4±6	78±22		11±11
Oligoneuriidae			4±6		4±6		
Polymitarcyidae	722,2±811,1		4±6				78±11
Heteroptera							
Corixidae							
Hydrometridae	14,8±25,7		4±6	15±6		11±11	
Naucoridae							
Megaloptera							
Corydalidae				7±13			
Odonata							
Gomphidae					7±13		4±6
Libellulidae					7±13	4±6	4±6
Plecoptera							
Gripopterygidae	3,7±6,4						
Perlidae				4±6			
Trichoptera							
Ecnomidae	3,7±6,4						
Glossosomatidae							
Helicopsychidae							
Hydropsychidae	3,7±6,4						
Hydroptilidae	1196,3±1122,3	4±6	159±151	15±17	70±103		4±6
Leptoceridae							
Philopotamidae			22±19	7±13	11±9	93±85	
Polycentropodidae						11±11	
Mollusca							
Gastropoda	40,7±52,5			4±6	59±103	4±6	
Planorbidae							19±32
Neritidae							37±39
Bivalvia						30±51	
Sphaeridae	3,7±6,4						11±19
Nemathelminthes	1585,2±1664,3						
Nematoda	7,4±12,8						

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 31. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2006 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea						
Oligochaeta	33,3±33,3	777,8±638,6	11,1±11,1	255,6±173,2	437,0±317,7	351,9±151,7
Arthropoda						
Insecta						
Collembola	0,0±0,0		14,8±25,7			
Coleoptera						
Dryopidae			29,6±17,0			
Elmidae	188,9±173,2	18,5±17,0		25,9±17,0		
Hydroscaphidae			40,7±42,1			
Diptera						
Ceratopogonidae	37,0±44,9			7,4±6,4		
Chironomidae	796,3±377,8	2451,9±399,1	574,1±840,4	1092,6±175,8	11681,5±11017	6900,0±2955,6
Empididae	59,3±33,9	66,7±58,8		25,9±28,0		
Simuliidae	263,0±266,7	7,4±12,8				
Psychodidae		3,7±6,4		3,7±6,4	77,8±38,5	33,3±11,1
Tipulidae	3,7±6,4					
Ephemeroptera						
Baetidae	429,6±168,3	429,6±293,2	3,7±6,4	7,4±12,8		
Leptophyphidae	114,8±80,4	11,1±11,1		3,7±6,4		
Polymitarcyidae			281,5±117,8			
Heteroptera						
Naucoridae	7,4±12,8					
Veliidae		11,1±19,2				
Megaloptera						
Corydalidae		18,5±23,1		18,5±17,0		
Odonata						
Coenagrionidae			3,7±6,4			
Libellulidae		3,7±6,4				
Plecoptera						
Perlidae	11,1±11,1					
Trichoptera						
Ecnomidae			14,8±25,7			
Leptoceridae	7,4±12,8					
Hydropsychidae	70,4±51,3	7,4±12,8		207,4±252,7		
Hydroptilidae	3,7±6,4					
Platyelminthes						
Planariidae	14,8±25,7					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 32. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2006 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	700,0±283,5				340,7±84,1			18,5±17,0
Oligochaeta	43414,8±8653,4		29,6±25,7	548,1±827,5	840,7±259,5	48,1±6,4	7,4±6,4	470,4±499,7
Arthropoda								
Crustacea								
Isopoda		7,4±12,8						
Decapoda						3,7±6,4		
Insecta								
Collembola		3,7±6,4						
Isotomidae		3,7±6,4						
Coleoptera								
Elmidae			18,5±17,0	837,0±692,9			3,7±6,4	40,7±17,0
Dryopidae		7,4±6,4						
Hydroscaphidae		7,4±12,8						
Diptera								
Ceratopogonidae				7,4±12,8			7,4±12,8	
Chironomidae	4925,9±6156,1		1085,2±782,6	918,5±491,4	1218,5±1450,4	192,6±118,8	344,4±100,0	2233,3±2541,2
Simuliidae				1614,8±2034,0			229,6±161,1	59,3±93,2
Tipulidae			14,8±12,8	14,8±25,7				
Ephemeroptera								
Baetidae		3,7±6,4	63,0±12,8	570,4±461,4	92,6±115,6	37,0±33,9	25,9±6,4	666,7±578,3
Caenidae						7,4±12,8		
Leptohyphidae			59,3±23,1	137,0±61,2				229,6±397,7
Leptophlebiidae				274,1±158,0			144,4±48,4	111,1±33,3
Heteroptera								33,3±33,3
Naucoridae			55,6±40,1	33,3±48,4			3,7±6,4	
Lepidoptera								
Pyralidae					3,7±6,4			
Megaloptera								
Corydalidae					96,3±64,2			3,7±6,4
Odonata								
Calopterygidae			3,7±6,4					
Coenagrionidae					3,7±6,4			
Gomphidae					3,7±6,4		3,7±6,4	
Libellulidae	18,5±23,1					14,8±17,0	18,5±32,1	3,7±6,4
Plecoptera								
Grypopterigidae			3,7±6,4					7,4±12,8
Perlidae								
Trichoptera								
Ecnomidae			3,7±6,4					
Glossosomatidae					3,7±6,4			
Hydropsychidae				85,2±78,0	1192,6±907,1	33,3±57,7	29,6±23,1	181,5±225,1
Hydroptilidae		3,7±6,4		3,7±6,4		3,7±6,4		7018,5±9965,3
Leptoceridae						3,7±6,4		
Polymitarcyidae							66,7±29,4	3,7±6,4
Mollusca								
Gastropoda	244,4±266,9				18,5±17,0	14,8±17,0	74,1±70,6	
Bivalvia					14,8±25,7	325,9±282,5	51,9±33,9	88,9±134,7
Nematelminthes								266,7±340,5
Nematoda		3,7±6,4						
Platyelminthes								
Planariidae					40,7±51,3			

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 33. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2006 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea	18,5±23,1						
Oligochaeta	7,4±12,8		3,7±6,4		3,7±6,4		485,2±783,3
Arthropoda							
Crustacea							
Isopoda	14,8±12,8						
Insecta							
Collembola	7,4±12,8						
Isotomidae	85,2±28,0						
Coleoptera							
Elmidae		14,8±17,0	25,9±25,7		66,7±50,9		
Dryopidae	144,4±77,8				3,7±6,4		
Dytiscidae							
Hydroscaphidae	77,8±57,7						
Lutrochidae	7,4±12,8						
Psephenidae					7,4±6,4		
Diptera							
Ceratopogonidae		14,8±17,0				7,4±6,4	14,8±17,0
Chironomidae	663,0±436,4	859,3±227,8	114,8±50,1	81,5±44,9	37,0±39,0	1111,1±413,8	1259,3±1064,6
Empididae		3,7±6,4					
Psychodidae			3,7±6,4				
Simuliidae		7,4±6,4	74,1±55,9	3,7±6,4	63,0±57,0		
Staphylinidae							
Tipulidae			33,3±29,4		14,8±17,0		
Ephemeroptera							
Baetidae	181,5±23,1	66,7±61,9	77,8±29,4	7,4±12,8	7,4±6,4	37,0±25,7	25,9±17,0
Caenidae		11,1±11,1					
Leptophyphidae		11,1±11,1	125,9±109,1	3,7±6,4	225,9±335,2		14,8±12,8
Leptophlebiidae		44,4±38,5	444,4±152,8	11,1±11,1	100,0±77,0		
Polymitarcyidae	529,6±461,4				3,7±6,4		
Heteroptera							
Belostomatidae	3,7±6,4						
Hydrometridae	7,4±6,4						
Naucoridae			3,7±6,4	33,3±11,1	3,7±6,4		
Notonectidae					3,7±6,4		
Veliidae						3,7±6,4	
Megaloptera							
Corydalidae				7,4±6,4			
Odonata							
Calopterygidae	7,4±6,4						
Libellulidae		3,7±6,4	7,4±6,4		7,4±12,8	7,4±12,8	3,7±6,4
Plecoptera							
Perlidae				7,4±6,4			
Trichoptera							
Hydropsychidae	3,7±6,4	7,4±12,8	44,4±29,4		66,7±50,9		
Hydroptilidae	174,1±50,1	7,4±12,8					
Leptoceridae		3,7±6,4	3,7±6,4				
Philopotamidae		3,7±6,4					
Mollusca							
Gastropoda	3,7±6,4		37,0±28,0		11,1±19,2	55,6±69,4	3,7±6,4
Neritidae	274,1±369,9						
Sphaeridae	18,5±17,0						
Bivalvia				11,1±11,1			
Nemathelminthes					40,7±39,0		18,5±17,0
Nematoda							
Platyelminthes							
Planariidae							

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 34. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2006 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea		3,7±6,4			11,1±19,2	
Oligochaeta	66,7±55,6	670,4±921,4	18,5±17,0	318,5±320,8	3892,6±2611,5	4788,9±2744,5
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera						
Elmidae	133,3±50,9		14,8±25,7			
Diptera						
Ceratopogonidae	11,1±19,2	7,4±6,4		92,6±51,3		
Chironomidae	1137,0±508,9	5933,3±4026,3	81,5±89,8	1603,7±505,0	5418,5±3232,6	796,3±570,3
Empididae	11,1±11,1	18,5±23,1	11,1±19,2			
Simuliidae	896,3±855,1	11,1±19,2	274,1±238,4			
Psychodidae	3,7±6,4	11,1±11,1			266,7±61,9	25,9±12,8
Ephemeroptera						
Baetidae	1229,6±489,6	74,1±71,4	100,0±136,5	137,0±103,2		
Leptohyphidae	151,9±97,1					
Leptophlebiidae	7,4±6,4					
Megaloptera						
Corydalidae	3,7±6,4	3,7±6,4				
Odonata						
Libellulidae	3,7±6,4		7,4±12,8			
Plecoptera						
Perlidae	25,9±12,8					
Gripopterygidae	11,1±19,2					
Trichoptera						
Glossosomatidae	3,7±6,4					
Leptoceridae	3,7±6,4					
Hydrobiosidae	3,7±6,4					
Hydropsychidae	114,8±84,1		29,6±51,3			
Hydroptilidae				11,1±11,1		
Mollusca						
Gastropoda		11,1±19,2			7,4±12,8	40,7±61,2
Physidae		14,8±17,0		311,1±178,8		
Platyelminthes						
Planariidae	51,9±17,0					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 35. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2006 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	1707,4±2007,2		18,5±17,0		337,0±370,2		55,6±29,4	25,9±28,0
Oligochaeta	37925,9±17358,8		44,4±22,2	66,7±115,5	477,8±178,8		7,4±12,8	733,3±545,7
Arthropoda								
Insecta								
Coleoptera								
Dytiscidae		7,4±6,4						
Elmidae		18,5±12,8	277,8±280,4	959,3±550,8		40,7±33,9	37,0±12,8	
Gyrinidae			3,7±6,4					
Hydrophilidae			3,7±6,4					
Psephenidae				3,7±6,4				
Diptera								
Ceratopogonidae		37,0±33,9	37,0±23,1	3,7±6,4		3,7±6,4		14,8±17,0
Chironomidae	14,8±25,7	1433,3±1044,6	2877,8±2631,5	166,7±125,2	514,8±408,6	281,5±359,1	344,4±292,1	2122,2±1031,4
Empididae		18,5±32,1	77,8±55,6				3,7±6,4	
Psychodidae							3,7±6,4	
Simuliidae			7,4±6,4	170,4±228,3		3,7±6,4	18,5±17,0	22,2±38,5
Tipulidae			44,4±50,9	7,4±12,8		3,7±6,4		
Ephemeroptera								
Baetidae		3,7±6,4	40,7±51,3	807,4±550,5		85,2±138,0	174,1±28,0	81,5±122,4
Euthyplociidae		3,7±6,4						
Leptophyphidae		14,8±12,8	1051,9±969,3	844,4±429,2		22,2±38,5	129,6±72,3	196,3±86,3
Leptophlebiidae		33,3±38,5	51,9±71,4	1125,9±380,1		48,1±35,7	44,4±40,1	
Polymitarcyidae						7,4±12,8		
Heteroptera								
Naucoridae		3,7±6,4	107,4±95,8	7,4±6,4	55,6±48,4	3,7±6,4	18,5±17,0	
Pleidae		25,9±35,7						25,9±44,9
Veliidae								
Lepidoptera				74,1±99,6				
Pyralidae								
Megaloptera								
Corydalidae					33,3±33,3		7,4±6,4	
Odonata								
Calopterygidae								3,7±6,4
Coenagrionidae							3,7±6,4	
Gomphidae		25,9±17,0	3,7±6,4				3,7±6,4	18,5±6,4
Libellulidae		3,7±6,4	70,4±112,4	11,1±11,1				14,8±17,0
Megapodagrionidae		25,9±35,7						
Plecoptera								
Perlidae			3,7±6,4	40,7±23,1				
Trichoptera								
Glossosomatidae			3,7±6,4					303,7±488,0
Hydropsychidae			140,7±121,9	729,6±417,0		3,7±6,4	11,1±0,0	522,2±500,0
Hydrotilidae			37,0±54,8				11,1±19,2	
Helicopsychidae								7,4±12,8
Leptoceridae								3,7±6,4
Odontoceridae		3,7±6,4	3,7±6,4					
Philopotamidae					407,4±247,0		51,9±52,5	7,4±6,4
Polycentropodidae			11,1±11,1					3,7±6,4
Mollusca								
Gastropoda					177,8±231,2	7,4±12,8	18,5±6,4	
Bivalvia					33,3±48,4	37,0±23,1	3,7±6,4	318,5±205,6
Platyelminthes								
Planariidae					74,1±44,9		7,4±6,4	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 36. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2006 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea	3,7±6,4					3,7±6,4	
Oligochaeta		7,4±12,8			22,2±29,4	844,4±77,0	2333,3±2651,8
Arthropoda							
Insecta							
Coleoptera							
Elmidae	66,7±72,9	11,1±19,2	14,8±25,7		177,8±205,8	3,7±6,4	3,7±6,4
Hydrophilidae				7,4±12,8			
Psephenidae					3,7±6,4		
Diptera							
Ceratopogonidae	14,8±12,8	18,5±17,0		33,3±29,4	18,5±23,1	114,8±145,0	11,1±11,1
Chironomidae	192,6±161,1	300,0±178,8	140,7±109,1	259,3±139,8	1837,0±1334,5	1151,9±1429,6	285,2±279,4
Culicidae							3,7±6,4
Empididae	11,1±11,1			3,7±6,4	3,7±6,4	11,1±11,1	
Psychodidae							
Simuliidae	996,3±711,8	159,3±227,8	63,0±67,0	18,5±12,8	1322,2±1291,3		
Tabanidae				29,6±6,4		3,7±6,4	
Tipulidae							
Ephemeroptera							
Baetidae	103,7±39,0	292,6±220,6	51,9±46,3	318,5±513,7	322,2±172,5	351,9±328,5	200,0±261,3
Leptohyphidae	288,9±309,7	7,4±12,8			240,7±189,3		
Leptophlebiidae	77,8±115,5	25,9±35,7	125,9±112,4	3,7±6,4	737,0±475,4		
Heteroptera							
Naucoridae	55,6±61,9	18,5±17,0	11,1±19,2		7,4±12,8	7,4±6,4	7,4±12,8
Veliidae	74,1±84,9						
Lepidoptera					3,7±6,4	3,7±6,4	
Pyralidae							
Megaloptera							
Corydalidae	3,7±6,4			7,4±6,4			
Odonata							
Gomphidae					14,8±12,8	3,7±6,4	
Libellulidae	77,8±72,9			3,7±6,4	22,2±22,2	18,5±23,1	3,7±6,4
Plecoptera							
Perlidae				3,7±6,4		122,2±173,6	
Trichoptera							
Glossosomatidae	3,7±6,4					59,3±17,0	
Hydrobiosidae						11,1±19,2	
Hydropsychidae	33,3±29,4	7,4±6,4	7,4±6,4			881,5±1145,3	3,7±6,4
Hydrotilidae						3,7±6,4	
Helicopsychidae		3,7±6,4					
Leptoceridae							
Philopotamidae	325,9±365,9	7,4±12,8	18,5±23,1	14,8±17,0	2307,4±2751,0	14,8±25,7	
Polycentropodidae					3,7±6,4		
Mollusca							
Gastropoda				33,3±19,2	22,2±38,5		200,0±200,0
Bivalvia				11,1±19,2	7,4±12,8	25,9±44,9	14,8±25,7

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 37. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2006 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea	3,7±6,4	11,1±19,2		188,9±83,9		
Oligochaeta	25,9±23,1	1100,0±1905,3	11,1±11,1	2633,3±1374,0	437,0±317,7	351,9±151,7
Arthropoda						
Arachnida						
Hydracarina				3,7±6,4		
Insecta						
Collembola			14,8±25,7			
Coleoptera						
Elmidae	148,1±52,5	14,8±25,7		7,4±12,8		
Dryopidae			29,6±17,0			
Hydroscaphidae			40,7±42,1			
Diptera						
Chironomidae	122,2±57,7	559,3±968,7	574,1±840,4	174,1±146,7	11681,5±11017,0	6900,0±2955,6
Empididae		3,7±6,4				
Simuliidae	85,2±119,8	63,0±109,1				
Psychodidae	11,1±19,2	3,7±6,4				
Ephemeroptera						
Baetidae	155,6±138,8	33,3±57,7	3,7±6,4	96,3±148,0		
Leptohyphidae		7,4±6,4		7,4±6,4		
Leptophlebiidae				7,4±6,4		
Polymitarcyidae			281,5±117,8			
Heteroptera						
Naucoridae		3,7±6,4				
Notonectidae				7,4±12,8		
Megaloptera						
Corydalidae		3,7±6,4		3,7±6,4		
Odonata						
Coenagrionidae			3,7±6,4			
Libellulidae		3,7±6,4				
Plecoptera						
Perlidae		14,8±12,8				
Trichoptera						
Ecnomidae			14,8±25,7			
Glossosomatidae				3,7±6,4		
Hydropsychidae	25,9±28,0	11,1±19,2		3,7±6,4		
Hydroptilidae				14,8±6,4		
Mollusca						
Gastropoda						
Physidae				7,4±6,4		
Pleuroceridae					77,8±38,5	
Platyelminthes						33,3±11,1
Planariidae	33,3±22,2			66,7±106,0		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 38. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2006 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	40,7±39,0				1255,6±569,1			
Oligochaeta	69125,9±2558,8		59,3±32,1	255,6±395,5	5400,0±7262,5	614,8±793,9	7,4±6,4	333,3±194,7
Arthropoda								
Insecta								
Collembola		3,7±6,4					18,5±32,1	
Isotomidae								
Coleoptera				233,3±106,0	377,8±181,9	55,6±67,6	7,4±12,8	7,4±6,4
Elmidae								
Dysticidae								40,7±17,0
Dryopidae								
Hydrophilidae	3,7±6,4							
Hydroscaphidae							181,5±225,1	
Diptera								
Ceratopogonidae	3,7±6,4	11,1±11,1	7,4±12,8					7,4±12,8
Chironomidae	129,6±177,2	218,5±71,4	74,1±46,3	866,7±883,8		3,7±6,4	344,4±100,0	22,2±29,4
Empididae			3,7±6,4					
Simuliidae		14,8±17,0						
Dolichopodidae						3,7±6,4		3,7±6,4
Tipulidae			18,5±17,0					
Ephemeroptera								
Baetidae	3,7±6,4	7,4±6,4	122,2±88,9				25,9±6,4	
Leptophyphidae		81,5±35,7	96,3±57,0					
Leptophlebiidae			96,3±57,0					
Polymitarcyidae							229,6±161,1	
Heteroptera								
Corixidae					3,7±6,4			
Naucoridae		11,1±19,2	33,3±33,3					
Megaloptera								
Corydalidae					7,4±12,8			
Odonata								
Gomphidae								
Libellulidae					3,7±6,4			
Plecoptera								
Gripopterygidae	3,7±6,4							
Perlidae					22,2±19,2			
Trichoptera								
Glossosomatidae								
Helicopsychidae					103,7±179,6			
Hydropsychidae	7,4±12,8	3,7±6,4	88,9±69,4					
Hydroptilidae								
Leptoceridae							3,7±6,4	111,1±33,3
Philopotamidae					59,3±93,2			
Policentropodidae								
Mollusca								
Gastropoda					55,6±96,2	29,6±42,1		3,7±6,4
Planorbidae					392,6±369,4			3,7±6,4
Nematoda								7,4±12,8
Platyelminthes								
Planariidae								

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 39. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2006 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Hirudinea	18,5±23,1	7,4±12,8			7,4±12,8		7,4±12,8
Oligochaeta	7,4±12,8				25,9±23,1	11,1±11,1	25,9±44,9
Arthropoda							
Crustacea							
Isopoda	14,8±12,8	11,1±11,1					
Insecta							
Collembola	7,4±12,8			3,7±6,4			
Isotomidae	85,2±28,0	3,7±6,4					
Coleoptera							
Dryopidae	144,4±77,8	14,8±17,0					
Elmidae					14,8±17,0	25,9±28,0	66,7±106,0
Hydroscaphidae	77,8±57,7	7,4±12,8					
Lutrochidae	7,4±12,8	3,7±6,4					
Diptera							
Ceratopogonidae				3,7±6,4			3,7±6,4
Chironomidae	663,0±436,4	859,3±227,8	33,3±38,5	7,4±12,8	92,6±89,1	3,7±6,4	92,6±160,4
Dolichopodidae				14,8±6,4			
Simuliidae			22,2±19,2		3,7±6,4	3,7±6,4	
Ephemeroptera							
Baetidae	181,5±23,1	66,7±61,9	7,4±12,8	122,2±100	3,7±6,4	22,2±11,1	7,4±12,8
Caenidae		11,1±11,1					
Leptophyphidae					14,8±17,0	3,7±6,4	
Leptophlebiidae			22,2±29,4	3,7±6,4	7,4±12,8		
Heteroptera							
Belostomatidae	3,7±6,4						
Hydrometridae	7,4±6,4						
Nauconidae					7,4±12,8		
Notonectidae				3,7±6,4		3,7±6,4	
Odonata							
Calopterygidae	7,4±6,4	14,8±17,0			7,4±6,4		
Libellulidae							
Plecoptera				3,7±6,4			
Perlidae							
Trichoptera							
Ecnomidae		3,7±6,4					
Hydrobiosidae					3,7±6,4		
Hydropsychidae	3,7±6,4	3,7±6,4					
Hydroptilidae	174,1±50,1	44,4±38,5					
Polymitarcyidae	529,6±461,4	7,4±6,4			7,4±6,4		
Mollusca							
Gastropoda	3,7±6,4					170,4±103,2	
Neritidae	274,1±369,9	3,7±6,4					
Physidae					33,3±57,7		81,5±141,1
Planorbidae					3,7±6,4		
Sphaeridae	18,5±17,0			22,2±29,4			14,8±25,7
Bivalvia							
Platyhelminthes							
Planariidae						3,7±6,4	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 40. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2007 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Oligochaeta	100±173,20	3,70±6,41		11,11±19,24	51,85 ± 39,02	59,5 ± 23,1
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera						
Elmidae	133,33±160,24			7,40±12,83		
Gyrinidae	14,81±25,66					
Diptera						
Chironomidae	22,22±3,37		3,7±6,4		100 ± 29,39	103 ± 57
Muscidae				7,40±12,83		
Psychodidae	25,92±6,41				37,03 ± 46,25	40,4 ± 44,9
Simulidae	18,51±32,07					
Ephemeroptera						
Baetidae	66,66±19,24			11,11±19,24		
Leptohyphidae	7,40±12,83			14,81±25,66		
Leptophlebiidae	7,40±6,41					
Heteroptera						
Naucoridae	7,40±6,41					
Vellidae		3,70±6,41				
Megaloptera						
Corydalidae	3,70±6,41					
Odonata						
Libellulidae	3,70±6,41	3,70±6,41				
Plecoptera						
Gripopterygidae	14,81±25,66					
Perlidae	22,22±19,24					
Trichopetra						
Hydropsychidae	11,11±11,11			29,62±51,32		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 41. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2007 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea					362,9±281,3			
Oligochaeta	1933,3±3348,6	14,8±25,7		92,5±132,5	396,±465	85±79	11,11±19,24	137,0±99
Arthropoda								
Insecta								
Coleoptera								
Elmidae		14,8±25,7		44,4±50,9		52±23	3,70±6,41	
Diptera								
Chironomidae	444,4±769,8	3,7±6,4		33,3±19,2	1381±986	252±324	3,70±6,41	11,1±11,1
Empididae					7,40±6,41			
Simuliidae		3,7±6,4		14,8±25,6				
Tipulidae				3,70±6,41			14,81±16,97	
Ephemeroptera								
Baetidae				111,1±58,7				3,70±6,41
Leptohyphidae				14,8±16,9		7±13		
Leptophlebiidae		7,4±12,8		281,4±93,1		15±6		
Heteroptera								
Corixidae						15±26		
Naucoridae						4±6		
Megaloptera								
Corydalidae				7,40±6,41				
Odonata								
Coenagrionidae								3,70±6,41
Gomphidae								
Libellulidae				3,70±6,41		4±6		
Trichoptera								
Hydrobiosidae				3,70±6,41				
Hydropsychidae				22,2±19,2	18,51±23,12			
Leptoceridae						4±6		3,70±6,41
Mollusca								
Gastropoda						263±231		
Planorbidae					7,40±6,41			3,70±6,41
Bivalvia					3,70±6,41			
Platyelminthes								
Planariidae						11±11		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 42. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em fevereiro de 2007 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas						
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Annelida							
Oligochaeta	3,7±6,4		55,55±96,2	15 ± 17		7,40±12,8	7,40±12,8
Arthropoda							
Insecta							
Coleoptera							
Elmidae	7,4±12,8	3,70±6,4	3,70±6,4	4 ± 6			
Hydrophilidae	3,7±6,4						
Diptera							
Ceratopogonidae				4 ± 6			
Chironomidae	11,1±0,0	25,92±44,9	70,37±78,8	7 ± 6	12,83±25,9	18,51±23,1	
Simuliidae	37,0±23,1			7 ± 13			
Tipulidae	3,7±6,4						
Ephemeroptera							
Baetidae	11,1±19,2		18,51±23,1		3,70±6,4		
Leptohyphidae	3,7±6,4		7,40±6,4	4 ± 6			
Leptophlebiidae	3,7±6,4		14,81±25,6		7,40±6,4		
Heteroptera							
Corixidae							
Naucoridae	3,7±6,4	3,70±6,4	11,1±11,1		3,70±6,4		
Odonata							
Gomphidae				7 ± 13			
Libellulidae				7 ± 13			
Trichoptera							
Hydropsychidae	3,7±6,4		3,70±6,4	15 ± 17	3,70±6,4		
Leptoceridae							
Philopotamidae		3,7±6,4		11 ± 9			
Mollusca							
Gastropoda			3,70±6,4	59 ± 103			
Platyelminthes							
Planariidae					3,70±6,4		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

abela 43. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2007 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea	255,6±308,1	11,1±0,0	63,0±67,0	237,0±186,7		
Oligochaeta		13448,1±9004,9	7,4±6,4	85,2±61,2	18,5±32,1	1785,2±3092,0
Arthropoda						
Insecta						
Collembola						
Isonychiidae	7,4±6,4		3,7±6,4	29,6±32,1		
Coleoptera						
Staphylinidae		3,7±6,4				
Diptera						
Chironomidae	266,7±243,7	13448,1±9004,9	51,9±89,8	500,0±243,7	61725,9±60847,7	4940,7±8557,6
Psychodidae					25,9±44,9	18,5±32,1
Ephemeroptera						
Baetidae	348,1±222,6	211,1±214,6	22,2±29,4	33,3±29,4		
Heteroptera						
Notonectidae			3,7±6,4			
Lepidoptera						
Pyralidae			7,4±12,8			
Odonata						
Calopterygidae		77,8±69,4	3,7±6,4			
Plecoptera						
Gripopterygidae				11,1±11,1		
Perlidae	29,6±32,1		3,7±6,4			
Trichoptera						
Polycentropodidae		29,6±23,1				
Mollusca						
Pomacea	11,1±11,1	3,7±6,4	1207,4±1071,5			
Neritidae	3,7±6,4					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 44. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2007 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea		74,1±55,9	3,7±6,4	118,5±205,3			63,0±28,0	263,0±436,4
Oligochaeta	15666,7±13359,5	18,5±17,0	14,8±12,8	55,6±67,6	66,7±67,6	18,5±12,8	3,7±6,4	540,7±588,0
Arthropoda								
Crustacea								
Isopoda			14,8±17,0					
Insecta								
Collembola		11,1±0,0					7,4±6,4	
Coleoptera								
Elmidae							7,4±12,8	
Dryopidae		88,9±29,4	70,4±84,1	3,7±6,4				
Staphilinidae		14,8±17,0		48,1±57,0				
Diptera								
Ceratopogonidae							300,0±189,5	
Chironomidae	7,4±12,8	166,7±80,1	381,5±187,4	1529,6±1613,7		403,7±128,3	863,0±714,4	11,1±11,1
Dyxidae		3,7±6,4						222,2±152,8
Empididae								
Ephemeroptera								
Baetidae		133,3±69,4		722,2±361,2			129,6±63,2	255,6±287,4
Polymitarcyidae							18,5±32,1	
Heteroptera								
Notonectidae				11,1±11,1			51,9±50,1	
Megaloptera				18,5±23,1				
Corydalidae								
Odonata								
Calopterygidae			11,1±11,1	7,4±12,8				
Gomphidae				37,0±46,3				
Megapodagrionidae	437,0±548,2		22,2±29,4	537,0±263,5	100,0±83,9		7,4±12,8	151,9±140,7
Plecoptera								
Gripopterygidae		7,4±12,8		59,3±93,2			7,4±12,8	
Perlidae						14,8±12,8	11,1±11,1	3,7±6,4
Trichoptera				7,4±12,8				
Ecnomidae			3,7±6,4	7,4±12,8				7,4±6,4
Glossosomatidae				3,7±6,4				
Helicopsichidae				396,3±304,8				
Hydrobiosidae			77,8±134,7					
Hydropsychidae	455,6±405,7				3,7±6,4			14,8±12,8
Hydroptilidae		25,9±12,8	3,7±6,4				3,7±6,4	
Policentropodidae		3,7±6,4						
Odontoceridae								
Mollusca								
Bivalvia						37,0±12,8	11,1±11,1	7,4±12,8
Planorbidae		22,2±29,4		3,7±6,4				3,7±6,4
Pomacea		14,8±17,0		51,9±28,0			118,5±44,9	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 45. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em maio de 2007 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas					
	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Annelida						
Hirudinea	733,3±468,3	29,6±51,3	25,9±23,1		3,7±6,4	7,4±12,8
Oligochaeta	7,4±12,8		18,5±23,1	1003,7±599,6	59,3±52,5	103,7±112,4
Arthropoda						
Insecta						
Collembola	25,9±17,0			7,4±12,8	18,5±17,0	
Coleoptera						
Dryopidae	811,1±414,1		3,7±6,4		300,0±197,5	3,7±6,4
Diptera						
Ceratopogonidae						
Chironomidae	818,5±132,6	470,4±489,9	288,9±250,2	214,8±25,7	951,9±362,8	81,5±35,7
Ephemeroptera						125,9±180,0
Baetidae	429,6±220,6	11,1±19,2	55,6±48,4	18,5±17,0	311,1±182,9	
Polymitarcyidae	3,7±6,4		7,4±12,8			
Heteroptera						
Naucoridae						3,7±6,4
Notonectidae	1296,3±622,3		44,4±50,9			3,7±6,4
Lepidoptera						
Piralydae						
Odonata						
Calopterygidae	33,3±0,0			7,4±12,8	40,7±61,2	3,7±6,4
Megapodagrionidae	88,9±50,9	3,7±6,4	3,7±6,4		22,2±29,4	
Plecoptera						
Gripopterygidae	33,3±22,2					
Perlidae						
Trichoptera						
Hydroptilidae	192,6±55,9				3,7±6,4	
Mollusca						
Gastropoda						
Bivalvia					3,7±6,4	
Planorbidae						3,7±6,4
Pomacea	259,3±164,9					22,2±11,1
Hydropsychidae						
Platyelminthes						
Planariidae			22,2±19,2	3,7±6,4		

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 46. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2007 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea	37,0±64,2					
Oligochaeta		33,3±33,3		177,8±307,9	385,2±140,7	3181,5±2028,3
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera						
Elmidae		3,7±6,4		3,7±6,4		
Collembola						
Isotamidae	100,0±77,8					
Diptera						
Ceratopogonidae		3,7±6,4	59,3±102,6	3,7±6,4	7,4±6,4	
Chironomidae	266,7±243,7	585,2±317,1	4696,3±8134,2	1540,7±1232,1	4607,4±3210,6	
Empididae			3,7±6,4			
Muscidae					3,7±6,4	
Psychodidae			22,2±38,5	85,2±42,1	44,4±29,4	
Simuliidae		3818,5±4018,0				
Ephemeroptera						
Baetidae	348,1±222,6		88,9±126,2	25,9±44,9		
Megaloptera						
Corydalidae	29,6±32,1					
Plecoptera						
Perlidae	11,1±11,1					
Trichoptera						
Hydropsychidae		37,0±44,9	18,5±32,1			
Mollusca						
Bivalvia			96,3±166,8	3,7±6,4		
Gastropoda					3,7±6,4	
Neritidae	11,1±11,1					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 47. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2007 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas							
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Annelida								
Hirudinea	2025,9±1569,0				3,7±6,4			3,7±6,4
Oligochaeta	16148,1±15584,0	11,1±11,1	11,1±11,1		55,6±96,2	3,7±6,4	37,0±64,2	37,0±64,2
Arthropoda								
Insecta								
Coleoptera								
Elmidae		18,5±17,0	385,2±220,6	163,0±201,9	3,7±6,4		18,5±17,0	3,7±6,4
Hidrophilidae		66,7±106,0						
Diptera								
Ceratopogonidae		14,8±12,8	25,9±25,7		14,8±12,8	18,5±23,1		63,0±109,1
Chironomidae	2500,0±966,2	496,3±353,2	922,2±374,7	200,0±346,4	3044,4±3204,3	107,4±52,5	363,0±366,7	1614,8±891,3
Empididae		170,4±229,4	14,8±17,0					
Simuliidae		125,9±218,1				3,7±6,4	7,4±12,8	
Tipulidae		7,4±6,4	7,4±6,4				3,7±6,4	
Ephemeroptera								
Baetidae		185,2±263,2	25,9±35,7	122,2±122,2	3,7±6,4	96,3±89,1	177,8±172,5	218,5±134,4
Leptohyphidae		129,6±124,9	63,0±33,9	92,6±123,9		3,7±6,4	11,1±19,2	
Leptophlebiidae		255,6±330,2		125,9±190,0	3,7±6,4	14,8±17,0	18,5±32,1	59,3±67,9
Heteroptera								
Naukoridae		3,7±6,4	7,4±6,4				7,4±12,8	
Megaloptera								
Corydalidae				25,9±35,7				3,7±6,4
Odonata								
Gomphidae			14,8±6,4	11,1±19,2				11,1±19,2
Libellulidae		3,7±6,4				3,7±6,4		
Plecoptera								
Perlidae		18,5±32,1		18,5±32,1				
Trichoptera								
Glossosomatidae		14,8±25,7						
Helicopsychidae		18,5±32,1				11,1±19,2		
Hydropsychidae		22,2±38,5		133,3±184,9				
Leptoceridae		25,9±44,9						
Philopotamidae				203,7±217,8		7,4±12,8	22,2±38,5	
Policentropodidae		7,4±6,4						
Polymitarcyidae						44,4±58,8		
Mollusca								
Bivalvia							11,1±11,1	18,5±23,1
Planorbiidae			3,7±6,4					
Platyelminthes								
Planariidae		3,7±6,4		59,3±93,2				

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 48. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em agosto de 2007 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas							
	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	
Annelida								
Oligochaeta	7,4±12,8			22,2±38,5	92,6±100,8	159,3±39,0	55,6±33,3	100,0±163,7
Arthropoda								
Insecta								
Coleoptera								
Elmidae	137,0±115,6	14,8±12,8				133,3±101,8		
Diptera								
Ceratopogonidae		11,1±11,1	3,7±6,4	81,5±122,4	11,1±11,1			
Chironomidae	177,8±154,0	3163,0±2057,2	281,5±487,5	122,2±154,4	170,4±121,9	88,9±88,2		
Simuliidae	229,6±155,7				355,6±549,9			
Tipulidae			7,4±12,8		3,7±6,4			
Ephemeroptera								
Baetidae	70,4±23,1	92,6±25,7	48,1±83,4			263,0±178,6		
Leptohyphidae	174,1±149,2	29,6±33,9	3,7±6,4		140,7±44,9			
Leptophlebiidae	377,±154,0	14,8±17,0	40,7±70,6		107,4±138,9			
Heteroptera								
Naucoridae	14,8±12,8	7,4±12,8			14,8±25,7			
Lepidoptera								
Piralydae	11,1±19,2							
Megaloptera								
Corydalidae					3,7±6,4			
Odonata								
Gomphidae				3,7±6,4	51,9±39,0	7,4±12,8	11,1±19,2	
Libellulidae	11,1±11,1	3,7±6,4		3,7±6,4	3,7±6,4			
Plecoptera								
Perlidae			7,4±12,8					
Trichoptera								
Hydropsytilidae	14,8±25,7				37,0±54,8			
Hydropsychidae	18,5±17,0	3,7±6,4			203,7±297,0			
Philopotamidae	503,7±450,3	40,7±39,0			33,3±40,1			
Polymirtacidae								
Mollusca								
Gastropoda					3,7±6,4			
Bivalvia	14,8±25,7		18,5±32,1	3,7±6,4	3,7±6,4	7,4±12,8	22,2±22,2	

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 49. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2007 no trecho alto do Rio das Velhas.

Taxa	Alto Velhas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Annelida						
Hirudinea		14,8±25,7	3,7±6,4	11,1±19,2		
Oligochaeta	125,9±86,3	43707,4±45201,7	214,8±206,2	977,8±836,9	351,9±67,9	488,9±483,2
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera						
Elmidae	237,0±86,3	22,2±19,2		18,5±12,8		
Hydrophilidae		3,7±6,4				
Diptera						
Ceratopogonidae	59,3±84,1	33,3±57,7		192,6±161,9	25,9±44,9	
Chironomidae	718,5±118,8	21622,2±13931,9	292,6±356,0	1022,2±604,9	13548,1±7923,1	1763,0±574,2
Empididae	7,4±12,8	133,3±50,9	11,1±11,1	100,0±90,9		92,5±27,9
Psychodidae		48,1±44,9				
Simulidae	166,7±83,9	51,9±55,9				
Ephemeroptera						
Baetidae	1070,4±161,9	1370,4±394,5	92,6±132,6	85,2±23,1		
Leptohyphidae	1051,9±518,9			174,1±132,6		
Leptophlebiidae	18,5±17,0			3,7±6,4		
Heteroptera						
Veliidae	3,7±6,4					
Megaloptera						
Corydalidae	7,4±6,4	7,4±6,4	7,4±12,8	14,8±17,0		
Odonata						
Libellulidae			11,1±19,2			
Gomphidae			14,8±25,7			
Plecoptera						
Perlidae	59,3±50,1					
Trichoptera						
Glossosomatidae			55,6±86,8	18,5±17,0		
Hidroptilidae		25,9±35,7		29,6±25,7		
Helicopsychidae				170,4±295,1		
Hydrobiosidae	33,3±29,4					
Hydropsychidae			266,7±405,5	344,4±539,9		
Leptoceridae				3,7±6,4		
Mollusca						
Gastropoda		40,7±28,0				
Bivalvia		3,7±6,4				
Platyelminthes						
Planariidae	259,3±95,8					

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 50. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2007 no trecho médio do Rio das Velhas.

Taxa	Médio Velhas						
	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Annelida							
Hirudinea	2025,9±1569,0					3,7±6,4	25,9±28,0
Oligochaeta	16148,1±15584,0	25,9±23,1	66,7±66,7	25,9±44,9	96,3±106,8	244,4±323,4	225,9±391,3
Arthropoda							
Insecta							
Coleoptera							
Elmidae	77,8±38,5	22,2±11,1	3,7±6,4	3,7±6,4	7,4±12,8	522,2±904,5	14,8±25,7
Dysticidae	14,8±6,4						
Hidrophilidae	18,5±32,1			218,5±378,5			
Diptera							
Ceratopogonidae		55,6±29,4			22,2±29,4	3,7±6,4	
Chironomidae	2500,0±966,2	296,3±128,8	170,4±51,3	66,7±115,5	40,7±39,0	292,6±294,5	329,6±570,9
Empididae							
Simuliidae	22,2±38,5	107,4±130,2					18,5±32,1
Tipulidae	11,1±19,2			3,7±6,4			
Ephemeroptera							
Baetidae	159,3±71,4	55,6±29,4	85,2±147,5				207,4±260,7
Caenidae						51,9±50,1	
Leptophyphidae	174,1±135,8	25,9±28,0	485,2±840,4			7,4±12,8	222,2±384,9
Leptophlebiidae	322,2±278,4	25,9±6,4	70,4±121,9				22,2±38,5
Heteroptera							
Naucoridae	3,7±6,4			29,6±51,3			
Lepidoptera							
Pyralidae						11,1±19,2	
Megaloptera							
Corydalidae			3,7±6,4				
Odonata							
Gomphidae		129,6±106,8			7,4±12,8		
Libellulidae	3,7±6,4	81,5±39,0	3,7±6,4				
Plecoptera							
Perlidae	7,4±12,8	25,9±44,9	3,7±6,4			37,0±64,2	
Trichoptera							
Glossosomatidae			133,3±230,9				
Helicopsychidae		3,7±6,4	14,8±25,7				3,7±6,4
Hydropsychidae	18,5±23,1		11,1±19,2			11,1±19,2	185,2±320,8
Leptoceridae	7,4±12,8		3,7±6,4				2777,8±3767,9
Philopotamidae		59,±74,0	96,3±166,8				
Policentropodidae	11,1±19,2					111,1±192,5	
Mollusca							
Bivalvia			14,8±25,7				3,7±6,4
Gastropoda						51,9±50,1	
Planorbidae							
Platyelminthes							
Planariidae		14,8±25,7	81,5±141,1				144,4±250,2

Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas

Tabela 51. Densidade média (ind/m²) e desvio padrão dos organismos coletados em novembro de 2007 no trecho baixo do Rio das Velhas.

Taxa	Baixo Velhas					
	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Annelida						
Hirudinea					18,5±6,4	
Oligochaeta	137,0±237,4	314,8±188,0	114,8±95,8	266,7±279,5	29,6±42,1	163,0±100,8
Arthropoda						
Insecta						
Coleoptera						
Elmidae	96,3±86,3	37,0±23,1		3,7±6,4	263,0±235,8	
Diptera						
Ceratopogonidae	14,8±25,7	51,9±44,9			18,5±17,0	3,7±6,4
Chironomidae	1663,0±1616,6	2833,3±3850,3	18,5±17,0	292,6±205,0	477,8±420,0	103,7±89,8
Empididae	3,7±6,4					
Simuliidae	2344,4±2011,9	7,4±12,8			33,3±33,3	
Tipulidae	59,3±102,6		37,0±23,1		129,6±170,1	
Ephemeroptera						
Baetidae	100,0±136,5	48,1±28,0	370,4±231,6	425,9±479,0	133,3±117,6	25,9±12,8
Caenidae						70,4±121,9
Leptohyphidae	448,1±757,1	48,1±28,0			622,2±560,9	559,3±968,7
Leptophlebiidae	7,4±12,8				325,9±295,9	407,4±705,7
Heteroptera						
Naucoridae		48,1±23,1	44,4±48,4		18,5±17,0	
Lepidoptera					29,6±42,1	
Pyralidae						
Megaloptera					7,4±6,4	
Corydalidae						
Odonata						
Gomphidae						
Libellulidae	477,8±549,2	3,7±6,4		3,7±6,4		
Plecoptera						
Perlidae	37,0±32,1				37,0±33,9	3,7±6,4
Trichoptera						
Hydropsychidae		3,7±6,4		3,7±6,4	422,2±389,2	229,6±397,7
Hydrotilidae	14,8±25,7	7,4±12,8				
Leptoceridae	285,2±474,8				7,4±12,8	
Philopotamidae	29,6±23,1	33,3±57,7		3,7±6,4		
Polycentropodidae					348,1±334,3	
Mollusca						
Gastropoda				688,9±812,0		7,4±12,8
Bivalvia	14,8±25,7	229,6±39,0		14,8±25,7	81,5±83,4	3,7±6,4
Platyelminthes						
Planariidae	3,7±6,4				3,7±6,4	111,1±192,5