



**UFOP**

Universidade Federal  
de Ouro Preto

# **Mestrado em Engenharia Ambiental**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental**

## **DISSERTAÇÃO**

### **A SAÚDE AMBIENTAL E AS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DE UMA REGIÃO DO MÉDIO RIO DOCE (MG)**

**Autor: Marcelo Marcos Magalhães**

**Ouro Preto, MG.**

**2010**



Universidade Federal de Ouro Preto  
Programa de Pós-Graduação Engenharia Ambiental  
Mestrado em Engenharia Ambiental

**Marcelo Marcos Magalhães**

**“A saúde ambiental e as condições de balneabilidade de uma região do  
Médio Rio Doce – MG”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título: “Mestre em Engenharia Ambiental – Área de Concentração: Saneamento Ambiental”

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vera Lúcia de Miranda Guarda  
Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Tania Gonçalves dos Santos

Ouro Preto, MG

2010



Ministério da Educação  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental  
ICEB - Campus - Morro do Cruzeiro  
Ouro Preto - MG - CEP 35.400-000  
Fone: (031)3559-1725  
E-mail: [proagua@iceb.ufop.br](mailto:proagua@iceb.ufop.br)

***“A saúde ambiental e as condições de balneabilidade de uma região do médio Rio Doce - MG”***

***Autor: Marcelo Marcos Magalhães***

Dissertação defendida e aprovada, em 10 de março de 2010, pela banca examinadora constituída pelos professores:

*V. Guarda*

Professora Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia de Miranda Guarda - Orientadora  
Universidade Federal de Ouro Preto

*Tânia Santos*

Professora Dr<sup>a</sup>. Tânia Gonçalves do Santos  
Centro Universitário do Leste de Minas Gerais

*Eduardo Mendes da Silva*

Professor Dr. Eduardo Mendes da Silva  
Universidade Federal da Bahia

*H. Mathias Peter Roeser*

Professor Dr. Hubert Mathias Peter Roeser  
Universidade Federal de Ouro Preto

## **Dedicatória**

*Dedico este trabalho a minha família, Priscila e Miguel, que fazem de mim uma pessoa melhor e mais forte.*

*Aos meus pais pelos exemplos de perseverança e fé.*

*À todas as pessoas que lutam pela natureza que ainda resiste.*

*"O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer."*

*-Albert Einstein-*

## **Agradecimentos**

À Profª Drª Vera Lúcia de Miranda Guarda pela confiança, incentivo e norteamento do meu trabalho.

À Profª Drª Tania Gonçalves dos Santos pela acolhida; fato que proporcionou o enriquecimento e conclusão da pesquisa.

À Profª Me. Maria Alzira Diniz Almeida pela confiança, credibilidade e boas dicas que direcionaram a realização do meu trabalho.

Ao técnico Marcio, pelo companheirismo e confiança durante os auxílios nos laboratórios de Controle de Pragas e Invertebrados do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – unileste MG.

À técnico Dinalva pela boa vontade e companheirismo durante as análises microbiológicas no laboratório de Microbiologia de Alimentos do unileste MG.

Ao Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, unileste MG, que foi a base de apoio indispensável para o cumprimento da segunda etapa do trabalho de pesquisa.

À Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, pelo ensino gratuito e de qualidade

Ao meu prezado amigo Átila pela ajuda na realização dos ensaios microbiológicos na Escola de Farmácia de Ouro Preto – UFOP MG.

À receptiva “galera” dos laboratórios de Invertebrados e Controle de Pragas, graduandos em Ciências Biológicas pelo unileste MG.

À minha amiga Flávia pela companhia em diversas campanhas de campo realizadas em Ipatinga, Caratinga e Santana do Paraíso.

Aos alunos do curso técnico em Meio Ambiente da Escola Técnica Juscelino Kubitscheck, ETJK em Ipatinga, por acreditar na formação do espírito científico como ferramenta crucial para ações ambientalmente corretas.

Ao Clube Náutico Alvorada por permitir e oferecer apoio nas coletas de água e sedimento nas campanhas realizadas na lagoa Silvana.

Ao meu amigo Rômulo “Rominho” por facilitar e permitir a realização de coletas na lagoa Nova.

À Profª. Drª. Claudia Dumas Guedes pelo incentivo, carisma e competência na prática da docência.

Ao Prof. Dr. José Fernando de Paiva pelos ensinamentos e exemplo de compromisso com a docência.

Ao Departamento de Engenharia Ambiental do unileste MG pelo suporte e empréstimos de equipamentos utilizados em campo.

Aos meus pais pela força, incentivo e ensinamentos éticos e moral, que foram imprescindíveis e prevalecerão por toda minha vida.

À minha querida esposa, meu braço direito, minha melhor companhia, merecedora de admiração e todo o meu amor.

Ao meu admirável Miguel, por me proporcionar uma nova perspectiva de vida, lembranças e momentos de se orgulhar.

Ao Sr. Aristeu e D<sup>a</sup> Elza pelo suporte, acolhida e carisma durante o período mais agitado no decorrer do curso.

Aos meus amigos Ramon “mamona” e Ronny “pep” por desbravar o caminho que um dia sonhamos conquistar juntos.

Aos meus amigos da República Tigrada pelo carisma e hospitalidade nos dias em que estivemos juntos em Ouro Preto.

A todos os meus familiares que de alguma forma contribuíram para a minha caminhada e na incansável busca pela realização de meus sonhos.

# Sumário

<b>DEDICATÓRIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>IV</b>
<b>SUMÁRIO</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE NOTAÇÕES</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMO</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>5</b>
<b>2.1. LAGOAS DO MÉDIO RIO DOCE</b>	<b>5</b>
<b>2.2. DESCRIÇÃO DO SÍTIO DE AMOSTRAGEM</b>	<b>6</b>
<b>2.3. O AMBIENTE LÓTICO</b>	<b>12</b>
<b>2.4. COLIFORMES</b>	<b>13</b>
<b>2.5. MACROINVERTEBRADOS</b>	<b>15</b>
<b>2.6. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS</b>	<b>15</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>18</b>
<b>3.1. ANÁLISE BACTERIOLÓGICA</b>	<b>18</b>
3.1.1. PONTOS MONITORADOS NA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA	19
<b>3.2. PARÂMETRO FÍSICO QUÍMICOS</b>	<b>20</b>

3.2.1. PONTOS MONITORADOS NA ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA	21
<b>3.3. PESQUISA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS</b>	<b>21</b>
3.3.1. PONTOS MONITORADOS NA PESQUISA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS	22
<b>3.4. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA</b>	<b>23</b>
3.4.1. PARÂMETROS AVALIADOS NO P.A.R.	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
<b>4.1. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS</b>	<b>26</b>
4.1.1. RIBEIRÃO IPANEMA	26
4.1.2. SISTEMA LACUSTRE	30
<b>4.2. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA</b>	<b>32</b>
<b>4.3. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS</b>	<b>34</b>
<b>4.4. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR)</b>	<b>43</b>
<b>4.5. PLUVIOSIDADE</b>	<b>53</b>
<b>4.6. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS</b>	<b>54</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>55</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>59</b>
<b>7. REFERÊNCIAS DA WEB</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>73</b>



## Lista de Figuras

Figura 2.2. Lagoa Nova, em evidência a região de charco oposta a vazante que escoar para a lagoa Silvana a jusante da bacia. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.....	8
Figura 2.3. Forma dendrítica do corpo hídrico e referências sobre a acessibilidade para a ação antrópica sobre a Lagoa Silvana. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.....	9
Figura 2.4. O intenso assoreamento das margens na lagoa vermelha deve-se à estrada e monoculturas. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.....	10
Figura 2.5. A lagoa do Pau e o cenário da visível degradação ambiental por intervenção antrópica. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.....	11
Figura 2.6. O livre acesso e a intensa atividade de monocultura ameaça o equilíbrio na lagoa da Prata. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.....	12
Figura 3.2. Eixo principal do ribeirão Ipanema em Ipatinga, Minas Gerais. Os números representam os 41 trechos monitorados na avaliação rápida que seguiu da foz sentido à nascente. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.....	24
Figura 4.1. Processo de autodepuração do ribeirão Ipanema com queda abrupta nos valores bacterianos em termos de coliformes totais, promovido pelas cachoeiras. Mediana dos valores obtidos em 2007 e 2008.....	28
Figura 4.2. Processo de autodepuração do ribeirão Ipanema com queda abrupta de bactérias termotolerantes nas regiões de cachoeiras, promovendo a depuração em termos de <i>E. coli</i> . Mediana dos valores obtidos em 2007 e 2008.....	29
Figura 4.4. Distribuição de macroinvertebrados bentônicos em guildas funcionais nas lagoas do Pau, Prata, Vermelha, Silvana e Nova, região do médio Rio Doce, MG.....	41

Figura 4.5. Proporção dos grupos funcionais presentes ao longo do ribeirão Ipanema, Ipatinga, MG.....	43
Figura 4.6. Média dos valores obtidos nos 41 trechos avaliados no ribeirão Ipanema, relativo aos dez primeiros parâmetros do protocolo de avaliação rápida (PAR). .....	46
Figura 4.7. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 4 (cobertura vegetal do leito).....	47
Figura 4.8. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 8 (odor do sedimento). .....	47
Figura 4.9. Média dos valores obtidos nos 41 trechos avaliados do ribeirão Ipanema relativo aos doze parâmetros da segunda parte do protocolo de avaliação rápida (PAR)...	48
Figura 4.10. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 19 (presença de mata ciliar).....	49
Figura 4.11. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 15 (deposição de lama).....	49
Figura 4.12. Percentual do status de conservação do corpo hídrico (ribeirão Ipanema) de acordo com os resultados obtidos em 41 trechos do ribeirão, obtidos a partir da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR).....	50
Figura 4.13. Precipitação total mensal referentes ao período de 2007 a 2009, segundo Sistema de Controle Climatológico, COPASA MG - DRTM/ SPAM/ DVHDCOPASA. Município de Ipatinga, SEDE.....	54
Figura 4.14. Distribuição decrescente de domicílios ocupados por bairro em Ipatinga, segundo IBGE - Dados referente à 1ª publicação do CENSO 2000. Os bairros Tribuna, Ipaneminha e Pedra Branca, politicamente pertencem a zona rural, os demais bairros pertencem a zona urbana. ....	55

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1. Localização geográfica das lagoas.....	7
Tabela 3.1. Pontos monitorados durante os verões dos anos de 2007 e 2008 para análise de qualidade da água quanto às características requeridas para balneabilidade.....	19
Tabela 3.2. Afluentes do ribeirão Ipanema no município de Ipatinga-MG, e respectivas coordenadas dos pontos monitorados. ....	21
Tabela 3.3. Coordenadas referentes aos pontos utilizados como o marco de onde se seguiu para mais quatro amostragens espaçadas cerca de cinco metros entre si ao longo da margem. ....	23
Tabela 3.4. Coordenadas referentes às regiões monitoradas quanto aos critérios de balneabilidade no eixo principal da microbacia do ribeirão Ipanema, Ipatinga-MG.....	23
Tabela 4.1. Valores de Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> no Ribeirão Ipanema, resultado das análises realizadas em 2007 e 2008, (NMP/100ml).....	26
Tabela 4.2. Resultados coliformes totais e termotolerantes (NMP/100ml) para o sistema lacustre, realizado em Dezembro de 2007 e 2008. ....	30
Tabela 4.3. Valores das análises físico-químicas realizadas em Dezembro de 2007 a Janeiro de 2008 e Fevereiro de 2009, em diferentes corpos d'água, na região da microbacia do ribeirão Ipanema, Ipatinga-MG. ....	32
Tabela 4.4. Análises de alguns parâmetros físico-químicos realizadas no mês de Junho de 2009 nas regiões crenal, ritral e potamal do ribeirão Ipanema, Ipatinga-MG. ....	33
Tabela 4.5. Análise físico-química das lagoas realizadas nos meses de Maio a Junho de 2009. ....	34
Tabela 4.6. Família Chironomidae nos ambientes lênticos. (CV%) .....	35

Tabela 4.7. Abundância das famílias Aeshnidae e Gomphidae (Odonata) e distâncias em linha reta das lagoas estudadas. ....	37
Tabela 4.8. Abundância e Coeficiente de variação dos indivíduos da família Physidae (Gastrópoda) nos ambientes lênticos.....	38
Tabela 4.9. Macroinvertebrados bentônicos organizados em grupos funcionais e número de indivíduos coletados em cada uma das cinco lagoas.....	39
Tabela 4.10. Macroinvertebrados bentônicos organizados em grupos funcionais e número de indivíduos coletados nas regiões crenal, ritral e potamal do ribeirão Ipanema. ....	42

## **Lista de notações**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional das Águas

APHA – American Public Health Association

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

EMB – Eosina Azul de Metileno

EPA – Environmental Protection Agency

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPASA-MG – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CV – Coeficiente de Variação

Dp – Desvio Padrão

Ep – Erro Padrão

ETA – Estação de Tratamento de Água

GPS – Global Positioning System

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

n - Número amostral

NBR – Norma Brasileira

NMP – Número Mais Provável

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PAR – Protocolo de Avaliação Rápida de Trechos

SEPLAN – Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento

WHO – World Health Organization

ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico

## Resumo

As coleções hídricas do médio Rio Doce estão sob intervenção crescente da ação do Homem, devido ao crescimento urbano associado às práticas exploratórias de monoculturas, pecuária e extrativismo sem medidas de controle ambiental e sanitário. As lagoas Nova, Silvana e Vermelha situadas dentro dos limites do município de Caratinga e as lagoas do Pau e Prata, no município de Santana do Paraíso, bem como a microbacia do ribeirão Ipanema em Ipatinga, compõem o universo de estudo do presente trabalho.

Pesquisas de bactérias do grupo coliforme, alguns parâmetros físico-químicos como pH, turbidez, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, potencial eletroquímico e um levantamento da macrofauna bentônica, foram as estratégias utilizadas para diagnosticar a saúde ambiental das coleções hídricas. As coletas de água e sedimentos procederam-se de acordo com o padrão proposto pelas normas NBR 9898/1987 – ABNT e APHA, 2005.

A utilização de um protocolo de avaliação rápida (PAR) de trechos facilitou a avaliação do ambiente lótico estudado e serviu como ferramenta pedagógica na inserção de alunos do curso técnico em Meio Ambiente da escola técnica Juscelino Kubitschek no contexto da realidade local.

Todas as lagoas estudadas apresentam sinais de intervenção antrópica. A Lagoa Vermelha e Pau encontram-se sob níveis preocupantes de assoreamento e eutrofização respectivamente.

No ribeirão Ipanema, a organização dos macroinvertebrados em guildas funcionais corroborou com os resultados obtidos a partir da avaliação de trechos, que revelaram a ausência de mata ciliar como um dos impactos mais relevantes na microbacia.

A distribuição, abundância e riqueza taxonômica dos macroinvertebrados foram importantes na detecção de alguns impactos. As famílias Chironomidae e Glossiphoniidae associadas a fatores físico-químicos e microbiológicos foram cruciais no diagnóstico de impacto nos ambientes lênticos.

A presença de moluscos do gênero *Biomphalaria*, conhecidos pela transmissão da esquistossomose foi verificada nas lagoas do Pau e Prata.

A espécie do molusco gastrópode *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774) é numericamente expressiva em todo o sistema lacustre estudado. É, portanto preocupante, uma vez que essa espécie exótica com ampla dispersão em todo o Brasil ameaça a fauna de moluscos e outros invertebrados nativos das comunidades bentônicas onde se estabelecem (Ramos, 2008), além de poderem ser portadores de cercárias e outros trematódeos (Bogéa *et al*, 2005).

Valores elevados de condutividade elétrica, turbidez, potencial de equilíbrio eletroquímico e principalmente a presença de *Escherichia coli*, revelaram as condições em que se encontra o ribeirão Ipanema perante as exigências previstas nas resoluções do CONAMA nº 357 de 2005; nº 274, de 2000; nº 020 de 1986 e lei municipal nº 1.535/97.

A avaliação das condições de balneabilidade desses corpos d'água, muito utilizados em recreação, atividades pesqueiras e práticas escolares, detectou impactos severos sobre os corpos hídricos, principalmente os urbanos. A interdisciplinaridade que associou estudantes multiplicadores do conhecimento científico promovendo a conexão da pesquisa com a sociedade certamente é uma ferramenta poderosa para mobilização e fortalecimento da política sócio-ambiental.

## **Abstract**

The water collections in the middle Doce's River are under increasing intervention of human action, due to urban growth associated with the exploitative practices of monoculture, breeding and extraction without environmental control measures and health. The ponds, Silvana, Nova, and Vermelha within the limits of the city of Detroit and the lakes of Pau and Silver in the municipality of Santana do Paraíso and the watershed of the stream Ipanema Ipatinga, are the universe of studies of this work.

Research coliform bacteria, some physicochemical parameters such as pH, turbidity, conductivity, temperature, dissolved oxygen, electrochemical potential and a survey of the macrofauna were the strategies used to diagnose the environmental health of various bodies of water. The samples of water and sediment carried in accordance with the standard proposed by NBR 9898/1987 - ABNT, APHA, 2005.

The use of a rapid assessment protocol (RAP) of snippets facilitated the assessment of lotic studied and served as a pedagogical tool in the integration of students from the technical environment course of the technical school Juscelino Kubitschek in the context of local reality.

All the ponds studied presented signs of human intervention. The Vermelha pond and Pau are under worrying levels of sedimentation and eutrophication, respectively.

In Ipanema stream, the organization of macroinvertebrate guild functional corroborated with the results obtained from the evaluation of snippets, which revealed the lack of riparian vegetation as one of the most relevant in the watershed.

The distribution, abundance and taxonomic richness of macroinvertebrates were important in the detection of some impacts. The family Chironomidae and Glossiphoniidae associated with physical-chemical and microbiological tests were crucial in the diagnosis of impact on lentic environments.



The presence of molluscs of the genus *Biomphalaria*, known by the transmission of schistosomiasis were found in ponds of Pau and Prata.

The species *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774) is numerically significant in the whole lake system studied. It is therefore worrying, as this exotic species with broad distribution in Brazil threatens the fauna of molluscs and crustaceans native of benthic communities where they settle (Ramos, 2008), besides they can be carriers of cercariae and other trematodes ( Bogéa et al, 2005).

High values of conductivity, turbidity, potential electrochemical equilibrium and especially the presence of *Escherichia coli*, revealed the conditions found at the stream before the requirements of the resolutions of CONAMA n ° 357, 2005, n°. 274, 2000, n°. 020 1986 and municipal law n°. 1535/97.

The evaluation of the conditions of these balneability water bodies, often used in recreational, fishing activities and school practices, found severe impacts on water bodies, mainly urban. Interdisciplinary students who associated multiplier of scientific knowledge by promoting the connection of research and society, is certainly a powerful tool for mobilizing and strengthening the socio-environmental policy.

## 1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Doce está situada na região Sudeste, compreendendo uma área de drenagem de cerca de 83.400 km<sup>2</sup>, dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Estado do Espírito Santo. O rio Doce, com uma extensão de 853 km, tem como formadores os rios Piranga e Carmo, cujas nascentes estão situadas nas encostas das serras da Mantiqueira e Espinhaço, onde as altitudes atingem cerca de 1.200m, ANA, (2001).

Segundo Pflug (1969); Tundisi & Saijo (1997) e De Meiss (1997), a formação dos lagos do Vale do Rio Doce ocorreu no Pleistoceno, por meio da barragem da desembocadura dos antigos afluentes do médio Rio Doce e Piracicaba, além do provável movimento epirogenético positivo após a formação destes lagos, ocasionando as diferenças do nível do leito do rio e os lagos.

As coleções hídricas da região do médio rio Doce, foco desse estudo estão situadas entre os paralelos 19°25' e 19°33' de latitude sul e os meridianos 42°23' e 42°39' longitude oeste. O estudo de parâmetros bióticos e abióticos foi realizado tanto em ambientes lênticos como lóticos no intuito de identificar e compreender o status de conservação dessa região. Desta forma, estimar a saúde e integridade do ecossistema pode ser a melhor forma de determinar o efeito total de todos os fatores no ambiente aquático (Davis *et al*, 1995).

A degradação ambiental está diretamente relacionada á qualidade de vida de uma população. De acordo com o documento “Subsídios para a Construção da Política Nacional de Saúde Ambiental,” a saúde ambiental compreende a área da saúde pública, afeita aos conhecimentos científicos e às correspondentes ações relacionadas à interação entre a saúde humana e os fatores do meio ambiente.

Para os autores Meybek e Helmer, (1989); doenças humanas, especialmente doenças causadas por organismos e resíduos com demanda de oxigênio estão vinculados não só a regiões da bacia hidrográfica onde se concentra grande densidade populacional como também nas áreas isoladas.

No entanto, para Figueiredo (2007), os investimentos públicos não são suficientes para a recuperação de todos os impactos em bacias com alta vulnerabilidade ambiental, mas conhecer a susceptibilidade de uma área a determinados fatores de pressão ambiental auxilia na priorização dos investimentos públicos.

O mesmo autor afirma que a vulnerabilidade ou fragilidade ambiental está relacionada com a susceptibilidade de uma área em sofrer danos quando submetida a uma determinada ação, portanto, quanto maior a vulnerabilidade da bacia, menor a chance de recuperação do ambiente.

A utilização de indicadores biológicos como ferramenta no desenvolvimento de pesquisas e diagnósticos ambientais, tem contribuído para a determinação de parâmetros que servem de suporte a algumas legislações ambientais vigentes como a Resolução CONAMA nº 274, de 2000; no que se refere a coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade.

Muitos autores como (Takeda *et al.*, 1991; Pereira & De Luca, 2003; Junqueira *et al.*, 2000; Sanseverino *et al.*, 1998; Santos & Henry, 1997; Strixino *et al.*, 1997; Kikuchi & Uieda, 1998; Roque & Trivinho-Strixino, 1999; Freire, 2000, Lot, 2006 e Shimizu, 1978) reconhecem que a análise das variáveis físicas e químicas reflete uma situação momentânea do corpo d'água, enquanto os parâmetros biológicos representam uma somatória temporal dos fatores ambientais, de forma que a análise apenas dos parâmetros abióticos pode levar a conclusões falsas sobre a qualidade do ambiente aquático que se modifica em resposta à ação antrópica (Silvana, 2007). De acordo com Ribeiro & Uieda, (2005), o grande número de espécies de macroinvertebrados, o comportamento sedentário, o tamanho de seus ciclos de vida e a sensibilidade de resposta a diferentes tipos e níveis de perturbações, torna-os um promissor bioindicador da qualidade da água.

Barbour *et al.*, (1995) argumenta que alguns atributos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos são frequentemente utilizados para se avaliar a qualidade da água e do ecossistema aquático com base na estruturação e/ou composição desta comunidade.

Assim, estudos sobre comunidades biológicas, associados à apreciação da diversidade de habitats e medições dos parâmetros abióticos, fornecem uma visão ampla sobre a utilização das terras e da ocupação e seus efeitos nos ecossistemas de água doces (Jackson & Harvey 1993, Pompeu *et al.*, 2005, Casatti *et al.*, 2006, Tupinambás *et al.*, 2007).

Segundo Lot, (2006) os sistemas lóticos são bastante heterogêneos, e a diversidade da fauna bentônica varia com o tipo de substrato. De acordo com Ward, (1989), a interatividade nos sistemas de rios ocorre em três dimensões: lateral (canal-planície de inundação), vertical (canal-aquífero) e longitudinal (canal-canal), com as conexões das dimensões variando a longo do curso. O mesmo autor afirma que a interação longitudinal nas regiões de cabeceira é mais intensa e a conectividade lateral e vertical é reforçada nas planícies aluviais. Com base na metaestrutura do discontinuum, proposta por Ward & Stanford, (1995) o padrão da concentração de equilíbrio e conectividade lateral ao longo de um córrego seriam também descontínuos.

Conforme Bailey *et al.*,(2004), os rios abrigam complexas comunidades ecológicas e muitas vezes influenciam a estrutura e o funcionamento das mediações de ecossistema terrestre. Devido a isso e aos críticos papel da água como um recurso humano, os ecólogos são cada vez mais solicitados a avaliar ou monitorar no rio a “saúde”, “status” ou “condição”.

Para avaliar as condições de conservação do ribeirão Ipanema, além da análise bacteriológica, física e química, um protocolo de avaliação rápida (PAR) de trechos foi utilizado. Nos Programas de Avaliação Rápida de trechos, aplicado em ambientes lóticos é estabelecido, *a priori*, um limite considerado normal, baseado em valores obtidos de locais minimamente perturbados (locais de referência). As diferenças entre os valores observados e os valores esperados em locais controle ou a partir de condições de referência são uma medida do nível da saúde ambiental (Plafkin *et al.*, 1989).

Portanto, o principal objetivo desse estudo consistiu em avaliar potenciais indicadores de antropização relacionados à saúde ambiental e balneabilidade em cinco lagoas (Nova, Silvana, Vermelha, Pau e Prata) bem como na microbacia do Ribeirão Ipanema,

localizados em três municípios de uma região do Médio Rio Doce para onde se prestou os esforços na realização destes estudos.

## **2. Área de estudo**

### **2.1. Lagoas do Médio Rio Doce**

O sistema de lagoas do Médio Rio Doce está inserido em uma região de extrema relevância para conservação da biodiversidade brasileira, por apresentar, por exemplo, um alto índice de endemismo, (Fonseca, 1997).

O Vale do Médio Rio Doce encontra-se inserido na depressão interplanáltica do Vale do Rio Doce, mais especificamente na zona da Mata que é constituída por uma rica rede de drenagens e remanescentes de Mata Atlântica, formando um sistema lacustre natural (Tundisi & Saijo, 1997).

Existem aproximadamente 160 lagoas, sendo que cerca de 50 situam-se dentro do Parque Estadual do Rio Doce formando um sistema com características únicas: isolado de rios, cercado pela Floresta Tropical de Mata Atlântica e padrões de circulação específicos Ramos, (2008).

De acordo com Ramos, (2008) o relevo do predominante, do tipo mar de morros aliado às mudanças de curso do Rio Doce gerou o sistema lacustre do médio Rio Doce. O mesmo autor afirma que as coleções hídricas do médio Rio Doce são alvos do processo da ocupação urbana desordenada, e da industrialização. Portanto, essas regiões são constantemente afetadas pelas intervenções antrópicas.

O aumento das atividades humanas impactantes e o contínuo crescimento populacional em áreas de mananciais tem levado os ecossistemas aquáticos a níveis cada vez mais preocupantes de poluição, principalmente pelo aumento da disponibilidade de nutrientes críticos (geralmente nitrogênio e fósforo), eutrofizando o meio e da produção primária (Straškraba & Tundisi, 2000).

Desde a década de 1940, o Sistema de Lagos do Médio Rio Doce teve sua a vegetação nativa Mata Atlântica, que recobria as bacias de 2/3 dos lagos, substituída

predominantemente por plantios de *Eucalyptus* spp, considerada atividade potencialmente geradora de erosão acelerada. (De Meiss, 1977; Dissemeyer, 1994; McDonald & Carmichael, 1996; EPA, 1997; Sabará & Barbosa, 2007).

A vegetação ripária é responsável por grande parte do regime ambiental do ecossistema aquático, segundo (Franklin, 1992; Likens, 1992; Lima e Zakia, 2000). Entretanto, (Franklin, 1992; Nakamura, 1995), essa influência depende do tamanho da bacia hidrográfica devido ao tamanho relativo da zona ripária e do leito do curso d'água .

Segundo Lampert & Sommer (2007), o conceito de ecossistema não é tão facilmente definido como o termo “sistema” pode sugerir. Os ecossistemas são resultantes de agregações acidentais de organismos em um habitat particular onde os organismos também modificam o meio ambiente, (Sabará, & Barbosa, 2007).

O sistema lacustre estudado consta de cinco lagoas distribuídas em dois municípios do médio Rio Doce. Nos limites do município de Caratinga, estudaram-se os ambientes lênticos da Lagoa Nova, Lagoa Silvana e a Lagoa Vermelha localizadas a direita do Rio Doce, sentido SE-Sudeste em relação ao Rio Doce. No município de Santana do Paraíso fizeram parte desse universo de estudo as Lagoa do Pau, localizada a esquerda do Rio Doce, e a Lagoa da Prata, localizada a jusante da mesma margem da bacia hidrográfica ambas sentido NO - noroeste em relação ao Rio Doce.

## **2.2. Descrição do Sítio de amostragem**

O sistema lacustre estudado consta de cinco lagoas distribuídas em dois municípios do médio Rio Doce. Nos limites do município de Caratinga, estudou-se os ambientes lênticos das lagoas Nova, Silvana e Vermelha (Tabela 1), localizadas no sentido Sudeste em relação ao Rio Doce. No município de Santana do Paraíso fizeram parte desse universo de estudo as lagoas do Paul e Prata, ambas sentido Noroeste em relação ao Rio Doce (Figura 2.1).

Tabela 2.1. Localização geográfica das lagoas.

Lagoas	Coordenadas geográficas
Lagoa Nova	19°32'7.74"S e 42°25'09.30"O
Lagoa Silvana	19°29'9.96"S e 42°25'47.08"O
Lagoa Vermelha	19°29'58.25"S e 42°27'1.86"O
Lagoa do Pau	19°27'31.47"S e 42°29'3.53"O
Lagoa da Prata	19°26'3.59"S e 42°26'17.43"O

O ambiente lótico estudado foi o ribeirão Ipanema, localizado na cidade de Ipatinga, conhecida como microrregião do Vale do Aço. Situa-se a leste de Minas Gerais, a 217 km de Belo Horizonte, capital do Estado. A foz do ribeirão localiza-se cerca de cem metros a jusante da foz do rio Piracicaba, ambos deságuam no rio Doce. (Figura 2.1)

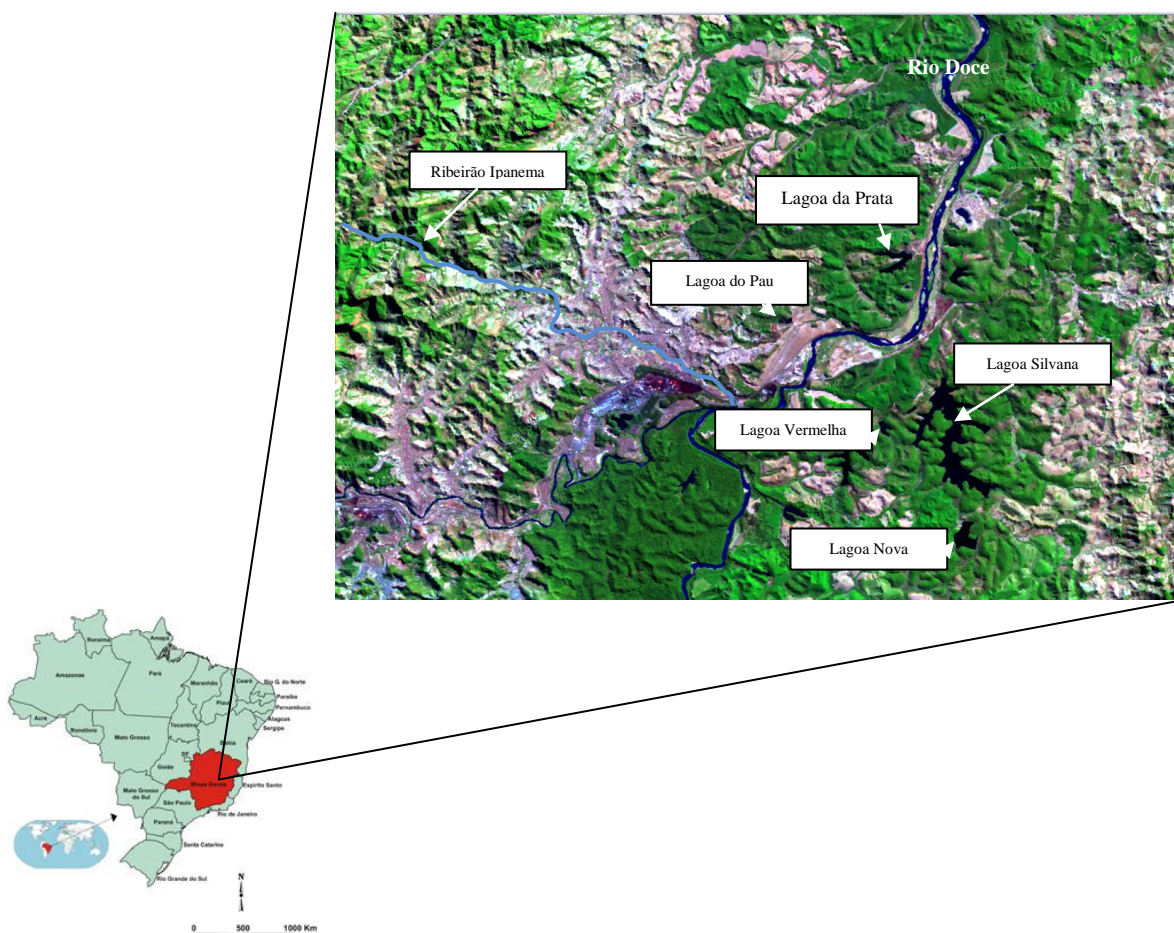


Figura 2.1. Área de estudo, Minas Gerais.



A Lagoa Nova (Figura 2.2) embora fechada ao turismo, frequentemente recebe visitas de pescadores e caçadores. Suas margens são cercadas de um lado por mata nativa secundária e pelo outro por monocultura de *Eucalyptus* sp. Seu comprimento máximo é de 1,26km e largura máxima de 0,96km.

É uma propriedade particular, onde o processo de eutrofização pode ser observado. Consequente de práticas de monocultura em área de preservação permanente, hoje extintas, onde se observa a transição da mata ciliar de *Eucalyptus* sp. para Mata Atlântica. Possui uma região de charco a qual circunda uma elevação formando uma ilha.



Figura 2.2. Lagoa Nova, em evidência a região de charco oposta a vazante que escoam para a lagoa Silvana a jusante da bacia. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.

A Lagoa Silvana (Figura 2.3) apresenta-se mais estável em relação às outras em estudo, embora receba impactos diversos como estradas, pesca clandestinas e grande número de turistas associados. Encontra-se sobre a administração do Clube Náutico Alvorada que

explora os recursos com o turismo e conseqüentemente defende suas fronteiras composta por Mata Atlântica, exceto nos braços que confrontam com as estradas. O grande volume d'água e área de superfície parece favorecer uma elevada taxa de autodepuração, uma vez que a vegetação nativa está presente em toda a margem. Possui o comprimento máximo de 5,28km e largura máxima de 1,53km, porém, a largura é muito variável entre os braços que determinam a sua forma dendrítica.

A lagoa Silvana recebe um afluente da lagoa Nova a montante e deságua por uma vazante no Rio Doce ao Norte da mesma.

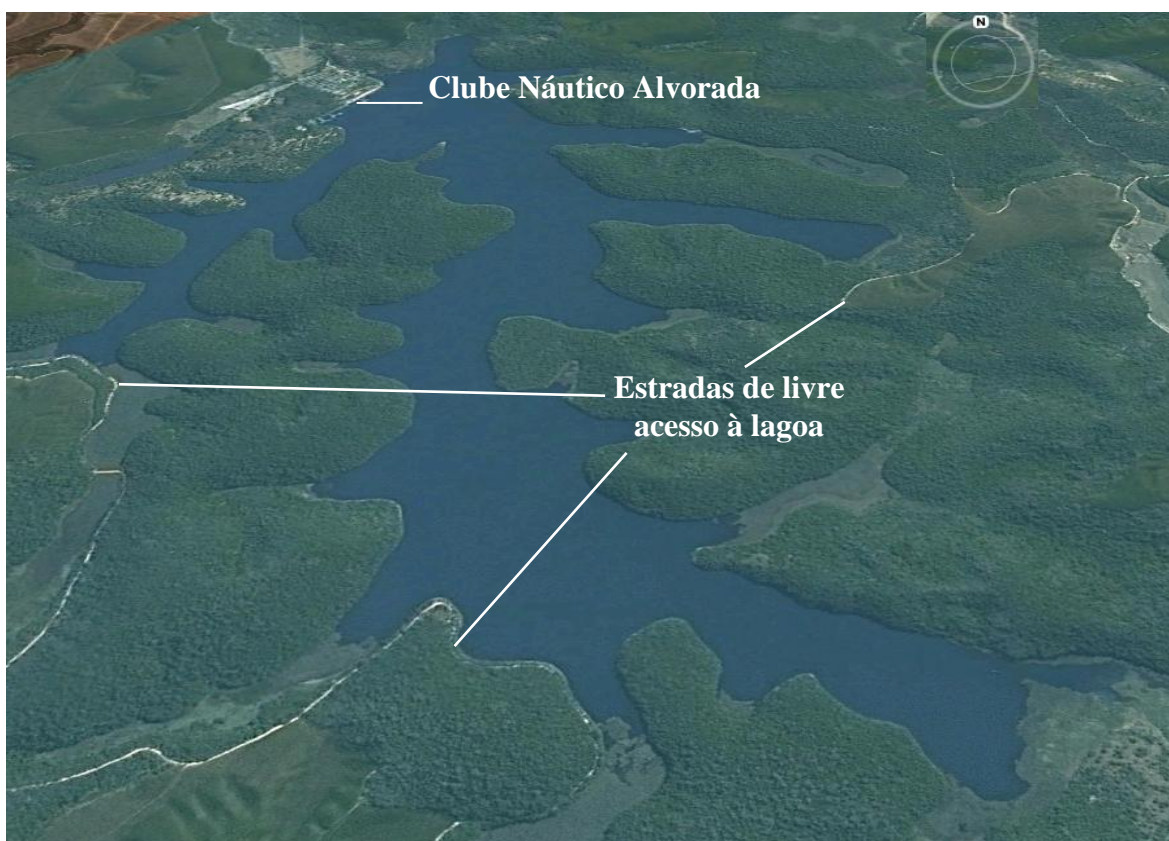


Figura 2.3. Forma dendrítica do corpo hídrico e referências sobre a acessibilidade para a ação antrópica sobre a Lagoa Silvana. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.

A Lagoa Vermelha (Figura 2.4) apresenta-se com uma grande concentração de matéria orgânica suspensa e uma considerável porção de suas margens recebe sedimentos de estrada enquanto a vegetação ripária contribui significativamente com o aporte de matéria orgânica num pequeno espelho d'água, aparentemente insuficiente para promover a

autodepuração do sistema. É um ambiente de acesso livre para a pesca e caça, com resíduos de intensa intervenção antrópica. Suas águas são relativamente escuras com um tom avermelhado, motivo pelo qual recebeu o nome de l. Vermelha. Possui comprimento máximo de 0,70km e largura máxima de 0,34km.

No sentido Leste em relação à lagoa, encontra-se após uma faixa de vegetação nativa, a prática de cultivo de *Eucalyptus* sp. sobre uma encosta com inclinação suficiente para contribuir com o aporte de sedimento e matéria orgânica para o corpo hídrico.



Figura 2.4. O intenso assoreamento das margens na lagoa vermelha deve-se à estrada e monoculturas. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.

A Lagoa do Pau (Figura 2.5), embora muito pequena em relação às outras, tem uma vazante perene; as margens são utilizadas para pastagens e em uma pequena porção de área com monocultura de *Eucalyptus* sp. Nota-se um assoreamento intenso devido ao desmatamento e pecuária.



Possui comprimento máximo de 0,58km e largura máxima de 0,18km. Na região de entrada de água na lagoa formou-se uma pequena ilha de charco devido ao frequente assoreamento, criando um substrato para fixação e estabelecimento da vegetação hidrófila. É, portanto, o corpo hídrico em questão visto sob constante ameaça de contaminação e assoreamento, o que proporciona um ambiente cada vez mais eutrofizado.



Figura 2.5. A lagoa do Pau e o cenário da visível degradação ambiental por intervenção antrópica. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.

A Lagoa da Prata (Figura 2.6) é margeada por estradas atrás de estreitas faixas de mata ciliar, e sob intervenções antrópicas devido ao livre acesso de banhistas e pescadores. Apresenta o comprimento máximo de 1,58km e largura máxima de 0,67km. Embora esta lagoa não receba uma elevada carga de matéria orgânica e sedimentos aparentes, talvez devido à suave declividade do relevo às suas margens, as estreitas faixas de vegetação ciliar associadas ao intenso uso das terras circundantes para a monocultura ameaçam a subsistência desse ambiente.

Em todas as lagoas estudadas, observou-se o uso das águas para atividades de contato primário como a recreação e prática da pesca.



Figura 2.6. O livre acesso e a intensa atividade de monocultura ameaça o equilíbrio na lagoa da Prata. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.

### 2.3. O ambiente lótico

O ribeirão Ipanema, um importante afluente do Rio Doce, perfaz todo o seu percurso no município de Ipatinga/MG e está inserido no contexto APA Ipanema. A lei municipal nº 1.535/97 implica na obrigatoriedade da manutenção da qualidade das águas do ribeirão Ipanema dentro dos padrões conforme as exigências para a balneabilidade. (Magalhães & Guarda, 2009).

Para Santos, (2002) cursos d'água de menor ordem em regiões urbano-industriais estão sujeitos a uma carga variada de contaminações de origem antrópica. Entretanto, a ênfase para enfrentar o problema sempre tem sido colocada no tratamento de esgotos domésticos, ricos em carbono, fósforo, nitrogênio e organismos patogênicos, pelos riscos à saúde humana e alterações que produzem nas características mais facilmente perceptíveis dos corpos d'água, tais como cor, odor e sabor.

Santos, (2002) também considerou que cursos d'água devem ser vistos como ecossistemas, ou seja, como uma região definida onde comunidades biológicas interagem com a matriz física e química, influenciando de forma significativa a qualidade das águas.

As condições físicas de um rio variam com o tempo, tal variabilidade influencia o estabelecimento e perda de comunidades, assim como a recolonização das mesmas em qualquer época do ano (Townsend, 1989).

Almeida, (2008) afirma que em diversos países, entidades governamentais de controle ambiental têm usado sistemas de avaliação das condições ecológicas em rios de cabeceira e de bacias hidrográficas, visando estabelecer as condições de preservação natural e a biodiversidade como referência comparativa para impactos antrópicos. Um destes sistemas de avaliação é denominado Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de Habitats em Trechos de Bacias Hidrográficas, como o proposto por Callisto, (2002), que referencia as práticas de manejo dos recursos hídricos, servindo de base para os fatores que levam ao restauro e conservação de bacias hidrográficas.

## **2.4. Coliformes**

Para (Santos & Souza, 2000), há algum tempo estão sendo consideradas como prioritárias, as questões relativas à preservação ou proteção da qualidade das águas, demandando respostas rápidas e adequadas aos problemas que se apresentam .

O meio rural vem sofrendo severamente os impactos das atividades desenvolvidas tradicionalmente nas cidades, à medida que são lançados cerca de 90% dos esgotos domésticos não-tratados nos rios, os quais degradam a qualidade das águas que fluem por centenas de quilômetros (Rebouças, 2001). Rios e lagos através de um sistema de autodepuração conseguem processar pequenas quantidades de resíduos, porém uma alta carga de poluentes excede a capacidade de autodepuração de rios e lagos, levando, conseqüentemente, a água de baixa qualidade que necessitam de um oneroso tratamento (ANA, 2006). Os riscos à saúde pública decorrente do uso de águas residuárias estão relacionados à presença de substâncias químicas, orgânicas e inorgânicas potencialmente



tóxicas e de micro-organismos patogênicos que quando encontrados acima de determinadas concentrações são prejudiciais ao homem (Rodrigues, 2005).

Dentre estes micro-organismos, estão as bactérias do grupo coliforme que pertencem à família das *Enterobacteriaceae*, compreendendo bastonetes Gram-negativos, não esporulados, anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, tendo como habitat o intestino normal ou patológico. Estes micro-organismos também estão distribuídos na natureza, tanto em animais quanto em vegetais, e são os mais importantes indicadores das condições sanitárias de alimentos *in natura* ou processados, os quais são importantes pela sua implicação em saúde pública (Santos, 2006). Essas bactérias são os organismos aeróbios mais frequentes no trato digestivo do homem e dos animais de sangue quente, são comensais inofensivos e desempenham um papel importante na manutenção da fisiologia intestinal (Doyle *et al.*, 1997; Franco e Landgraf, 2003). A *Escherichia coli* é um indicador de contaminação de origem fecal recente, uma vez que esse micro-organismo pode estar no conteúdo intestinal do homem e animais de sangue quente. Essa bactéria pertencente a família *Enterobacteriaceae* caracterizada pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ - glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45 °C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás, produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas.

A água e os alimentos são frequentemente veículos de *E. coli*. Algumas cepas podem causar gastroenterites agudas afetando adultos e crianças, estando relacionadas a surto de diarreia dos viajantes (Santos, 2006).

A espécie *E. coli* é uma das bactérias mais conhecidas e estudadas até o momento. É constituída por uma variedade relativamente grande de bactérias patogênicas ao homem e outros animais. Podem causar infecções intestinais e urinárias, septicemias, meningites entre outros tipos de infecções (Doyle *et al.*, 1997; Koneman *et al.*, 2001).

Essas bactérias, em sua maioria, provocam diarreia aquosa, cólicas abdominais e náuseas (Santos, 2006). A diarreia é caracterizada principalmente por desidratação e acidose causada pela perda excessiva de fluidos e eletrólitos (Ayulo *et al.*, 1994). Entretanto, este

quadro pode ser agravado quando a diarreia é hemorrágica e evolui ao lado de outros sintomas graves, os quais podem conduzir a vítima ao óbito, quando provocado pelos sorovares de maior virulência (Koneman *et al.*, 2001). A presença deste grupo de bactérias indica a possível presença de outros organismos patogênicos entéricos (ICMSF, 1998).

## **2.5. Macroinvertebrados**

A composição, a densidade e distribuição dos organismos que habitam ecossistemas aquáticos dependem dos fatores abióticos como tipo de substrato, a disponibilidade e qualidade do alimento, concentração de oxigênio dissolvido, flutuações do nível da água entre outros e de outros fatores bióticos como competição e predação (Wetzel, 1983).

Segundo Matsumura & Tundisi, (1999) os organismos aquáticos, principalmente invertebrados, são os que melhor respondem às mudanças das condições ambientais. Em Piedras, (2006) considera que ambientes fortemente impactados mostram poucas espécies que, se estiverem bem adaptadas, podem exibir ótimo desenvolvimento. Portanto, o monitoramento de estações a montante e a jusante da fonte poluidora, pode identificar as consequências ambientais para a qualidade de água e saúde do ecossistema. A macrofauna bentônica, como indicadora de poluição no Brasil, segundo (Rocha, 1999)

Entretanto, como menciona esse mesmo autor, a partir da década de 70, vários pesquisadores passaram a ter o interesse despertado para a importância dos organismos bentônicos como possível instrumento na avaliação da qualidade ambiental, permitindo um melhor conhecimento da biologia e entendimento do comportamento e distribuição das espécies no meio.

Segundo Iliopoulou-Georgudaki *et al.*, (2003), no caso de ambientes aquáticos, o ideal é avaliar a qualidade da água concomitantemente através de variáveis físicas, químicas e biológicas, de modo a se obter um panorama geral da situação, o que possibilitaria gerenciamento adequado do recurso hídrico.

## **2.6. Parâmetros físico-químicos**



## Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca) (CETESB, 2009).

A turbidez da água geralmente expresso em unidade de transmitância (uT), é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA, 2006).

## Potencial Hidrogeniônico – pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. O termo pH foi introduzido, em 1909, pelo bioquímico dinamarquês Søren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939) com o objetivo de facilitar seus trabalhos no controle de qualidade de cervejas (à época trabalhava no Laboratório Carlsberg, da cervejaria homônima). O "p" vem do alemão *potenz*, que significa poder de concentração, e o "H" é para o íon de hidrogênio ( $H^+$ ) (Harris, 2005).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais de acordo com a legislação federal (Resolução nº 20 do CONAMA, de junho de 1986).

## Condutividade

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade da água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2009).

### Temperatura

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoeletricas. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo, (CETESB, 2009).

### Oxigênio Dissolvido

O oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura (CETESB, 2009).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O<sub>2</sub>) é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos. A temperatura e a pressão são os dois principais fatores controladores diretos da concentração de oxigênio dissolvido na água. Como fator indireto, podemos citar a concentração de matéria orgânica (dissolvida e particulada) na água.

Potencial de equilíbrio eletroquímico

Parâmetro que revela a predominância de um caráter oxidante ou redutor da água. O valor de Eh muito alto revela, sem discriminar, a poluição por agente oxidante, enquanto valores de Eh muito baixo acontecem em ambientes poluídos por agente redutor, geralmente ocasionado por matéria orgânica em ambientes naturais. Os valores de Eh são expressos em volts (V) ou milivolts (mV).

### **3. Materiais e Métodos**

#### **3.1. Análise bacteriológica**

Nos meses de dezembro de 2007 e 2008, 55 amostras de águas foram coletadas nas lagoas: Nova, Silvana, Vermelha, Pau, Prata e no ribeirão Ipanema, seguindo a norma NBR 9898/1987 – ABNT e (APHA, 2005).

O número mais provável (NMP) de bactérias do grupo coliforme, incluindo coliformes totais e *Escherichia coli* foi determinado pela técnica da diluição em tubos múltiplos, na qual volumes decrescentes da amostra (diluições decimais consecutivas) foram inoculados em meio de cultura caldo lactosado (lauril triptose), sendo que cada volume foi inoculado em série de três tubos. A inoculação da amostra no meio de cultura foi feita a partir da diluição de 10 ml da amostra em 90 ml de solução salina, em seguida diluiu-se o volume de 1ml em 9 ml de caldo lactosado; este procedimento foi repetido em mais duas diluições obtendo portanto as diluições de 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup>. Para cada amostra de água uma sequência de três diluições em meio de cultura, mais um tubo sem inóculo, o qual serviu como grupo controle. Após inoculação foram incubados em estufa a 35°C por 24 horas. Em cada tubo

verificou-se a produção de gás que é facilitada com o uso de um tubo de Durhan, onde parte do gás produzido é aprisionado no tubo; turvação do meio, bem como a mudança de cor, verificado a partir do corante púrpura de bromocresol com faixa de viragem do púrpura-amarelo na faixa de pH entre 5,2 - 6,8 no meio presuntivo caldo lauril triptose. Uma vez que durante o processo de fermentação há produção de ácidos orgânicos e conseqüente acidificação do meio, é possível observar a mudança de cor; sendo tais quesitos indicativos de presença de coliformes. Os tubos que apresentaram resultados negativos foram novamente incubados a 35°C por mais 24 horas. Este teste oferece resultados presuntivos sobre a presença de organismos do grupo coliforme. Assim, dos mesmos tubos foram obtidas amostras com auxílio de alça de platina e semeado em placas contendo meio de cultura Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) e incubados por 24 horas a 35°C, no propósito de obter respostas de confirmação do teste presuntivo.

Para a verificação da contaminação da água por organismos termotolerantes fez-se a inoculação das amostras positivas para coliformes em meio *E. coli* e incubados a 44°C por 24 horas. A combinação dos resultados positivos e negativos foram usados na determinação do NMP.

### 3.1.1. Pontos monitorados na análise bacteriológica

Para a realização das coletas de águas foram monitorados nove pontos ao longo ribeirão Ipanema e três pontos em cada lagoa totalizando 24 pontos conforme coordenadas, (Tabela 3.1) monitorados durante os períodos de cheia dos anos de 2007 e 2008, respectivamente.

Tabela 3.1. Pontos monitorados durante os verões dos anos de 2007 e 2008 para análise de qualidade da água quanto às características requeridas para balneabilidade.

Pontos monitorados	Coordenadas	Datas
Ribeirão Ipanemão	19°25'56,6" S 42°38'40,4" O	18/12/2007 e 30/11/2008
Córrego Tribuna Montante	19°23'50,9" S 42°36'19,4" O	26/12/2007 e 30/11/2008
Córrego Tribuna Jusante	19°24'58,1" S 42°36'55,2" O	26/12/2007 e 30/11/2008
R. Ipanemão x C. Tribuna	19°26'11,1" S 42°36'54,3" O	26/12/2007 e 30/11/2008
R. Ipan. Limoeiro Montante	19°27'13,9" S 42°34'41,7" O	08/01/2008 e 30/11/2008
R. Ipan. Limoeiro Jusante	19°27'04,0" S 42°34'54,0" O	08/01/2008 e 30/11/2008

Tabela 3.1. Continuação

<b>Pontos monitorados</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Datas</b>
R. Ipanema Caçula	19°27'44,2" S 42°33'18,4" O	08/01/2008 e 30/11/2008
R. Ipanema Ideal	19°28'13,0" S 42°33'48,3" O	08/01/2008 e 30/11/2008
R. Ipan. Parque Ipanema	19°28'11,6" S 42°32'09,4" O	08/01/2008 e 30/11/2008
Lagoa do Pau ponto 1	19°27'25,0" S 42°29'04,4" O	26/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa do Pau ponto 2	19°27'32,8" S 42°29'08,0" O	26/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa do Pau ponto 3	19°27'26,8" S 42°29'14,2" O	26/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa da Prata ponto 1	19°25'55,9" S 42°26'42,4" O	26/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa da Prata ponto 2	19°26'02,9" S 42°26'17,7" O	26/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa da Prata ponto 3	19°26'10,2" S 42°26'29,3" O	26/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa Vermelha ponto 1	19°30'06,7" S 42°26'54,6" O	18/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa Vermelha ponto 2	19°29'55,4" S 42°27'02,6" O	18/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa Vermelha ponto 3	19°29'52,8" S 42°26'52,4" O	18/12/2007 e 10/12/2008
Lagoa Silvana ponto 1	19°31'27,9" S 42°25'09,2" O	18/12/2007 e 17/12/2008
Lagoa Silvana ponto 2	19°31'11,3" S 42°25'34,6" O	18/12/2007 e 17/12/2008
Lagoa Silvana ponto 3	19°30'24,1" S 42°26'10,7" O	18/12/2007 e 17/12/2008
Lagoa Nova ponto 1	19°32'20,6" S 43°25'13,1" O	08/01/2008 e 10/12/2008
Lagoa Nova ponto 2	19°32'34,9" S 42°25'16,6" O	08/01/2008 e 10/12/2008
Lagoa Nova ponto 3	19°32'14,0" S 42°25'08,4" O	08/01/2008 e 10/12/2008

### 3.2. Parâmetro físico químicos

Para as análises físicas e químicas das coleções hídricas utilizou-se os equipamentos: Turbidímetro digital marca Hanna, modelo 93703, na obtenção de resultados da turbidez da água dado em unidades de transmitância (uT), do Oxímetro marca Instrutherm, modelo MO-880 obteve-se os resultados de medidas de oxigênio dissolvido em miligramas por litro (mg/l), com o Condutivímetro, marca Instrutherm, modelo CD-850 obteve-se valores que demonstram a quantidade de íons dissolvidos apresentados em microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), o potenciômetro marca WTW, modelo 330i, foi utilizado para medir o potencial hidrogeniônico (pH) de cada amostra junto à temperatura em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). A sonda Multiline P4 Universal Meter foi utilizada para mediar a temperatura, condutividade, pH e o Eh.

### 3.2.1. Pontos monitorados na análise física e química

As características físicas e químicas da água tanto nos ambientes lênticos quanto nos ambientes lóticos procederam-se nos mesmos locais onde foram realizadas as coletas de água para a análise microbiológica. Alguns dos principais afluentes do ribeirão Ipanema foram monitorados no intuito de identificar os principais contribuintes das características apresentadas no corpo receptor (Tabela 3.3). Os valores obtidos em cada ponto do corpo hídrico lótico ou lêntico foram utilizados para a obtenção da mediana para cada ambiente.

Tabela 3.2. Afluentes do ribeirão Ipanema no município de Ipatinga-MG, e respectivas coordenadas dos pontos monitorados.

<b>Afluentes do ribeirão Ipanema</b>	<b>Coordenadas</b>	
Córrego Tribuna Montante	19°24'12,2" S	42°36'29,5" O
Córrego Tribuna Jusante	19°24'35,0" S	42°36'35,5" O
Córrego Pedra Branca Montante	19°24'18,1" S	42°35'9,98" O
Córrego Pedra Branca Jusante	19°25'53,8" S	45°35'44,9" O
Córrego Bom Jardim Montante	19°28'55,5" S	42°35'06,5" O
Córrego Bom Jardim Jusante	19°28'11,2" S	42°35'06,5" O
Córrego Taúbas Montante	19°25'23,7" S	42°33'32,7" O
Córrego Taúbas Jusante	19°27'84,5" S	42°32'29,4" O

### 3.3. Pesquisa de macroinvertebrados bentônicos

O monitoramento foi desenvolvido durante a estação chuvosa no decorrer do ano de 2008 e 2009. A amostragem dos macroinvertebrados foi padronizada. Para tal pesquisa, a coleta de dados foi baseada no método de hand-net (Macan, 1977), que consiste no mergulho e arrasto de peneira junto ao fundo, próximo à vegetação aquática (quando presente), coletando desta forma os invertebrados. A peneira é de material metálico, possui uma área de 0,10m<sup>2</sup>, malha de 1mm, e é presa a um cabo para recolher as amostras de sedimento da margem uma vez que é de fácil operação manual; boa penetração em sedimentos moles; pequeno volume da unidade amostral permite análise de número maior de réplicas em curto intervalo de tempo, e pode ser usado em ambientes rasos provocando pequena perturbação da interface água/substrato. Foram selecionados cinco pontos amostrais

distribuídos ao longo da margem das lagoas, com distância aproximada entre os pontos de 5 metros, repetindo o procedimento na margem oposta de cada lagoa. Em cada ponto foram coletadas duas amostras divididas em dois microhabitats: sedimento e área superficial marginal com ou sem macrófitas. Para o ambiente lótico adotou-se o mesmo procedimento em coletas realizadas nas regiões crenal, ritral e potamal, totalizando 130 amostras. Cada ponto foi demarcado com o auxílio de um GPS delimitando as coordenadas geográficas. Os organismos coletados foram levados para o laboratório, em frascos contendo álcool 70%, e identificados ao menor grupo hierárquico para cada táxon. Análises descritivas dos principais grupos taxonômicos encontrados foram realizadas em relação às características de cada microhabitat, ao período de coleta e ao grupo funcional encontrado. Foram feitas análises por testes não paramétricos utilizando o programa Statistica 7, procurando compreender a relação entre os fatores abióticos e bióticos e os principais grupos taxonômicos encontrados.

O sedimento de cada amostra devidamente identificado foi lavado em duas peneiras sobrepostas com abertura de malha de 1,0mm e 0,21mm. Posteriormente foram triados em cubas de plástico e com o auxílio de pinças e pincel foram armazenados em recipientes contendo álcool 70% p/p. Na identificação utilizou-se microscópio estereoscópico binocular com aumento total de 40X. Os organismos foram identificados por meio das chaves de identificação (Macan, 1975; McCafferty, 1983; Borror e DeLong, 1988 & 2004), até o menor nível hierárquico possível.

Estatisticamente os dados trabalhados foram obtidos do número dos indivíduos agrupados ao nível de família.

### **3.3.1. Pontos monitorados na pesquisa de macroinvertebrados bentônicos**

Durante a estação chuvosa realizou-se seis campanhas de campo para a coleta de sedimento no estudo de macroinvertebrados e medições dos parâmetros físico químicos das coleções hídricas. O período de coleta, triagem e identificação foi de 07/09/2008 a 11/07/2009.

Os pontos de coleta de sedimento (Tabela 3.3 e 3.4) foram escolhidos aleatoriamente, através do gradeamento sobre imagem satélite e sorteio das áreas de margem, adotando para todas as lagoas estudadas, como padrão, o monitoramento da margem oposta à primeira escolhida. No ribeirão, foi sorteado um ponto para cada região da microbacia, crenal, ritral e potamal, donde partiu-se para mais quatro pontos a cada cinco metros a partir do referencial.

Tabela 3.3. Coordenadas referentes aos pontos utilizados como o marco de onde se seguiu para mais quatro amostragens espaçadas cerca de cinco metros entre si ao longo da margem.

<b>Lagoas</b>	<b>Coordenadas Margem A</b>		<b>Coordenadas Margem B</b>	
Lagoa Nova	19°32'26.90"S	42°25'10.01"O	19°32'26.16"S	42°25'20.21"O
Lagoa Silvana	19°30'26.93"S	42°25'43.51"O	19°30'17.41"S	42°25'10.90"O
Lagoa Vermelha	19°30'00.19"S	42°27'10.72"O	19°30'30.46"S	42°26'54.33"O
Lagoa Pau	19°27'32.92"S	42°29'60.43"O	19°27'26.61"S	42°29'14.43"O
Lagoa Prata	19°26'60.94"S	42°26'24.45"O	19°25'53.32"S	42°26'32.32"O

Tabela 3.4. Coordenadas referentes às regiões monitoradas quanto aos critérios de balneabilidade no eixo principal da microbacia do ribeirão Ipanema, Ipatinga-MG.

<b>Ribeirão/Região de amostragem</b>	<b>Coordenadas</b>	
Ipanema /Potamal	19°28'11,6" S	42°32'09,4" O
Ipanema /Ritral	19°27'13,9" S	42°34'41,7" O
Ipanema /Crenal	19°25'11,9" S	42°39'4,29" O

### **3.4. Protocolo de Avaliação Rápida**

Considerando o córrego Tribuna como principal contribuinte e o ribeirão Ipanema como o principal eixo de drenagem fluvial da região de Ipatinga, 41 trechos foram localizados por georreferenciamento e as coordenadas marcadas por GPS modelo *etrex* Garmin (Figura 3.2).



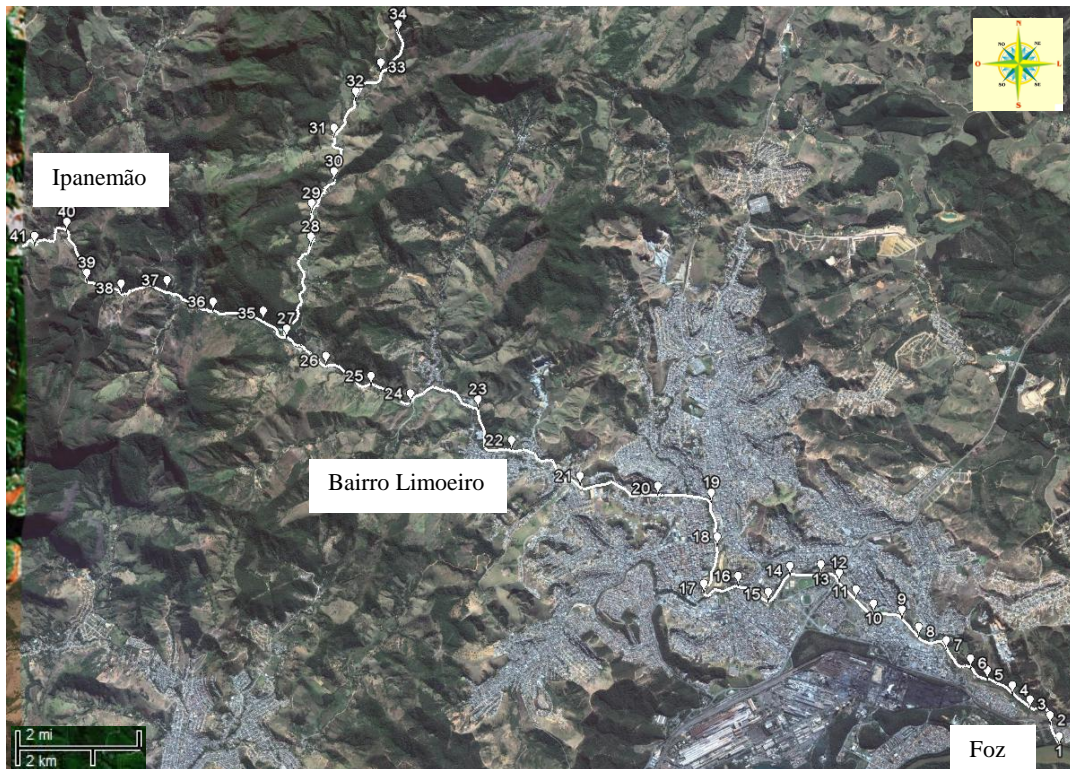


Figura 3.2. Eixo principal do ribeirão Ipanema em Ipatinga, Minas Gerais. Os números representam os 41 trechos monitorados na avaliação rápida que seguiu da foz sentido à nascente. Image Digital Globe, Google Earth, Cnes/Spot Image 2009.

A fim de diagnosticar os 41 trechos do ribeirão Ipanema estudados durante as doze campanhas realizadas entre Janeiro a Julho de 2009, utilizou-se o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) propostos por Callisto *et al.* 2002 (Anexo 1). O uso deste protocolo permitiu descrever e pontuar 22 parâmetros de dois protocolos que foram modificados e transformados em apenas um, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987) e Hannaford *et al.* (1997).

A soma destes parâmetros resultaram em valores que permitiram classificar os ambientes quanto ao seu status de conservação segundo o proposto por Callisto *et al.* (2002). A pontuação para a classificação dos trechos sem alterações antrópicas, considerado natural, o valor somado foi superior a 60 pontos; trechos com intervenções antrópicas de média intensidade, considerados alterados, a soma dos parâmetros variou de 41 a 60 pontos; trechos com severas modificações e portanto, resultando uma soma dos parâmetros que variou de 0 a 40 pontos foram considerados impactados.

### **3.4.1. Parâmetros avaliados no P.A.R.**

Para os dez primeiros itens analisados no protocolo foram observados parâmetros como: o tipo de ocupação das margens, erosão e respectiva interferência sobre o leito, alterações antrópicas, percentual de cobertura vegetal do leito, odor da água e do sedimento, oleosidade da água e do fundo e tipo de fundo. Para tais parâmetros foram atribuídos os pesos 4, 2 e 0 correspondentes as condições do trecho designadas como natural, alterada e impactada respectivamente.

Para os doze itens analisados, na segunda parte do protocolo, foram adotados os valores 5, 3, 2 e 0, portanto, os trechos foram classificados como natural, levemente impactado, moderadamente impactado, e severamente impactado, respectivo a ordem mencionada destes valores.

Foram analisados os seguintes parâmetros: tipo de fundo, extensão de rápidos, frequência de rápidos, tipos de substrato, deposição de lama, depósitos sedimentares, alteração no canal do rio, características do fluxo das águas, presença de mata ciliar, estabilidade das margens, extensão de mata ciliar e presença de plantas aquáticas. A profundidade média de cada trecho foi aferida com uma régua de madeira. Para a coleta do sedimento foi utilizada uma peneira fixa de malha 2mm<sup>2</sup>, a uma haste de madeira e, uma fita métrica de 30 m foi utilizada para a medição da largura de cada trecho e da largura da mata ciliar (quando presente). Em cada ponto a temperatura foi aferida utilizando termômetro de mercúrio.

Os estudos dos trechos seguiram o sentido foz-nascente, seguindo o curso principal do ribeirão até a bifurcação para os dois principais ribeirões, Tribuna e Ipanemão, donde se seguiu no sentido das duas principais nascentes avaliando cada trecho acessível. Análises que dependiam da percepção ambiental como, odores da água e do sedimento e coloração foram definidos em grupo pelo senso comum.

Para a medição da vazão, utilizou-se o método do flutuador obtido através do produto dos valores médios da largura, área e velocidade de um trecho retilíneo. Uma garrafa PET com capacidade para 2 litros com um pouco 400ml de água foi utilizada para medir a velocidade. Uma régua de madeira foi utilizada para medir a profundidade em cinco pontos

de cada secção transversal, demarcado com um barbante fixo nas duas margens, numa secção transversal ao corpo hídrico demarcando um trecho de dez metros de comprimento.

Informações relevantes como alterações do canal ou construções de pontes a mais de uma década foram obtidas nos departamentos de Meio Ambiente e Obras da Prefeitura Municipal de Ipatinga.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Análises bacteriológicas

#### 4.1.1. Ribeirão Ipanema

Os resultados das análises microbianas para a avaliação da presença de bactérias do gênero coliforme no sistema lacustre, realizado pelo teste dos tubos múltiplos, estão apresentados na tabela 4.1.

Tabela 4.1. Valores de Coliformes totais e *Escherichia coli* no Ribeirão Ipanema, resultado das análises realizadas em 2007 e 2008, (NMP/100ml).

Amostra	Coliformes totais	<i>E. coli</i>
1	2300	2300
	2300	2300
2	2400	14
	2400	2400
3	1100	1200
	2400	1200
4	1100	640
	2400	460
5	2400	1200
	2400	1200
6	2400	26
	2400	34

Tabela 4.1. Continuação.

Amostra	Coliformes totais	<i>E. coli</i>
7	2400	1100
	2400	2400
8	2400	1100
	2400	1100
9	2400	460
	2400	460

Os cursos d'água apresentam vida microbiológica bem determinada, importante na auto-regeneração e destoxificação destes sistemas. Todavia, quando esta água é contaminada com esgotos domésticos, passa a apresentar bactérias do gênero coliformes, de componentes da flora intestinal de vários animais, principalmente o homem, mas não encontradas normalmente nos cursos d' água.

Como o grupo dos coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, isto limita sua aplicação como indicador específico de contaminação fecal. O reconhecimento deste fato levou ao desenvolvimento de métodos de enumeração de um subgrupo de coliformes denominados coliformes fecais (coliformes termotolerantes), os quais são diferenciados dos coliformes totais pela sua capacidade de fermentar a lactose em temperatura elevada (44,5°C).

A presença de coliformes fecais é usada como indicador sanitário, pois, apesar de não serem patogênicas em sua maioria, indicam que o ecossistema foi contaminado com esgoto e assim, outros patógenos podem estar presentes, causando a disseminação de doenças à comunidade.

Como a bacia do ribeirão Ipanema apresenta uma diferença de altitude de 334m suscitou-se a verificação da interferência da autodepuração sobre a abundância de coliformes e *E.coli* (Figuras 4.1 e 4.2) ao longo do percurso do ribeirão.

A abrupta queda no número de coliformes totais demonstrados entre os pontos 2 e 5 (Fig. 5.1) coincide com uma região de cachoeiras que convergem numa mesma área conhecida

como Clube Parque das Cachoeiras, inserida próximo a região limítrofe da área rural com a área urbana, do município de Ipatinga-MG.

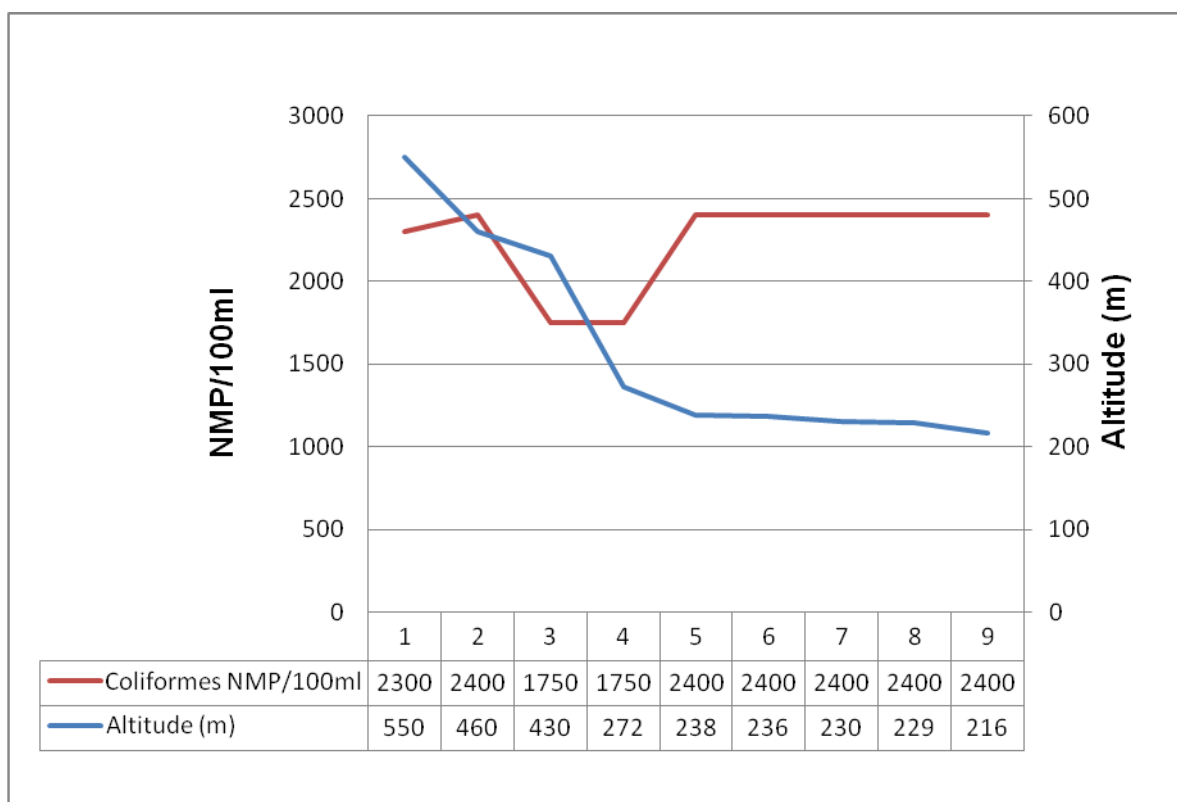


Figura 4.1. Processo de autodepuração do ribeirão Ipanema com queda abrupta nos valores bacterianos em termos de coliformes totais, promovido pelas cachoeiras. Mediana dos valores obtidos em 2007 e 2008.

O ponto 1 (Figura 4.2), localizado em uma área essencialmente rural apresenta valores elevados de *E. coli*; fato que demonstra a escassez de saneamento nas áreas rurais ao passo que as mais elevadas taxas de contaminação são vistas nas áreas urbanas. Tal fato provavelmente se deve ao crescimento urbano desordenado que geralmente é responsável pelos despejos clandestinos de águas residuárias em corpos hídricos.

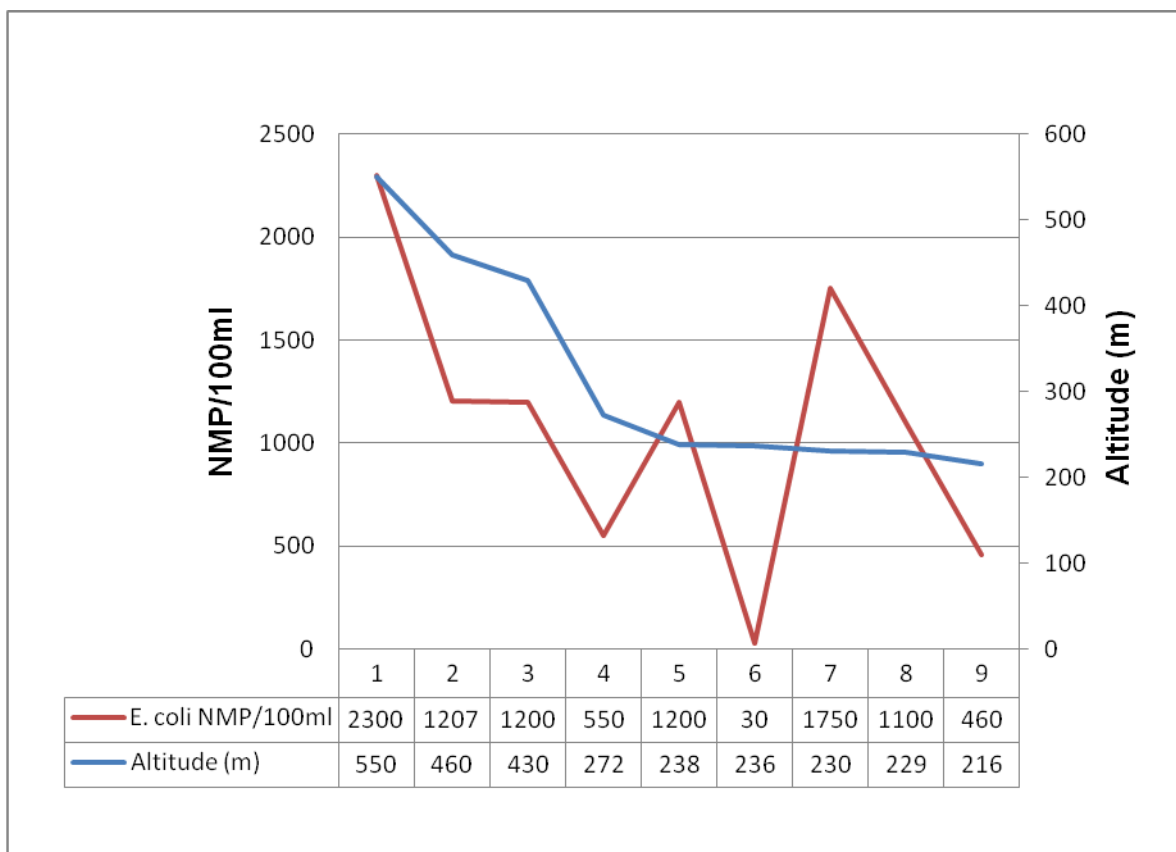


Figura 4.2. Processo de autodepuração do ribeirão Ipanema com queda abrupta de bactérias termotolerantes nas regiões de cachoeiras, promovendo a depuração em termos de *E. coli*. Mediana dos valores obtidos em 2007 e 2008.

O ribeirão Ipanema passou por um programa de saneamento executado pela COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais, portanto, deveria apresentar águas de Classe 2 onde a contagem de coliformes não deve exceder 1000 coliformes por 100ml. Os resultados das análises de dezembro de 2007 e 2008 revelam que a meta do programa ainda não foi alcançada, e confirmaram os resultados obtidos de uma avaliação realizada por SANTOS *et al.*,(2002).

Conforme parágrafo III do artigo 4º da Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, deve ser considerado de classe 2, águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; que são adequadas à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; também deve servir para irrigação de

hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

#### 4.1.2. Sistema Lacustre

Os resultados da avaliação da presença de bactérias do gênero coliforme no sistema lacustre, realizado pelo teste dos tubos múltiplos, estão apresentados na tabela 4.2.

Tabela 4.2. Resultados coliformes totais e termotolerantes (NMP/100ml) para o sistema lacustre, realizado em Dezembro de 2007 e 2008.

Local de amostragem	Teste Presuntivo	Teste Confirmativo	Pesquisa de coliformes Termotolerantes
Lagoa do Pau (1)	2400	2400	28,0
	2400	2400	2400,0
Lagoa do Pau (2)	36	39	<3,0
	2400	2400	2400,0
Lagoa do Pau (3)	150	43	3,6
	2400	2400	2400,0
Lagoa da Prata (1)	53	21	3,6
	11	2400	6,1
Lagoa da Prata (2)	2400	1100	20,0
	2400	2400	53,0
Lagoa da Prata (3)	2400	2400	93,0
	2400	2400	210,0
Lagoa Vermelha (1)	1100	1100	7,3
	1200	1200	11,0
Lagoa Vermelha (2)	120	93	3,6
	93	120	6,2
Lagoa Vermelha (3)	24	34	3,0
	29	64	3,0
Lagoa Silvana (1)	93	120	43,0
	120	130	53,0

Tabela 4.2. Continuação.

Local de amostragem	Teste Presuntivo	Teste Confirmativo	Pesquisa de coliformes Termotolerantes
Lagoa Silvana (2)	150	150	460,0
	460	460	460,0
Lagoa Silvana (3)	93	7,3	7,3
	120	19	19,0
Lagoa Silvana (4)	150	93	20,0
	150	93	23,0
Lagoa Nova (1)	93	13	< 3,0
	120	15	< 3,0
Lagoa Nova (2)	460	240	3,0
	1100	240	3,0
Lagoa Nova (3)	34	460	< 3,0
	34	1100	< 3,0

O sistema lacustre apresenta-se sob forte interferência antrópica principalmente no que diz respeito à pesca e recreação. O número médio de coliformes termotolerantes nas lagoas da Prata, Pau e Vermelha excederam 1000 coliformes por 100ml, o que torna esses ambientes impróprios para uso de contato primário.

As lagoas que se apresentaram mais afetadas pela contaminação por *E.coli*, de acordo com as análises, foram as lagoas do Pau e Silvana, em regiões de livre acesso, sem infraestrutura de saneamento, e a lagoa da Prata, apresentando maior média em região de acesso para a pesca. Conforme a resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, a *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, sendo somente encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. Portanto, o sistema lacustre estudado não apresenta boa qualidade de balneabilidade.



## 4.2. Análise físico-química

Os resultados das análises de alguns parâmetros físico-químicos estão apresentados nas tabelas 4.3 e 4.4 para o ribeirão Ipanema e na tabela 5.5 para o sistema lacustre, referentes a duas medições (2007 e 2008) para cada corpo d'água estudado.

Tabela 4.3. Valores das análises físico-químicas realizadas em Dezembro de 2007 a Janeiro de 2008 e Fevereiro de 2009, em diferentes corpos d'água, na região da microbacia do ribeirão Ipanema, Ipatinga-MG.

Pontos	Condutividade $\mu\text{S/cm}(25^\circ)$	pH	Turbidez (uT)	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Temperatura (°C)
Ribeirão Ipanema	156,00	7,11	9,21	8,80	22,00
Montante	158,00	7,12	9,31	8,70	23,30
Ipanemão x Tribuna	209,00	7,00	12,81	8,09	25,00
	207,00	7,23	12,73	9,20	26,00
Córrego Tribuna	265,00	7,11	46,11	9,60	23,70
Montante	270,00	7,04	46,26	9,30	22,60
Córrego Tribuna	190,00	7,20	44,00	8,70	25,50
Jusante	184,00	7,34	42,25	8,90	24,90
Córrego Pedra	90,00	6,11	1,50	8,90	24,00
Branca Montante	82,00	6,56	0,00	9,20	23,00
Córrego Pedra	260,00	7,10	48,10	7,8	28,00
Branca Jusante	252,00	7,52	46,39	8,4	27,50
Ribeirão Ipanema	298,00	7,00	13,00	6,90	30,00
Jusante	294,00	7,14	12,46	7,50	29,10

Os resultados das análises no ribeirão Ipanema (Tabela 4.3) mostraram os valores elevados da condutividade no córrego Pedra Branca a cerca de 2,5km a jusante do ponto monitorado a montante no mesmo córrego, após ter percorrido por um bairro que ocupa a 27ª posição

em número de habitantes por bairro em Ipatinga, de 34 bairros considerados. Nota-se também, um acentuado incremento de íons a jusante do córrego Pedra Branca onde a turbidez passa de 1uT a 47,24uT, após ter recebido descargas de águas residuárias provenientes do bairro Pedra Branca.

Nos mês de Junho de 2009 foram realizadas algumas medições de parâmetros físico químicos do ribeirão Ipanema (Tabela 4.4) onde se constatou uma elevada carga de poluentes redutores na região potamal (foz) e condutividade elevada.

Tabela 4.4. Análises de alguns parâmetros físico-químicos realizadas no mês de Junho de 2009 nas regiões crenal, ritral e potamal do ribeirão Ipanema, Ipatinga-MG.

	Ribeirão Ipanema (Ipanemão)	Ribeirão Ipanema (Limoeiro)	Ribeirão Ipanema (Foz)
Eh (mV)	11	7	-15
Temperatura (°C)	18,5	24	17,1
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ )	17	68	195

A análise de qualidade da água é de extrema importância para sua utilização uma vez que concentrações anômalas de determinado elemento podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente (Cruz *et al*, 2007).

Os valores obtidos nas análises realizadas nas lagoas (Tabela 4.5) revelaram menores valores de pH na lagoa Silvana e Prata em relação às outras. As análises foram realizadas na região litorânea em área de acesso clandestino. As lagoas Vermelha e Nova apresentaram valores de Eh que as caracterizam como ambientes com maior carga de componentes oxidantes. Embora a lagoa do Pau esteja sob forte pressão antrópica, intenso processo de assoreamento devido à ausência de mata ciliar e pequena área superficial, a quantidade de oxigênio dissolvido é relativamente alta. Provavelmente, tal fato se deve ao fluxo perene de entrada de água advinda de uma nascente, promovendo a constante aeração do corpo hídrico.

Tabela 4.5. Análise físico-química das lagoas realizadas nos meses de Maio a Junho de 2009.

Lagoas	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Condutividade $\mu\text{S/cm}(25^\circ)$	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	pH	Eh (mV)
Nova	6,97	68	24,5	7,10	12
Silvana	7,86	69	25,6	6,92	3
Vermelha	5,74	40	24,7	7,07	13
Pau	8,92	52	24,0	7,12	2
Prata	7,91	42	24,4	6,89	3

### 4.3. Macroinvertebrados bentônicos

Os dois diferentes ambientes aquáticos físicos, o lótico (corrente) e lêntico (fixo), impõem restrições muito diferentes aos organismos que vivem neles (Gullan e Craston, 2008). Dos ambientes estudados foram coletados 2.535 organismos, distribuídos em 48 taxa identificados em nível de família. Destes, 2.426 distribuídos nas cinco lagoas e 109 no ribeirão Ipanema.

Segundo Farjalla (2009), em regiões climaticamente mais estáveis, como nos trópicos, as comunidades são geralmente muito cheias, a competição tende a ser intensa entre as espécies, aumentando o grau de especialização e conseqüentemente aumenta a diversidade.

Ainda o mesmo autor afirma que a biodiversidade é regulada por vários fatores em várias escalas. É pouco provável que um fator apenas (regional ou local) determine o padrão de diversidade de organismos em uma determinada comunidade; portanto, tanto fatores locais (competição, predação, herbivoria, distúrbio, heterogeneidade de habitats, produção primária) como fatores regionais (tempo evolutivo, estabilidade climática, tamanho da região) determinam a biodiversidade.

No ranking de riqueza taxonômica entre as lagoas aparece a lagoa Nova com 11 famílias, Silvana com 13 famílias, Pau com 14 famílias, Prata com 17 famílias e Vermelha com 21

famílias. Os valores médios de cada táxon (família) e o desvio padrão podem ser vistos nos Anexos 2 e 3.

Embora a lagoa Vermelha tenha apresentado maior riqueza taxonômica, esta sofre diretamente intervenções antrópicas como, a monocultura de *Eucalyptus* sp. próximo à margem norte da lagoa, resíduos de estradas à margem sul, além de resíduos oriundos de pescadores e transeuntes.

Segundo Thorp e Covich (1991), em dípteros da família Chironomidae (Tabela 4.6), larvas de algumas espécies possuem hemoglobina, pigmento que auxilia na obtenção de oxigênio, favorecendo estes organismos a colonizar ambientes muitas vezes eutrofizados. Estas características podem ser a causa dessa família ter uma distribuição mais homogênea na lagoa Vermelha, onde a taxa de oxigênio dissolvido apresentou-se muito baixa.

Tabela 4.6. Família Chironomidae nos ambientes lênticos. (CV%)

	L. Nova	L. Silvana	L. Vermelha	L. Pau	L. Prata
Chironomidae	3,07	2,44	1,16	4,02	2,06

O mesmo autor afirma também que na família Coenagrionidae (Odonata), as larvas desse inseto são encontradas principalmente em lagoas permanentes, pântanos e áreas litorâneas de lagos, ocasionalmente ocorre entre a vegetação nas partes de córregos com pouca ou nenhuma corrente. Este fato permitiu inferir sobre a presença desse grupo somente nas duas lagoas (Pau e Vermelha) que se apresentam sob elevada antropização e reduzida área superficial quando comparada as demais lagoas estudadas.

Ainda na lagoa Vermelha, foram coletados indivíduos da família Glossiphoniidae (Annelida), sanguessugas, conhecidas pelos hábitos alimentares, utilidades medicinais e que geralmente colonizam ambientes impactados.

Cleto Filho (2003), estudando a biodiversidade ao longo das margens do igarapé Mindu, na Amazônia, relatou que, nos trechos mais impactados do rio, predominam grupos de invertebrados como os hirudíneos, que são sanguessugas tolerantes às águas de baixa qualidade, com reduzido teor de oxigênio.

Na Lagoa do Pau, observou-se uma distribuição mais heterogênea de larvas dípteros, chironomídeos, mesmo estando essa lagoa sobre forte intervenção antrópica, como a ausência de mata ciliar. Este fato está relacionado com a constante aeração da lagoa, resultante do fluxo perene de uma nascente que a abastece.

Na margem onde o assoreamento é mais intenso, na lagoa do Pau, a qual é utilizada como acesso para a dessedentação de animais e, por conseguinte está completamente desprovida de vegetação ciliar foram encontrados 2 indivíduos de Polycentropodidae (Trichoptera), bem como um indivíduo na lagoa da Prata e na região Potamal do Ribeirão Ipanema. Observa-se, portanto que conforme Thorp e Covich (1991), a especial importância dessas espécies em ambientes lênticos é que elas vivem em ambientes ocasionalmente deficientes em oxigênio por possuir um tubo de refúgio onde é promovida a circulação de água através da ondulação do corpo. Para o mesmo autor, larvas de insetos da família Caenidae (Ephemeroptera) são bastante resistentes aos habitats com baixo nível de oxigênio dissolvido. Indivíduos dessa família foram coletados nas lagoas da Prata (5 indivíduos), Pau (4 indivíduos) e Silvana (10 indivíduos).

Para Thorp e Covich (2001), as larvas de libélulas da família Aeshnidae e Gomphidae, na maioria das espécies habitam córregos, outras podem ser encontradas em corredeiras ou parcialmente enterradas na lama ou na areia em trechos mais lentos. Outras espécies habitam ambientes lênticos, principalmente pequenas lagoas permanentes e áreas litorâneas de lagos, onde se encontram escondidas no substrato para emboscar suas presas. Segundo Borrer e DeLong, (1988), Gomphidae é um grupo bastante grande e amplamente distribuído, e o grupo Aeshnidae inclui algumas das maiores libélulas e das de vôo mais possante. O fato de ter coletado essas famílias somente nas lagoas situadas à margem esquerda do Rio Doce pode estar relacionado às respectivas distâncias entre as lagoas em relação ao Rio Doce e com a abundância destas famílias nos ambientes lênticos (Tabela 4.7).

O argumento em relação à presença comum da família Gomphidae em ambientes lóticos é reforçado devido ao fato de o ribeirão Ipanema apresentar resultados positivos para essa família. O mesmo argumento não se comprova para a família Aeshnidae.

Tabela 4.7. Abundância das famílias Aeshnidae e Gomphidae (Odonata) e distâncias em linha reta das lagoas estudadas.

	Nova	Silvana	Vermelha	Pau	Prata
Distância lagoa-rio (metros)	≈ 7.900	≈ 3.200	≈ 2.100	≈ 1.100	≈ 480
Gomphidae	0	0	0	1	3
Aeshnidae	0	0	0	2	11

Quanto ao ribeirão Ipanema, vale ressaltar que foram coletados 5 indivíduos da família Gomphidae na região crenal.

Parâmetros físico-químicos às vezes definem os limites de distribuição de caramujos gastrópodes, mas, não são tão importantes para explicar os relativos padrões de abundância e densidade em ambientes aquáticos neutros (Lodge & Lorman, 1987). Em uma escala biogeográfica, um fator determinante na distribuição de gastrópodes é a capacidade de dispersão. Estudos têm indicado um aumento da diversidade com relação a área de lagos e lagoas (Lassen, 1975; Browne, 1981; Bronmark, 1985; Jokinen, 1987, citado por Thorp e Covich, 2001). Como as taxas de imigração aumentam ao passo que diminuem a taxa de extinção com o aumento do habitat, geralmente habitats maiores apóiam mais espécies. (MacArthur e Wilson, 1967).

Gastrópodes da família Physidae estão presentes em todos os ambientes lênticos estudados, embora a abundância desses indivíduos seja maior na lagoa Nova com 320 indivíduos em detrimento a 227 indivíduos na lagoa Silvana, a distribuição destes nos pontos amostrados (Tabela 4.8) foi mais homogênea na lagoa Silvana. Certamente essa distribuição se deve às maiores dimensões de área na lagoa Silvana associado à maior diversidade de habitats devido à sua forma dendrítica.

As lagoas Nova e Silvana são interconectadas por canais que se preenchem em épocas de cheia fazendo com que a água da L. Nova desemboque na L. Silvana promovendo, portanto, maior fluxo gênico entre os ambientes. Embora a lagoa Vermelha esteja localizada próxima as duas anteriores, porém, sem conexão por afluentes, faz-se pensar na provável causa da lagoa Vermelha, apresentar um número significativamente reduzido de indivíduos da família Physidae. Outro fator que contribui com a hipótese é o fato de não

haver suporte para o uso de embarcações na lagoa vermelha como pode ser verificado nas demais, o que dificulta a disseminação de espécies carreadas em lastros de embarcações.

É interessante observar que a família Physidae é escassa na L. Vermelha, onde indivíduos de *Melanoides* (Thiaridae) tem maior abundância. Raphael, (2008) afirma que os *Melanoides* utilizam o mesmo tipo de alimento que diversas espécies de moluscos nativos, sendo, portanto potenciais competidores, que devido ao elevado potencial reprodutivo, poderão excluí-las competitivamente.

Tabela 4.8. Abundância e Coeficiente de variação dos indivíduos da família Physidae (Gastrópoda) nos ambientes lênticos.

	L.Nova	L.Silvana	L.Vermelha	L.Pau	L.Prata
Nº de indivíduos	320	227	1	40	78
C.v.Physidae	2,37	1,59	4,34	0,97	2,74

A significativa abundância de moluscos, nas cinco lagoas, principalmente a espécie *Melanoides tuberculata* (Müller, 1974) originária do nordeste africano e sudeste asiático, é preocupante devido ao elevado impacto sofrido nestes habitats promovido pela disseminação de espécies exóticas. As populações da espécie exótica *M. tuberculata* podem manter altas densidades por longos períodos de tempo (mesmo co-existindo com outros gastrópodes). Os indivíduos crescem rapidamente, possuem taxa de mortalidade baixa, reprodução do tipo partenogenética e são ovovivíparos (Berry e Kadri, 1974). Estes caracóis foram monitorados em todo o mundo, porque eles podem servir como hospedeiros intermediários de trematódeos parasitas. Os primeiros registros de espécimes de *M. tuberculata* infectados com cercárias foram feitos no estado do Rio de Janeiro em 2001, (Bogéa *et al*, 2005). Segundo Ramos (2008), esta espécie exótica invadiu várias regiões do Brasil, e representa uma ameaça para a fauna de moluscos e outros invertebrados nativos das comunidades bentônicas onde se estabelecem.

No sistema lacustre estudado a população de *Melanoides* (Thiaridae) é dominante numericamente, representando 44,81% dos invertebrados coletados.

A abundância dos macroinvertebrados bentônicos estudados em todas as coleções hídricas foi testada estatisticamente utilizando-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, adotando o valor ( $p < 0,05$ ). Os testes foram significativos comparando a abundância dos macroinvertebrados às múltiplas variáveis independentes: lagoas e ribeirão. Os resultados foram significativos para as famílias: Aeshnidae, Ampullaridae, Baetidae, Caenidae, Chaoboridae, Chironomidae, Corduliidae, Darwinulidae, Gammaridae, Glossifoniidae, Gomphidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Lymnaeidae, Naucoridae, Notonectidae, Palaeomonidae, Philopotamidae, Physidae, Planorbidae, Simuliidae e Thiaridae.

Os fatores, presença de macrófitas e diferença de habitat coletados (margem e fundo) não apresentaram valores significativos pelo teste U de Mann-Whitney, adotando o nível de significância ( $p < 0,05$ ). Os resultados podem ser consultados no Anexo 4.

Os organismos encontrados foram agrupados em seis guildas funcionais: filtradores, predadores, detritívoros, raspadores, parasitas e coletores. Outros sete agrupamentos em mais de uma guilda funcional é devido ao fato de haver diversificação dentro da família, mudança de hábito alimentar decorrente do estágio de desenvolvimento ou consequência da disponibilidade de recursos (Tabela 4.9). A contribuição de cada grupo para a composição da comunidade é mostrada na Figura 4.4., segundo Thorp e Covich, (1991); Marques *et al.*, (1998); Flint *et al.*, (1999), Merrit e Cummins, (1994); e Gullan e Cranston, (2007).

“O nível de adaptação morfológica e comportamental dos invertebrados que os permite explorar os diversos recursos alimentares pode ser obrigatório ou facultativo (Cummins & Klug, 1979)”.

Tabela 4.9. Macroinvertebrados bentônicos organizados em grupos funcionais e número de indivíduos coletados em cada uma das cinco lagoas.

Grupo taxonômico		Grupo funcional	L.P	L.Pr	L.V	L.S	L.N
Mollusca	Ampullaridae	Raspador	7	-	5	3	1
	Ancylidae	Raspador	-	-	-	1	-
	Lymnaeidae	Raspador	-	46	-	-	-
	Bithyniidae	Filtrador	4	59	-	-	-
	Thiaridae	Raspador	50	281	405	314	86



Tabela 4.9. Continuação.

Grupo taxonômico	Grupo funcional	L.P	L.Pr	L.V	L.S	L.N	
	Uniodoidae	Filtrador	2	1	5	2	-
	Physidae	Detritívoro	40	78	1	227	320
	Planorbidae	Detritívoro	2	5	-	-	-
Annelida	Glossiphoniidae	Parasita/Predador	-	-	9	-	-
Odonata	Aeshinidae	Predador	2	11	-	-	-
	Lestidae	Predador	1	-	1	-	-
	Macromiidae	Predador	-	-	1	-	-
	Libellulidae	Predador	1	1	3	2	-
	Gomphidae	Predador	1	3	-	-	-
	Coenagrionidae	Predador	2	-	2	-	-
Tricoptera	Glossomatidae	Coletor	-	-	1	-	-
	Hydropsychidae	Coletor/Filtrador/ Predador	-	-	1	-	-
	Leptoceridae	Fragmentador	-	-	12	-	-
	Polycentropodidae	Predador	2	1	-	-	-
Diptera	Ceratopogonidae	Predador	3	-	-	-	-
	Chaoboridae	Predador	-	1	-	-	8
	Chironomidae	Coletor	10	60	51	3	1
	Culicidae	Detritívoro/Predador	-	-	-	1	-
	Simuliidae	Filtrador/Raspador	-	-	-	-	1
Ephemeroptera	Baetidae	Herbívoro/Detritívoro	-	-	-	6	2
	Leptophlebiidae	Raspador/Filtrador/ Coletor	-	-	1	-	-
	Caenidae	Raspador/Filtrador/ Coletor	4	5	-	10	-
Heteroptera	Belostomatidae	Predador	-	2	-	-	-
	Corixidae	Predador	-	-	3	-	6
	Naucoridae	Predador	-	-	3	-	-
	Notonectidae	Predador	-	2	2	16	15
	Gerridae	Predador	-	8	-	-	2
Crustacea	Palaeomonidae	Predador/Herbívoro/ Detritívoro	-	-	-	70	12
	Gammaridae	Predador/Herbívoro/ Detritívoro	-	-	100	-	-
Ostracoda	Cyprididae	Predador	-	-	1	-	-
	Darwinulidae	Predador	-	-	16	-	-
Neuroptera	Hemerobiidae	Predador	-	-	1	-	-
Aranae	Pisauridae	Predador	-	1	-	-	-

L.P. (lagoa do Pau), L.Pr.(lagoa da Prata), L.V.(lagoa Vermelha), L.S. (lagoa Silvana),  
L.N. (lagoa Nova).

n = 100

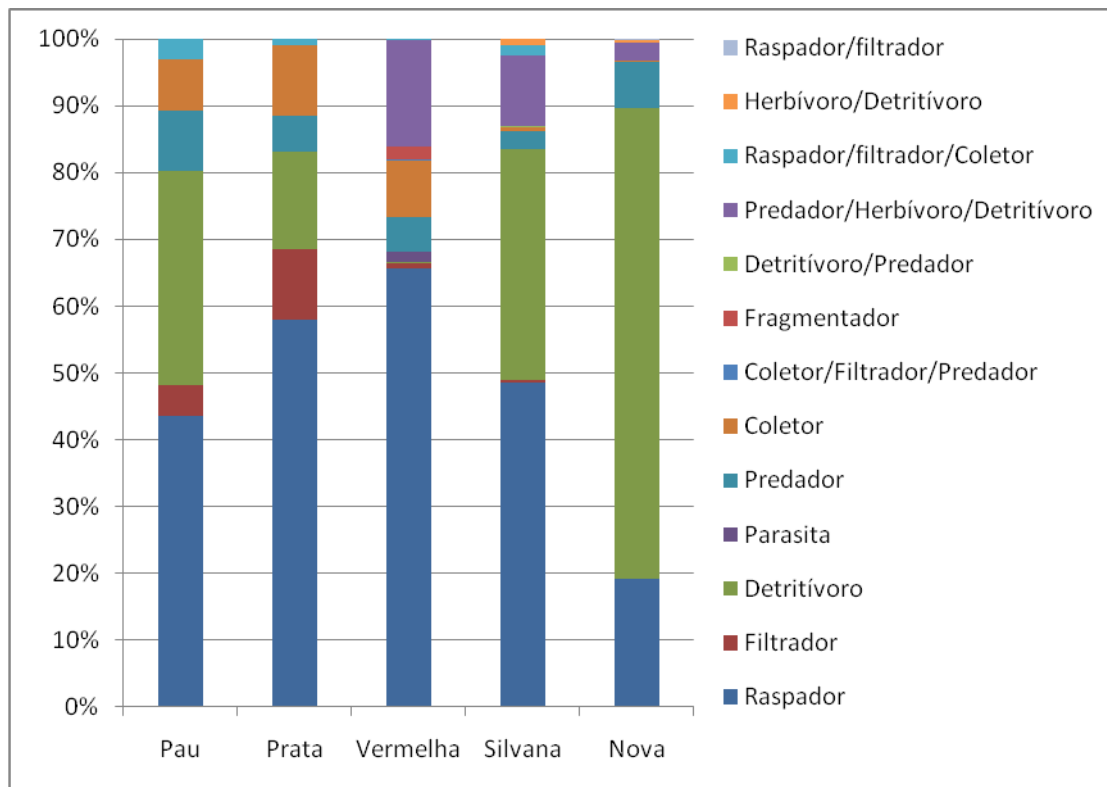


Figura 4.4. Distribuição de macroinvertebrados bentônicos em guildas funcionais nas lagoas do Pau, Prata, Vermelha, Silvana e Nova, região do médio Rio Doce, MG.

Segundo Silveira (2004), o alimento dos macroinvertebrados bentônicos e a maneira de obtê-lo possuem uma relação direta com os impactos que podem ocorrer nos rios. Isto pode explicar o fato de que com a retirada da mata ciliar ou com o assoreamento do leito do rio, haveria alterações na abundância de determinados grupos, em função da maior ou menor disponibilidade de alimento. Assim, no caso do desmatamento das margens, os organismos fragmentadores se tornariam mais escassos, devido à menor disponibilidade de folhas disponíveis para alimento; por outro lado, os organismos coletores e filtradores aumentariam em abundância, em virtude de um maior aporte de matéria orgânica em suspensão provocado pela erosão das margens e assoreamento do canal principal do rio. Portanto, as categorias de alimentação (ou categorias tróficas) (Tabela 4.10) são freqüentemente usadas em estudos de impacto ambiental, pois fornecem uma boa medida sobre o que está afetando a fauna local, em função da proporção e da abundância dos diversos organismos que compõem a comunidade de macroinvertebrados daquele ambiente em estudo. A proporção de participação nas guildas funcionais de macroinvertebrados bentônicos ao longo ribeirão Ipanema pode ser visto na Figura 4.5. Nota-se, portanto, a

ausência de organismos fragmentadores em detrimento da maior abundância de coletores nos grupos encontrados.

Tabela 4.10. Macroinvertebrados bentônicos organizados em grupos funcionais e número de indivíduos coletados nas regiões crenal, ritral e potamal do ribeirão Ipanema.

Grupo taxonômico		Grupo funcional	Ribeirão Ipanema
Annelida	Oligochaeta	Filtrador	4
Odonata	Corduliidae	Predador	2
	Gomphidae	Predador	5
Tricoptera	Philopotamidae	Herbívoro/Detritívoro	3
	Hydrobiosidae	Predador	3
	Hydropsychidae	Coletor/Filtrador/Predador	9
	Polycentropodidae	Predador	1
Diptera	Ceratopogonidae	Predador	1
	Ephydriidae	Predador/Detritívoro	1
	Tipulidae	Herbívoro/Detritívoro/Carnívoro	1
	Empididae	Predador	1
	Chaoboridae	Predador	1
	Chironomidae	Coletor	34
	Culicidae	Detritívoro/Predador	3
	Simuliidae	Filtrador/Raspador	17
Ephemeroptera	Baetidae	Herbívoro/Detritívoro	14
Heteroptera	Pleidae	Predador	1
	Naucoridae	Predador	7
Coleoptera	Elmidae	Herbívoro/Detritívoro	1

n = 30

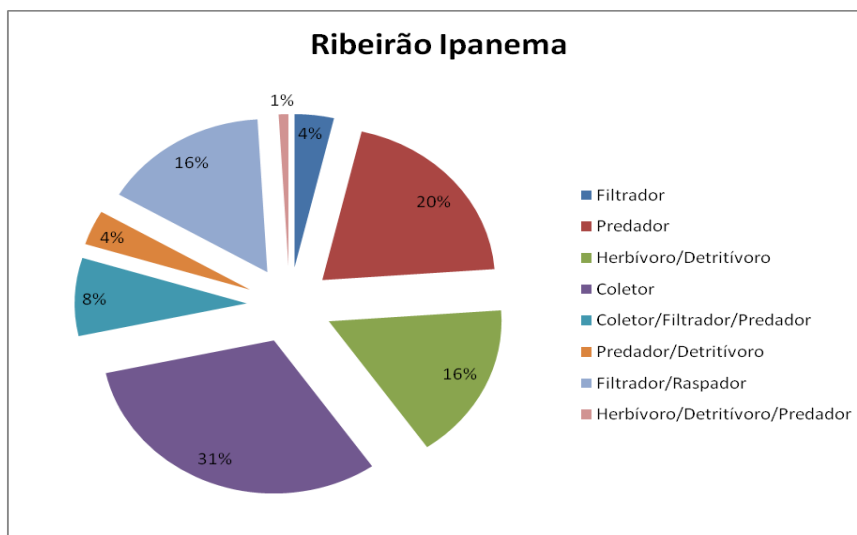


Figura 4.5. Proporção dos grupos funcionais presentes ao longo do ribeirão Ipanema, Ipatinga, MG.

As formas especialistas obrigatórias (espécies com dieta alimentar muito restrita) são mais rapidamente deslocadas do que as generalistas facultativas (espécies que se alimentam de várias fontes – vegetal e/ou animal). Estas últimas são mais tolerantes sob condições de distúrbio, pois conseguem se adaptar mais facilmente a mudanças, no tipo e na disponibilidade de alimento. A presença e abundância dos vários grupos de alimentação funcional, e a dominância de representantes obrigatórios ou facultativos, é um reflexo direto da disponibilidade dos recursos alimentares necessários (tanto em quantidade como em qualidade) e da condição dos parâmetros ambientais relacionados (Cummins, 1996).

#### 4.4. Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)

A cidade de Ipatinga possui atrativos naturais, com destaque para o Parque das Cachoeiras por onde passam dois importantes corpos hídricos que compõem o ribeirão Ipanema. Ao atravessar a zona rural do município o ribeirão recebe descargas difusas de águas residuárias clandestinas de moradias, da pecuária, suinocultura e indústrias, carreadas principalmente por tributários como os córrego dos Lúcios, Becas, Ipaneminha, Tribuna, Rosário e Morro Escuro. Na zona urbana os principais afluentes são: ribeirão Pedra Branca, córregos Santa Cruz, Limoeiro, Novo, Bom Jardim, Forquilha e Taúbas; sobre os quais são despejados clandestinamente descargas de esgotos contribuindo significativamente com o impacto observado no corpo receptor. A necessidade de uma

caracterização detalhada do ambiente, ribeirão Ipanema, incorre sobre a singular importância ambiental deste para o município.

Segundo Nascimento e Heller (2005), as elevadas taxas de crescimento da urbanização, agravadas pelos bem conhecidos problemas de distribuição de riqueza no país, resultaram em graves carências de infra-estrutura urbana. A falta de habitação conduziu ao aumento da população favelada, que passou a ocupar áreas menos valorizadas ou mais desprotegidas contra invasão, como as zonas de risco de inundação ou geologicamente instáveis, as áreas de preservação ambiental e as áreas públicas. Da mesma forma, notaram-se problemas graves de saneamento, que em zonas faveladas ainda perduram, a despeito dos progressos já realizados. O acelerado crescimento da urbanização tornou obsoletos projetos urbanos e planos setoriais, onde os mesmos existiam. A insuficiência de meios técnicos e de recursos humanos e financeiros dos municípios, em face do rápido crescimento em complexidade dos problemas a gerir, fez com que instrumentos de ordenação do desenvolvimento urbano, como diretrizes de uso do solo, sua implementação e fiscalização, se distanciassem muito da realidade.

Em face da realidade do status de conservação ser detectável por técnicas e instrumentos humanos, propôs-se a escolha de um protocolo (Anexo 5), o qual revelou que a maioria dos trechos urbanos do ribeirão Ipanema em Ipatinga tem as margens ocupadas por uma estreita faixa de vegetação predominantemente pioneira como gramíneas e leguminosas, sendo que em nenhum trecho observou-se a largura de vegetação ciliar exigida pela legislação em relação à largura do ribeirão. Em alguns trechos verificou-se a presença de construções civis a menos de dois metros do corpo hídrico.

Nas áreas rurais há predominância de pastagens e apenas em dois dos trechos estudados, pontos 34 e 41, havia a presença de mata ciliar nas duas margens, em conformidade com a legislação vigente. Em decorrência da falta de vegetação e atividades pecuaristas observou-se erosão acentuada em alguns trechos.

Alterações antrópicas de origem doméstica como resíduos sólidos e oleosidade foram observadas principalmente na área urbana.

Embora nenhum trecho apresentasse cobertura vegetal total do leito, ressalta-se a observância de um adensamento maior de macrófitas entre os trechos 19 e 20 do ribeirão, cobrindo parcialmente o leito.

A elevada turbidez da água e forte odor, principalmente na região urbanizada, é devido ao contínuo assoreamento do ribeirão pela escassez de vegetação nas margens e ao incremento de águas residuárias, exceto nos trechos da região crenal onde se encontram as nascentes.

A presença de cascalhos, um importante substrato para abrigar comunidades de invertebrados aquáticas é constatado somente na região crenal e parte da região ritral, visto que na região potamal o tipo de fundo do ribeirão é composto predominantemente por areia, eventualmente lama e resíduos sólidos urbanos.

Considerando o percentual de diversificação de habitats do fundo, como a presença de seixos e cascalhos, importante para a manutenção da diversidade aquática, constatou-se uma acentuada pobreza na região urbana e maior abundância nas regiões de rápidos e corredeiras bem desenvolvidos, concentradas na zona rural da cidade. Na região potamal a pobreza de habitats está relacionada à evidência de modificação no fundo, com deposição de areia e lama, depósitos sedimentares em algumas margens com predominância de lâmina d'água lisa, rápidos rasos e ocasionais.

Quanto às características do fluxo das águas, a quantidade de substrato exposto é maior na região de cachoeiras e corredeiras, considerando que nessas regiões a lâmina d'água está presente acima de 75% do canal do rio, enquanto em trechos localizados em altitude menores a lâmina d'água muitas vezes é escassa com maior parte do substrato exposto. A estabilidade das margens é maior nas regiões de nascentes e cachoeiras onde conseqüentemente existe maior abundância de vegetação nativa e rochas. Dos pontos 1 ao 6 verificou-se as maiores instabilidades nas margens, condição característica verificada na maioria dos trechos da zona urbana exceto onde há estruturas de contenção e modificação do canal.

Dentre os parâmetros do Protocolo Rápido de Avaliação analisados a partir de cada um dos 41 trechos, o parâmetro 4 (cobertura vegetal do leito) foi o que mais contribuiu como indicador de impacto. Os gráficos (Figura 4.6 e 4.7) demonstram a influência positiva exercida pelo parâmetro 4 nos pontos 1, 2, 11 a 13 e 40, porém, os valores obtidos nos demais pontos identificam a tendência negativa sob o parâmetro. No entanto, o parâmetro 8 (odor do sedimento) foi o que mais contribuiu positivamente na classificação do status de conservação do ribeirão Ipanema, para a maioria dos pontos analisados na primeira parte do protocolo (Figura 4.8).

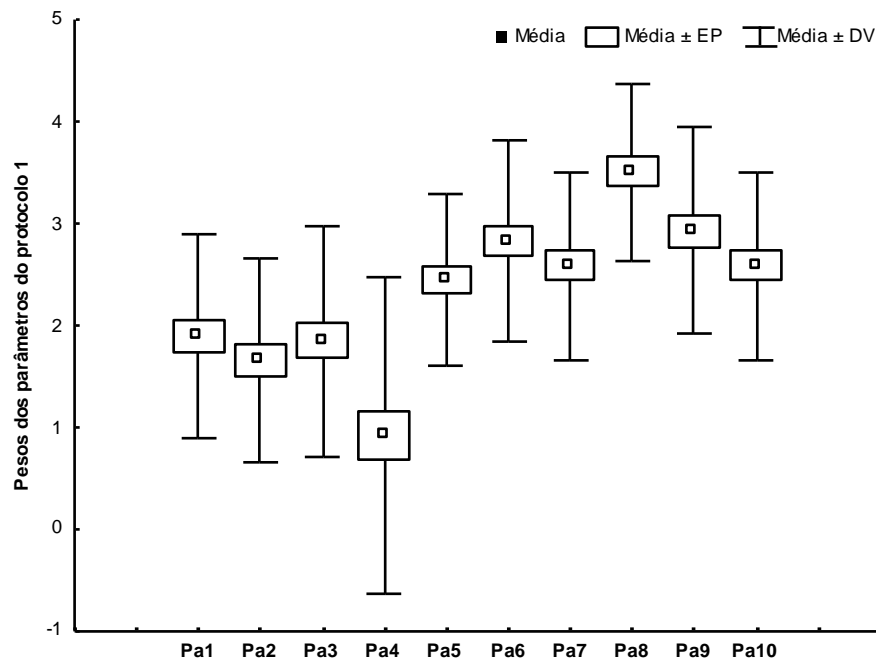


Figura 4.6. Média dos valores obtidos nos 41 trechos avaliados no ribeirão Ipanema, relativo aos dez primeiros parâmetros do protocolo de avaliação rápida (PAR).

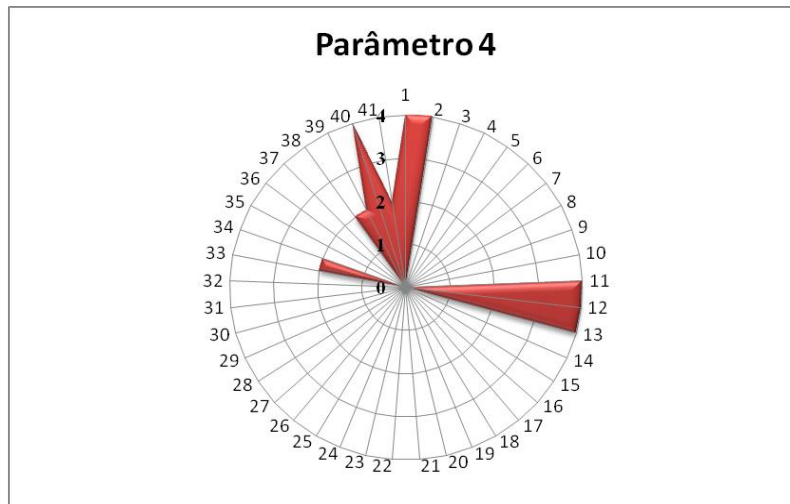


Figura 4.7. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 4 (cobertura vegetal do leito).

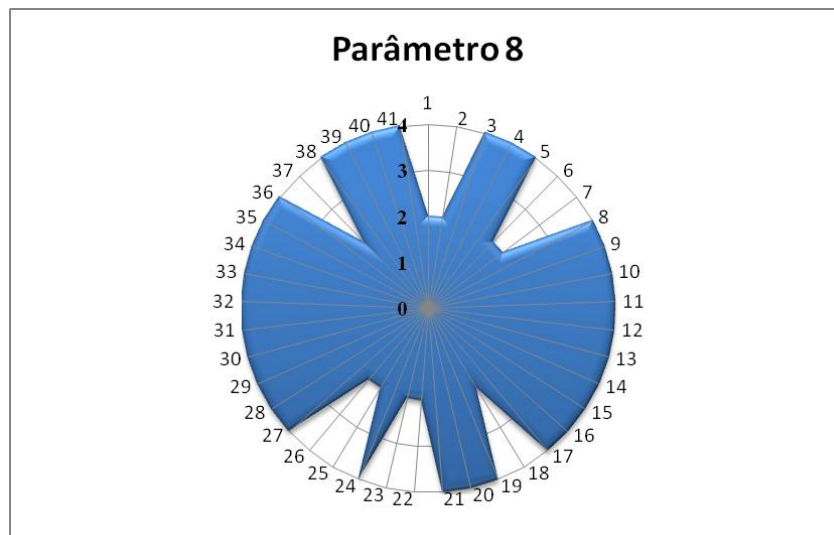


Figura 4.8. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 8 (odor do sedimento).

Para a segunda parte complementar do protocolo onde os pesos atribuídos a cada parâmetro variaram de 0 a 5, o fator que mais contribuiu como indicador de impacto foi o parâmetro 22 (presença de plantas aquáticas) para o qual verificou-se a presença de pequenas macrófitas somente em um trecho na região crenal com pouca intervenção antrópica (Figura 4.9).

O parâmetro 19 (presença de mata ciliar) contribuiu significativamente para a identificação de impacto, a maioria dos trechos apresentou-se com desflorestamento acentuado com



menos de 50% da mata ciliar nativa (Figuras 4.9 e 4.10). Em contrapartida, a verificação do parâmetro 15 (deposição de lama) contribuiu positivamente com bons resultados em muitos trechos que refletiram na soma total. Constatou-se a presença de lama nos trechos 1, 8 a 10, 24 a 27 e 37 a 39(entre 25 e 50% do fundo coberto por lama). (Figura 4.9 e 4.11), nos demais pontos a deposição de lama foi pouco significativa como fator de impacto, talvez esse fato seja devido a diversas obras de contenção e canalização ao longo do ribeirão em áreas urbanas.

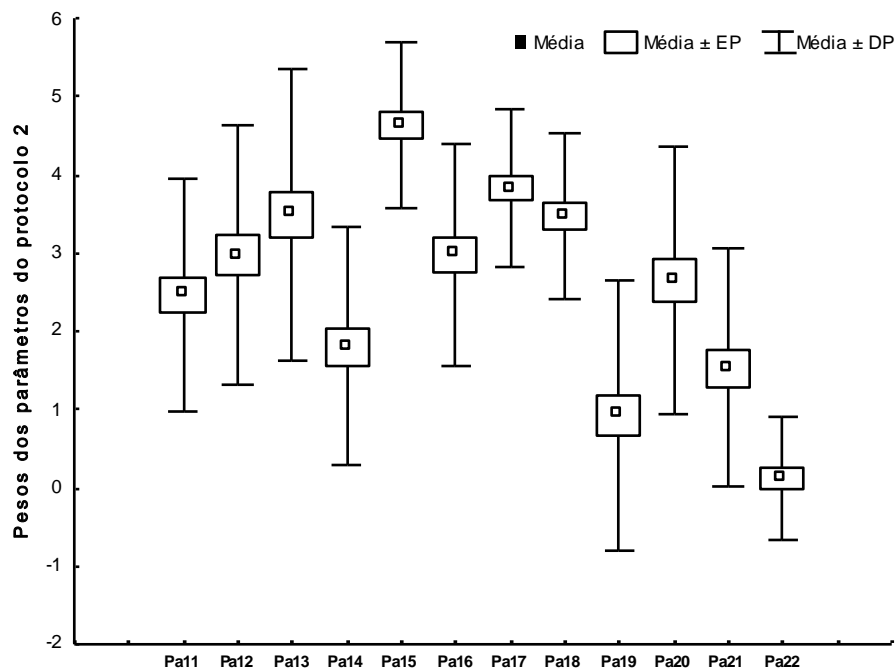


Figura 4.9. Média dos valores obtidos nos 41 trechos avaliados do ribeirão Ipanema relativo aos doze parâmetros da segunda parte do protocolo de avaliação rápida (PAR).

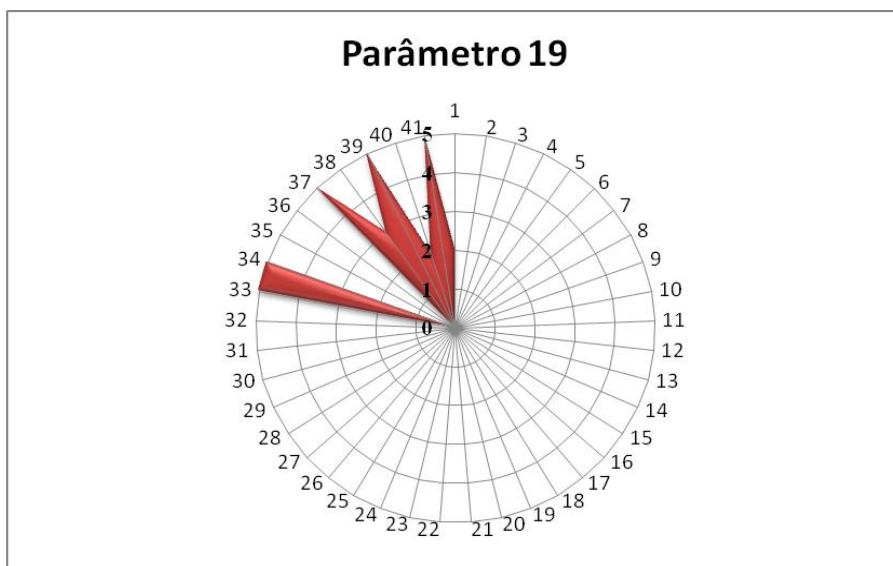


Figura 4.10. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 19 (presença de mata ciliar).

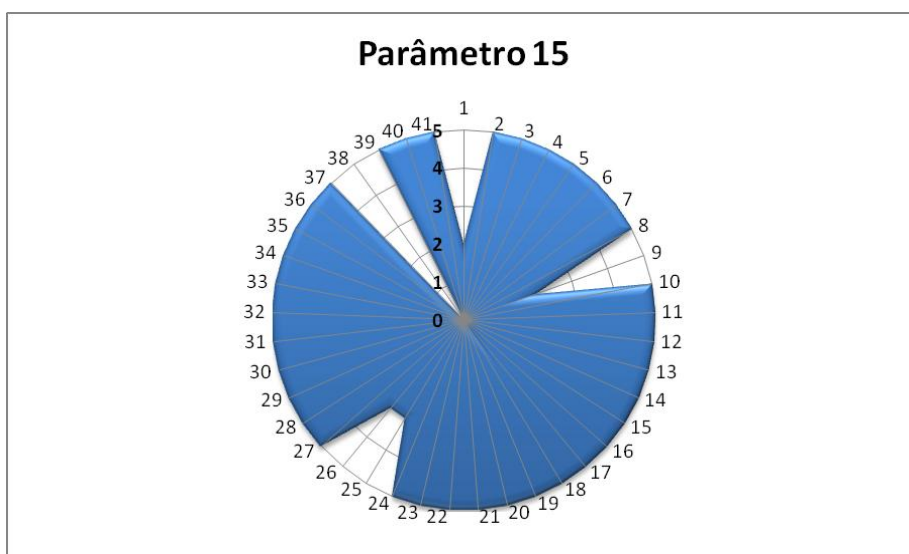


Figura 4.11. Distribuição dos valores acumulados nos 41 trechos para o parâmetro 15 (deposição de lama).

A largura média de cada trecho variou em 2,5 metros na região crenal; 7 metros na região ritral; e 26 metros na região potamal. De acordo com o material impresso, A-01 de foto aérea do serviço de Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Ipatinga, a natureza do

padrão do ribeirão, conforme o número de afluentes recebidos, o classifica como rio de trecho médio de 5ª ordem.

A vazão média aferida nas regiões crenal foi de  $1\text{m}^3/\text{s}$  e na região potamal próximo a foz de  $86\text{m}^3/\text{s}$ . A temperatura média do ribeirão variou de 23 a  $29,1\text{ }^\circ\text{C}$  considerando as medições obtidas em todos os pontos da nascente à foz num mesmo dia, no entanto a média foi  $26\text{ }^\circ\text{C}$  para as duas campanhas realizadas.

Os resultados obtidos na soma dos valores dos parâmetros analisados através do protocolo revelaram um elevado índice de impacto em 10% dos trechos estudados e alterações em 75% destes. Apenas 10% dos trechos apresentaram características satisfatórias para o enquadramento como ambiente natural (Figura 4.12).



Figura 4.12. Percentual do status de conservação do corpo hídrico (ribeirão Ipanema) de acordo com os resultados obtidos em 41 trechos do ribeirão, obtidos a partir da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR).

A preservação ambiental somente é possível com a participação e interação da sociedade diretamente com o meio. As informações prestadas à sociedade através do envolvimento de estudantes da grande área ambiental são vistas como de suma importância, uma vez que são estes multiplicadores da ação em prol do meio ambiente.

De acordo com Araújo (2002), as Áreas de Preservação Permanente - APP - são áreas nas quais, por imposição da lei, a vegetação deve ser mantida intacta, tendo em vista garantir a

preservação dos recursos hídricos, da estabilidade geológica e da biodiversidade, bem como o bem-estar das populações humanas.

O regime de proteção das APP é bastante rígido: a regra é a intocabilidade, admitida excepcionalmente a supressão da vegetação apenas nos casos de utilidade pública ou interesse social legalmente previsto. As cidades, não raro, nascem e crescem a partir de rios, por motivos óbvios, quais sejam, além de funcionar como canal de comunicação, os rios dão suporte a serviços essenciais, que incluem o abastecimento de água potável e a eliminação dos efluentes sanitários e industriais. Ao longo desses cursos d'água, em tese, deveriam ser observadas todas as normas que regulam as APPs. Na prática, todavia, as APPs têm sido simplesmente ignoradas na maioria dos núcleos urbanos, realidade que se associa aos graves prejuízos ambientais, como o assoreamento dos corpos d'água, e aos eventos que acarretam sérios riscos para as populações humanas, como as enchentes e os deslizamentos de encostas.

Afirma-se que as normas que regulam as APP estão entre as interfaces mais mal trabalhadas entre a legislação ambiental federal e a questão urbana. As falhas presentes na legislação são apontadas como um dos fatores que mais contribuem para o descumprimento dessas normas em áreas urbanas. Nas áreas urbanas de Ipatinga, cujos perímetros urbanos definidos por lei municipal, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto no respectivo plano diretor, artigo 22 que trata de ações estratégicas de proteção do meio ambiente: controlar o uso e ocupação de fundos de vale, áreas sujeitas à inundação, mananciais, especialmente as margens dos córregos urbanos (Plano Diretor de Ipatinga, 2006).

No entanto, a largura mínima de mata ciliar estabelecida pelo artigo 2º do Código Florestal não está presente na maioria dos trechos rurais ou urbanos no curso do ribeirão Ipanema.

Quanto à saúde ambiental do ambiente estudado, segundo Magalhães & Guarda (2009) o ambiente hídrico encontra-se contaminado por micro-organismos do grupo coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), não obstante, de acordo com a lei municipal nº 1.535/97, o ribeirão Ipanema está inserido no contexto APA Ipanema; e conforme o Art 4º inciso II, CONAMA 357 de 2005, águas destinadas à proteção de comunidades aquáticas e

recreação de contato primário tais como natação devem pertencer a classe 1, no entanto a presença e concentração de *E.coli* nas amostras indicam que o ribeirão Ipanema não se enquadra à classe 1, nem atende aos padrões para se enquadrar na classe 2.

Parâmetros importantes como alteração do canal, incremento de águas residuárias, fisiografia da bacia, ocupação das margens, deposição de sedimento, lama, dentre outros, e principalmente presença e extensão de mata ciliar são fatores de grande relevância para manutenção e equilíbrio de ambientes lóticos. Segundo Dudgeon (1988), a presença de mata ciliar é um dos principais fatores que atuam diretamente na ecologia dos ambientes de águas correntes. A formação de pastagens para a agropecuária e o processo de urbanização são os principais responsáveis pela supressão da vegetação ciliar, bem como alterações no canal do ribeirão que contribuíram para o resultado negativo no status de conservação do ambiente hídrico. Embora os resultados do presente trabalho revelem a severa intervenção antrópica sobre o ribeirão Ipanema, acredita-se que o quadro de resultados não sofra modificações significativas mesmo que alguns valores sofram alterações em períodos de diferentes índices pluviométricos.

Conforme consta no sítio eletrônico do ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais, a maior parte do território do município de Ipatinga encontra-se sob prioridade de recuperação muito alta, qualidade ambiental muito baixa na maior parte do território e vulnerabilidade ambiental de média a alta na zona urbana e baixa a muito baixa na zona rural. A integridade da flora indispensável pela manutenção do equilíbrio natural e estabilidade das margens de corpos hídricos, encontra-se muito baixa na maior parte do território. As águas superficiais encontram-se severamente comprometidas em todo o território, exceto nas nascentes, Anexo 6 (a, b, c, d e ‘e’).

A partir de um ponto (19°28'51.37"S e 42°26'37.65"O) num raio de oito quilômetros, abrangendo todo o sistema lacustre estudado e a foz do ribeirão Ipanema, foi possível observar através do mapa de zoneamento, risco ambiental elevado bem como, maior vulnerabilidade ambiental à margem direita do Rio Doce onde se encontram as lagoas Nova, Silvana e Vermelha (Anexo 7, a e b).

Quanto ao comprometimento da água superficial, pode-se observar que o sistema lacustre encontra-se em boas condições em detrimento ao total comprometimento da região urbanizada onde deságuam o Rio Piracicaba e o ribeirão Ipanema, ambos no Rio Doce (Anexo 7c).

#### **4.5. Pluviosidade**

As campanhas de campo realizadas para coleta de material para análise físico-química e microbiológica tiveram início na estação chuvosa de 2007 e 2008 onde os índices pluviométricos apresentaram variações significativas. De acordo com o Sistema de Controle Climatológico da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG), dados obtidos do Pluviômetro ETA-Ipatinga, demonstraram que a média de chuva do mês de Setembro a Dezembro foi de 60,54mm em 2007 e 224,19mm em 2008.

Os valores registrados para o mês de Dezembro de 2007 (123,2mm) foi o menor valor registrado desde 2004. Em contrapartida em Dezembro de 2008 registrou-se o segundo maior valor de precipitação desde 2004. A pluviosidade média de Janeiro a Maio de 2009 foi de 275,3mm, de Setembro de 2008 a Março de 2009, período em que se procedeu aos estudos de macroinvertebrados bentônicos constatou-se uma significativa discrepância do período chuvoso de 2007-2008 (Figura 4.13).

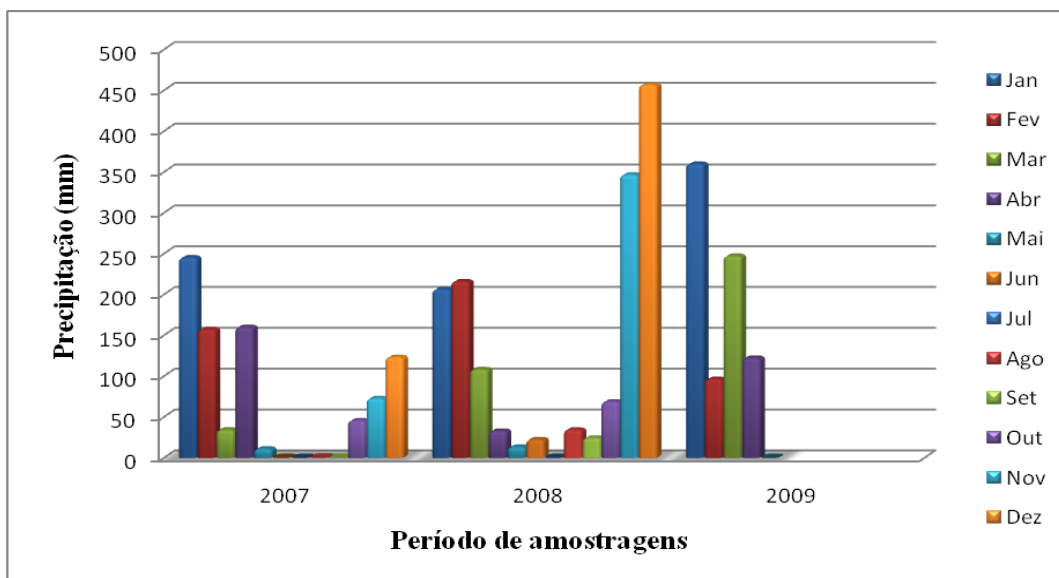


Figura 4.13. Precipitação total mensal referentes ao período de 2007 a 2009, segundo Sistema de Controle Climatológico, COPASA MG - DRTM/ SPAM/ DVHDCOPASA. Município de Ipatinga, SEDE.

#### 4.6. Aspectos demográficos

Conforme consta no sítio eletrônico Portal do Cidadão, no perfil do município de Ipatinga, censo de 2000, a densidade demográfica é 1.276 Hab/Km<sup>2</sup>, e 33,4 % da população tem de 5 a 19 anos e 34,2% tem de 20 a 39 anos; constatou-se por observação que o contato primário bem como a prática de atividades relacionadas aos corpos hídricos estudados, geralmente compreende pessoas na faixa etária entre 5 e 40 anos. Cerca de 99% das casas localizam-se na zona urbana e o número de domicílios por bairro podem ser vistos na Figura 4.14. A população que era de 212.452 habitantes em 2000 foi prevista a atingir 269.581 no ano de 2010. Este fato é preocupante uma vez que o crescimento urbano desordenado, comumente visto em países em desenvolvimento, refletem diretamente na qualidade ambiental, especialmente nos corpos hídricos e na saúde pública.

O córrego Taúbas atravessa o bairro Canaã e Bethânia que são os bairros mais populosos de Ipatinga, além de estar mais susceptível a um volume maior de descargas, o córrego sofreu intervenções com 3.210m de canalização, segundo consta no Balanço Geral do Exercício de 2000 – Prefeitura Municipal de Ipatinga.

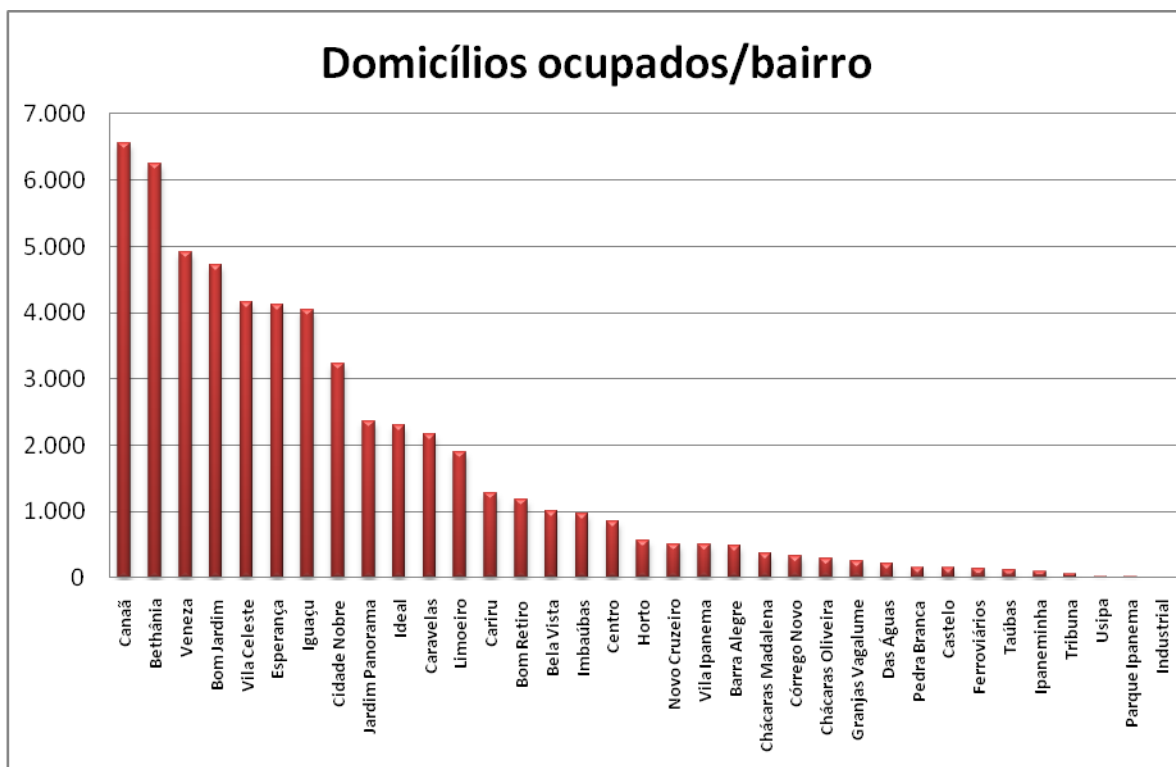


Figura 4.14. Distribuição decrescente de domicílios ocupados por bairro em Ipatinga, segundo IBGE - Dados referente à 1ª publicação do CENSO 2000. Os bairros Tribuna, Ipaneminha e Pedra Branca, politicamente pertencem a zona rural, os demais bairros pertencem a zona urbana.

## 5. Conclusões

Sob uma visão holística do estudo na região do médio Rio Doce, percebe-se a intrínseca relação da população de Ipatinga e cidades vizinhas com as coleções hídricas estudadas.

A falta de saneamento nos sistemas lacustres consequente do mau uso dos recursos acarreta danos indesejáveis à população. Sob o risco de contaminação ou disseminação de organismos patogênicos, cidadãos fazem uso dos recursos hídricos para variados fins. O indesejável é a propagação de doenças e danos ambientais evitáveis, porém não praticado devido à falta de investimentos em infra-estrutura, informação e educação ambiental.



Organismos termotolerantes, indicadores de qualidade ambiental serviram para detectar níveis indesejáveis patógenos, inviabilizando o uso de contato primário, comprometendo a balneabilidade nas lagoas do Pau, Prata e ribeirão Ipanema.

A relevância desses resultados consiste na constatação de pessoas utilizando os corpos hídricos para atividades diversas Anexo 8 (a, b, c e d). Nas lagoas Nova, Silvana e Vermelha, embora não tenha apresentado níveis alarmantes de *E. coli*, revelaram resultados positivos, que confirmam a intrínseca interação do homem com o meio e os efeitos negativos associados às precárias condições de saneamento.

Embora os resultados obtidos para condutividade tenham demonstrado um incremento de águas residuárias na região de maior densidade demográfica do ribeirão, o oxigênio dissolvido manteve-se estável. A estabilização na taxa de oxigênio dissolvido na região mais baixa do ribeirão pode estar relacionada com o aumento na taxa de fotossíntese realizada pelas algas naquele local, as quais se beneficiam da quantidade de fósforo presente no meio (SANTOS, 1997).

Dos ambientes analisados no sistema lacustre, todos apresentaram valores aceitáveis para condutividade, porém a maioria dos ambientes da microbacia do ribeirão Ipanema apresentou valores elevados que comprometem a qualidade da água.

Os resultados obtidos nas medidas do potencial eletroquímico na região da foz do ribeirão apresentaram valores muito negativos, demonstrando elevado consumo de oxigênio conseqüente da contaminação por agentes redutores, ao passo que na região crenal os resultados com valores positivos demonstraram contaminação por agente oxidante; o que leva a crer na possibilidade de estarem relacionados à matéria orgânica alóctone, incrementado pelo processo de assoreamento ao longo do corpo hídrico.

As condições das coleções hídricas foram determinantes na composição e distribuição dos grupos funcionais de macroinvertebrados bentônicos. Os organismos encontrados no ribeirão Ipanema refletem ambientes com elevada antropização, e provável contaminação por substâncias redutoras. A composição das guildas funcionais dentro dos grupos de macroinvertebrados do ribeirão Ipanema foi consoante aos resultados obtidos na avaliação

de trechos, que revelam ausência de mata ciliar na maioria dos trechos e consequente modificação no canal, e com isso perda de diversidade de habitat. Os baixos valores no teor de oxigênio dissolvido associado à abundância de chironomídeos e oligochaeta caracterizam a região mais baixa da microbacia como impactada, não obstante os resultados obtidos na avaliação de trechos para a mesma região geraram resultados que confirmam o impacto.

Os resultados não foram significativos para o teste U de Mann-Whitney que compara duas variáveis dependentes, a região superficial ou profunda e presença de macrófitas, talvez isso esteja relacionado ao pequeno volume de amostras coletadas.

A dominância taxonômica por moluscos, principalmente a espécie *M. tuberculata*, é preocupante por ser uma espécie invasora com excelente capacidade de dispersão e adaptabilidade.

A Lagoa Vermelha é o ambiente que apresentou mais respostas a impactos. O baixo teor de oxigênio dissolvido, a presença de indivíduos resistentes a alterações de habitat, como os Glossiphoniidae (Hirudínea); indivíduos da família Chironomidae; a riqueza taxonômica; presença de *E.coli*, associados à pequena área superficial da lagoa e intenso processo de assoreamento, confirmam o argumento.

Indivíduos do gênero *Biomphalaria* foram encontrados na Lagoa da Prata e Pau. Embora testes para a verificação de contaminação por cercárias, não foram realizados, esse gênero é conhecido pela capacidade de transmissão da esquistossomose.

Não há na literatura estudos deste cunho, realizados no sistema lacustre estudado, assim, é recomendável a continuidade destes estudos, uma vez que o monitoramento a longo prazo revelaria a progressão das condições ambientais, o que facilitaria a tomada de medidas de controle e recuperação nas áreas de maior prioridade.

Diante dos resultados obtidos dos estudos nas lagoas e ribeirão, é imprescindível que as políticas públicas estejam voltadas para esses ambientes hídricos, uma vez que a população esteja diretamente relacionada à saúde ambiental e as condições de balneabilidade destes

ambientes. Portanto, a educação é o setor de investimentos prioritários para a manutenção e conservação das lagoas e do ribeirão Ipanema, embora medidas de saneamento, como a ampliação do sistema de captação e tratamento de águas residuárias, refletiria positivamente na qualidade da água do ribeirão Ipanema.

## 6. Referências Bibliográficas

APHA. AWWA, WEF, Standard Methods of Examination of Water and Wastewater Washington D.C.: American Public Health Association., Americ. Water Works Association, Water Poll. Control Federation, 115p. 21ªed., 2005.

ATLAS ESCOLAR DA BACIA DO RIO DOCE. Nosso Território, Nossa Gente. Regiões Hidrográficas. Projeto Águas do Rio Doce, 56 p. 3ª edição, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DA ÁGUAS (ANA). Água, fatos e tendências. Brasília: ANA; CEBDS, 2006. 36 p.

ARAÚJO, S.M.V.G. As Áreas de Preservação Permanente e a questão urbana. Consultoria Legislativa. Câmara dos Deputados, Estudo , Agosto 2002.

AYULO, A. M. R., MACHADO, R. A., SCUSSEL, V. M. Enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in fish and seafood from the southern region of Brzil. International Journal of Food Microbiology. 1994; 24:171-178.

BAILEY, R. C., NORRIS, R. H. AND REYNOLDSON, T. B. 2004. Bioassessment of freshwater ecosystems—using the reference condition approach. Kluwer Academic Publishers, Boston.

BARBOUR M. T.; STRIBLING, J. B.; KARR, J. R. Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition. In: DAVIS, W. S.; SIMON, T. P. (Ed.). Biological assesment and criteria: tools for water resource planning and decision-making. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 63-77.

BERRY, A. J., KADRI, H. Reproduction in the Malayan freshwater cerithiacean gastropod *Melanoides tuberculata*. Journal of Zoology, London, v. 172, [s.n.], p. 369-381, 1974.

BOGÉA, T., CORDEIRO, F. M., GOUVEIA, J. S., 2005. *Melanoides tuberculata* (gastropoda: thiaridae) as intermediate host of heterophyidae (trematoda: digenea) in rio de janeiro metropolitan area, brazil. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* 47(2):87-90, March-April.

BORREGO, J. J., FIGUERAS, M. J. Microbiological quality of natural Waters. *Microbiol. SEM.* 1997, 13: p. 413-426.

BORROR AND DELONG'S. *Introduction to the Study of Insects* by Norman F. Johnson and Charles A. Triplehorn (Hardcover - May 19, 2004) 864 pages Publisher: Brooks Cole; 7 edition (May 19, 2004).

BORROR, D. J. & DELONG, D. M.. *Introdução ao estudo dos insetos – 1, ed. – São Paulo*, Ed. Edgard Blucher Ltda., 1988, 653p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 23 de março de 2004. 34p.

BRASIL, 1986. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. *Diário Oficial da União*, 30 jul. 20p.

BRASIL, 2000. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de Novembro de 2000. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 5p.

BRASIL, 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 23p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Subsídios para construção da Política Nacional de Saúde Ambiental. Brasília: Ministério da Saúde; 2007. 56p.

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 Brasiliensia.* 14(1): 91 – 98.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos para avaliar a saúde de riachos. Rev. Bras. Rec. Hídricos, v 6, p. 71-82, 2001.

CETESB. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.org.br>>. Acesso em: 16 de abril de 2009.

CLETO FILHO, S. E. N., 2003. Urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia. Ciência Hoje, São Paulo, v. 33, n. 193, p. 72-75.

COLPO, Karine Delevati; BRASIL, Marisa Teresinha; CAMARGO, Bruna Vielmo. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e pelos de origem urbana/industrial. Cienc. Rural, Santa Maria, v.39, n.7, out. 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.org.br>>. Acesso em: 16 de abril de 2009.

CRUZ, P., REIS, L.; BARROS, A.; NEVES, J.; CÂMARA F., Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB – 2007. Anais. 6 p.

CUMMINS, K. W. Invertebrates. In: PETTS, G.; CALLOW, P. (Ed.). River biota - Diversity and dynamics. London: Blackwell, 1996. p. 75-91.

CUMMINS, K. W.; KLUG, M. J. Feeding ecology of stream invertebrates. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 10, 1979, p. 147-172.

CUNHA, A.C.; CUNHA, H. F. A.; SOUZA, J. A.; NAZARÉ, A. S.; PANTOJA, S. Monitoramento de Águas Superficiais em Rios Estuarinos do Estado do Amapá sob Poluição Microbiológica. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 1, jan-abr. 2005, p.191-199.

DAVIS, W. S., SIMON, T. P. 1995. Biological Assessment and Criteria: tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishers, Londres. 168p.

DE MEIS, M. R. M. As unidades morfoestatigráficas neoquaternárias do médio vale o rio Doce. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 1977, p.444 – 459.

DISSMEYER, G.E. 1994 Evaluating the effectiveness of forestry best management practices in meeting water quality goals or standards. Washington, D.C. USDA. Forest Service.

DOYLE, M. P., BELCHAT, R. L., MONTVILLE, J. T., Meat, poultry, and seafood. In: JACKSON, T.C., ACCUFF, G.R., DICKSON, S.J. Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. Washington: editor ASM Press; 1997. p. 84-85.

DUDGEON, D. The influence of riparian vegetation on macroinvertebrate community structure in four Hong Kong streams. Journal of Zoology, v. 216, 1988, p. 609-627.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Atlas do meio ambiente do Brasil. Brasília, DF: Terra Viva, 1994, 138 p.

EPA. 1997. Techniques for tracking, evaluating, and reporting the implementation of nonpoint source control measures – Forestry. Washington, D.C. Office of Water EPA 841-B-97-009. 60p.

FARJALLA, V. 2009. Ecologia de Comunidades. Instituto de Biologia UFRJ. Disponível em: [http://www.biologia.ufrj.br/matedida/ecologia/ecologia\\_basica](http://www.biologia.ufrj.br/matedida/ecologia/ecologia_basica) (IBE231) / Biodiversidade.pdf. 34 p.

FIGUEIREDO, Maria Cléa Brito. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, dez. 2000.

FLINT, O. S., JR.; HOLZENTHAL, R. W. & HARRIS, S. C. Catalog of the neotropical caddisflies (Insecta: Trichoptera). Columbus, Ohio Biological Survey. 239p. 1999.

FONSECA G. A. B. Impactos antrópicos e biodiversidade terrestre. In: PAULA J.A. Biodiversidade, população e economia de uma região de Mata Atlântica. Belo Horizonte (Universidade Federal de Minas Gerais): Cedeplar, 1997. P. 455-466.

FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Atheneu; 2003, 182p.

FREIRE, C.F. Impactos de diversos usos do solo sobre o Ribeirão Canchin (CCPSE-EMBRAPA), São Carlos-SP: Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. São Carlos:UFSCar, 2000. 87p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de São Carlos-SP.

FUNASA – Manual prático de análise de água. Engenharia de Saúde Pública. Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde. Brasília. 2006, 146p.

GRUPO DE TRABALHO. Índices de Avaliação de Projetos Hídricos. (GTZ). Coletânea de textos traduzidos: índices hidro-ambientais – análise e avaliação do seu uso na estimativa dos impactos ambientais e projetos hídricos. Curitiba (PR); CECIERJ, cap. 2. 1995, 6p.

GULLAN, P.J. & CRANSTON, P.S. Os Insetos: um resumo de Entomologia. 3ª Edição, Editora ROCA. 2007. 455p.

HARRIS, D. C. Medida do pH com um eletrodo de vidro. In: Análise Química Quantitativa. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. cap. 15-5, p. 312-319.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganismos de los Alimentos Características de patógenos microbianos. Zaragoza: Acribia; 2 ed., Nobel, São Paulo. 1998, 284p.



ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, J.; KANTZARIS, V.; KATHARIOS, P.; KASPIRIS, P.; GEORGIADIS, T.H.; MONTESANTOU, B. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*, v. 2, 2003. p. 345-360,

JACKSON, D.A. & H.H. HARVEY. 1993. Fish and benthic macroinvertebrates: community concordance and community-environment relationships. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 2641-2651.

JUNQUEIRA, M. V.; 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 Limnol. Bras.*, 12: 73-87.

KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. 1998. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, E. (eds). *Ecologia de Insetos Aquáticos. Series Oecologia Brasiliensis*, vol V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil., 157-173p.

KONEMAN, E. W., ALLEM, S. D., JANDAW, M., SCHRECKENBERGER, P. C. *Diagnóstico Microbiológico – Texto e Atlas Colorido*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2001, 155p.

LAMPERT, W. & SOMMER, U. *Limnoecology*, 2 ed. Oxford - University Press, New York. 313 p. 2007.

LECLERC, H., ELDBERG, S., PIERZO, V., DELATTRE, J. M. Bacteriophages as indicator of enteric viruses and public health risk and ground waters. *J. Applied Microbial*. 2000, p. 1-41.

LODGE, D. M., LORMAN, J. G. Reductions in submersed macrophyte biomass and species richness by the crayfish *Orconectes rusticus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 1987, p.591–597.

LOT, Angélica. Caracterização da qualidade da água do ribeirão das cruzeiras – araraquara (sp) através das variáveis físicas e químicas e dos macroinvertebrados bentônicos. Dissertação de mestrado em desenvolvimento regional e meio ambiente do centro universitário de araraquara – uniara. 2006, Araraquara, SP.

MCARTHUR, R. H., WILSON, E. O. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, NJ. USA. 1967, 203p.

MACAN, Thomas Townley. Guia de animales invertebrados de água dulce. Espanha, Eunsa, Pamplona, 118p. 1975.

MAGALHÃES, M. M., GUARDA, V. L. M. Microbiological evaluation in a region of the middle doce river / MG. Holo Environment, Simpósio de Microbiologia Aplicada, Unesp/SP. Revista on line. Vol.9, nº 1. Suplemento 1. 2009.

MARQUES, M. G. S. M., FERREIRA, R. L., BARBOSA, F. A. R. A Comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual Do Rio Doce, MG. Rev. Bras. Biol. 1998, p.203-210.

MASON, Christopher Frank. Biología de la contaminación del agua dulce. Editorial Alhambra, Madrid 1984,

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. Ecologia de reservatórios. São Paulo: FAPESP/FUNDIBIO, 1999. p.41-54.

McCAFFERTY, W. P. Aquatic Entomology: The Fishermen's Guide and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives (Crosscurrents) (Crosscurrents) by (Paperback - Jan 1, 1983) . 448 pages. Publisher: Jones and Bartlett Publishers, Inc.; 1st edition (January 1, 1983).

McDONALD, L.H., CARMICHAEL, C.T. Monitoring the effects of forestry on streams: variable selection and the development of an expert system. Environmental Monitoring and Assessment. 1996, p.55-73.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). An introduction to the aquatic insects of North America. 3. ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1996. 862 p.

MEYBEK, M., HELMER, R. The quality of rivers: from pristine stage to global pollution. *Paleogeogr Paleoclimatol Paleoecol* 1989, p.283-309.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000, 403, p.853-858.

NASCIMENTO, N. O., HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. Departamento de Engenharia Hidráulica e de Recursos Hídricos, UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. CTHIDRO – Fundo Setorial de Recursos Hídricos. Vol.10 - Nº 1 - 2005, p.36-48.

NORMA TÉCNICA DA Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9898 –1987, 22p.

PEREIRA, D., DE LUCA, S. J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 2003, p.57-68.

PFLUG, R. Quaternary lakes of Eastern Brazil. *Photogrammetria*, v. 24. 1969, p.29-35.

PIEDRAS, Sérgio Renato Noguez et al . Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. *Cienc. Rural* , Santa Maria, v. 36, n. 2, 2006, p.494-500.

PLANO DIRETOR DE IPATINGA. Uma carta social estratégica para o ordenamento jurídico e sócio-econômico-ambiental do Município. Mensagem do Executivo. Ofício nº 332/2006-GP Minas Gerais. Setembro de 2006, 436p.

POMPEU, P.S.; ALVES, C.B.M., CALLISTO, M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas basin, Brasil. American Fisheries Society Symposium 2005, p.11-22.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA. Material impresso A-01 de foto aérea Abril/1996, restituição Março/1997. APA-Ipanema, Vegetação e Hidrografia. Geoprocessamento/SEPLAN. Escala: 1 : 22000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA. Secretaria Municipal da Fazenda. Balanço Geral do Exercício de 2000. Departamento de Contabilidade – DECONT. [http://74.125.93.132/search?q = cache:z899oIGE708J: cg.ipatinga.mg.gov.br/contas/ % 257BE0932E41 - 8EBF - 4E3A - B8AC 8DEA8AFC3B56 % 257 Dci00. doc + canaliza%C3%A7%C3%A3o + corrego + taubas&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://74.125.93.132/search?q=cache:z899oIGE708J:cg.ipatinga.mg.gov.br/contas/%257BE0932E41-8EBF-4E3A-B8AC8DEA8AFC3B56%257Dci00.doc+canaliza%C3%A7%C3%A3o+corrego+taubas&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br). Visitado em 30 de Dezembro de 2009.

RAMOS, Raphael Campitelli. Estudo da composição taxonômica e da densidade de macroinvertebrados bentônicos no sistema de lagoas naturais do Vale do Médio Rio Doce (MG), com ênfase na espécie de molusco exótica *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774). Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos/USP. 2008. 165 p.

RAZZOLINI, M. T. P. GÜNTHER, W. M. R. Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. Saúde Soc. São Paulo, v.17, n.1, , 2008, p.21-32.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água e desenvolvimento rural. Estudos Avançados, v. 15, n. 43, 2001, 18p.

RIBEIRO, L.O., UIEDA, V.S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, v.22, n.3, 2005, p.613-618.

ROCHA, Solange Martone. Invertebrados Bentônicos como indicadores de poluição na represa de Guarapiranga – SP. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Departamento

de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo/USP. 1999, 200p.

RODRIGUES, Raquel dos Santos. As Dimensões Legais e Institucionais do Reuso de Água no Brasil. Proposta de Regulamentação do Reuso no Brasil. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. 177 p.

ROQUE, F. O., TRIVINHO-STRIXINO, S. Avaliação preliminar da qualidade da água das microbacias hidrográficas de Luiz Antônio utilizando macroinvertebrados como bioindicadores: subsídios para o monitoramento ambiental. Revista PUC-Ciências Biológicas e do Ambiente. 1999.

SABARÁ, M.G., BARBOSA, F.A.R. Taxas de sedimentação e assoreamento de dois lagos naturais em áreas de floresta tropical secundária e plantios de *Eucalyptus* spp. Geo.br 5, 2007, pag. 1 – 14.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L., OLIVEIRA, A. L. H. A. Fauna de Chironomidae (Diptera) em diferentes biótipos aquáticos na Serra do Subaio (Teresópolis, RJ). 1998, 253-263p.

SANTOS, C. M., HENRY, R. Análise da densidade e diversidade da fauna bentônica da Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema-SP) em dois períodos do ano. Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia, vol VIII, 1997. 151-162p.

SANTOS, E. de C. Monitoramento da Efetividade do Programa de Despoluição do ribeirão Ipanema, Ipatinga, MG. Laboratório de Pesquisas Ambientais da Unileste-MG., 2002.

SANTOS, I. J., SOUZA, M. A. A. Reuso de água: Uma análise de adequabilidade da utilização das águas residuárias tratadas no distrito federal. In: Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.

SHIMIZU, Gisela Yuca. Represa de Americana: Aspectos de bentos litoral. Dissertação de Mestrado em Ecologia – Instituto de biociências da Universidade de São Paulo. 1978. 117 p.

SILVANA, Aparecida Rinaldi. Uso de macroinvertebrados bentônicos na avaliação do impacto antropogênico às nascentes do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado em Ciências na área de Ecologia - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo/USP, 2007. 54 p.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios / Mariana Pinheiro Silveira. - Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 36). 2004. 68p.

SPIES, M. R., FROELICH, C. G., KOTZIAN, C. B. Composition and diversity of Trichoptera (Insecta) larvae communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 30 de dezembro de 2006. p.389-398.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Gerenciamento da qualidade da água de represas. Diretrizes para o gerenciamento de lagos, v. 9. São Carlos: ILEC/IEE, 2000.

STRIXINO, G.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; ALVES, R. G. Macroinvertebrados bentônicos de lagoas marginais da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí). Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia, vol VIII, 1997, p.33-42.

SUEIRO, R. A., ARAUJO, M., SANTOS, C. J., GOMES, M. J., GARRIDO, M. J. Evaluation coli-ID and MUG media for recovering Escherichia coli and other coliform bacteria from ground water. Water Sci.Technol., 2001, p.213-216.

TAKEDA, A.M.; BÜTTOW, N. C.; MELO, S.M. Zoobentos do Canal Corutuba – MS (Alto Rio Paraná – Brasil). Revista UNIMAR, Maringá 1991, p.353-364.

TATE, C. M.; HEINY, J. S. The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors. *Freshwater Biology*, 1995, p.439-454.

THORP, J.H., COVICH, A.P. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press,. 2ª Edição. 1991. 693p.

TOWNSEND, C. R. The patch dynamics of stream community ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 8, 1989, p.36-50.

TUNDISI, J. G.; SAIJO, Y. Limnological studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brasil, 1997, 528p.

TUPINAMBAS, T. H.; CALLISTO, M; SANTOS, G.B. Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, south-eastern Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 24, n. 4, dez. 2007. p.887-897.

WARD J.V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 1989, p.2–8.

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

WARD, J.V. & STANFORD, J.A. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers: Research and Management*, 1995, p.159–168.

WETZEL, R. G. *Limnology*. 2 ed. Washington: Saunders College, 1983. 767p.

WETZEL, R. G., LIKENS, G. E. *Limnological Analyses*. 2 ed. Nova York: Springer – Verlag, 1991. 391p.

WHITE, P. A. RASMUSSEN, J. B. The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. *Mutat Res* 1998, p.223-236.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease. Genève, 2006, 106p.

WHO/Unicef - WORLD HEALTH ORGANIZATION; THE UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND *Water for life: make it happen*. Geneva, 2005. Disponível em: <[http://www.wssinfo.org/en/40\\_wfl\\_2005.html](http://www.wssinfo.org/en/40_wfl_2005.html)>. Acesso em 29/12/2009.

WILLIAMS, D. D.; FELTMATE, B. W. Aquatic insects. Wallingford: CAB International, 1994, 358 p.



## **7. Referências da WEB**

<http://www.inmet.gov.br/>. Instituto Nacional de Meteorologia. Acesso em 20/01/2009.

[http://www.ufpa.br/ccen/quimica/laboratoriode%laquanammoderna\\_arquivos/page0008.htm](http://www.ufpa.br/ccen/quimica/laboratoriode%laquanammoderna_arquivos/page0008.htm),. Acesso em 15/11/2009.

<http://www.earth.google.com.br>,. Acesso em 16/11/2009.

[http://sesuma.ipatinga.mg.gov.br/ide\\_inf\\_sim.asp](http://sesuma.ipatinga.mg.gov.br/ide_inf_sim.asp),. Acesso em 30/12/2009

<http://www.zee.mg.gov.br/ferramenta.html>. ZEE – Zoneamento Ecológico – Econômico do Estado de Minas Gerais. Acesso em 17/01/2010.

[http://pucminas.br/sri/index\\_padrao.php?pai=1032&pagina=1483#](http://pucminas.br/sri/index_padrao.php?pai=1032&pagina=1483#). Acesso em 23/01/2010

## Anexos

Anexo 1. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987) e Hannaford et al. (1997), utilizado na caracterização do status de conservação do Ribeirão Ipanema, Ipatinga, MG.

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

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos;	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia;

	cascalho ou outros habitats estáveis.	organismos aquáticos.	insuficiente; substratos freqüentemente modificados.	substrato rochoso instável para fixação dos organismos
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Freqüência de rápidos	Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento;	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.

	todas as plantas atingindo a altura “normal”.	plantas atingindo a altura “normal”.	eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura “normal”.	
20 Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de Atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

Anexo 2. Média e Desvio Padrão de indivíduos agrupados em nível de família em cada ambiente lótico estudado.

	L. Nova		L.Silvana		L.Vermelha		L.Pau		L.Prata	
	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$	D.P.
Aeshinidae	-	-	-	-	-	-	0,1	0,307	0,55	1,023
Ampullaridae	-	-	0,15	0,366	0,25	0,433	0,307	0,1	-	-
Ancilidae	-	-	0,05	0,223	-	-	0,35	0,587	-	-
Baetidae	0,1	0,307	0,3	0,978	-	-	-	-	-	-
Belostomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3
Bithyniidae	-	-	-	-	-	-	-	-	2,95	12,85
Caenidae	-	-	0,5	1,277	-	-	0,2	0,523	0,25	0,433
Candoniidae	-	-	2,15	9,615	-	-	-	-	-	-
Ceratopogonidae	-	-	-	-	0,05	0,217	0,15	0,476	-	-
Chaoboridae	0,4	0,598	-	-	-	-	-	-	0,05	0,217
Chironomidae	0,1	0,307	0,15	0,366	2,6	3,039	0,5	2,013	3	6,196
Coenagrionidae	-	-	-	-	0,1	0,3	0,1	0,307	-	-
Corixidae	0,3	1,128	-	-	0,2	0,509	-	-	-	-
Culicidae	-	-	0,05	0,223	-	-	-	-	-	-
Cyprididae	-	-	-	-	0,05	0,217	-	-	-	-
Darwinulidae	-	-	-	-	0,8	1,860	-	-	-	-
Gammaridae	-	-	-	-	5,05	11,15	-	-	-	-
Gerridae	0,1	0,307	-	-	-	-	-	-	0,4	1,529
Glossomatidae	-	-	-	-	0,05	0,217	-	-	-	-
Glossiphoniidae	-	-	-	-	0,45	1,071	-	-	-	-
Gomphidae	-	-	-	-	-	-	0,05	0,223	0,15	0,357
Hemerobiidae	-	-	-	-	0,05	0,217	-	-	-	-
Hydracarinae	-	-	0,05	0,223	-	-	-	-	-	-
Hydrobiosidae	-	-	-	-	0,05	0,217	-	-	-	-
Hydropsychidae	-	-	-	-	-	-	0,1	0,307	-	-
Leptoceridae	-	-	-	-	0,6	1,019	-	-	-	-
Leptophlebiidae	-	-	-	-	0,05	0,217	-	-	-	-
Lestidae	-	-	-	-	0,05	0,217	0,05	0,223	-	-
Libellulidae	-	-	0,1	0,307	0,15	0,357	0,05	0,223	0,05	0,217
Lymnaeidae	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	4,348
Macromiidae	-	-	-	-	0,05	0,217	-	-	-	-

Anexo 2. Continuação

	L. Nova		L.Silvana		L.Vermelha		L.Pau		L.Prata	
	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$	D.P.	$\bar{X}$
Naucoridae	-	-	-	-	0,15	0,357	-	-	-	-
Notonectidae	0,75	2,149	0,8	2,238	0,1	0,3	-	-	0,1	0,435
Oligochaeta	0,1	0,447	-	-	-	-	-	-	-	-
Palaeomonidae	0,6	1,142	3,5	12,86	-	-	-	-	-	-
Physidae	16	38,01	11,3	18,05	0,05	0,217	2	1,946	3,9	10,71
Planorbidae	-	-	-	-	-	-	0,1	0,447	0,25	0,536
Polycentropodidae	-	-	-	-	-	-	0,1	0,447	0,05	0,217
Pisauridae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,217
Simullidae	0,05	0,223	-	-	-	-	-	-	-	-
Thiaridae	4,3	3,826	15,7	16,26	20,45	16,80	2,5	3,086	14,05	19,19
Uniodoidae	-	-	-	-	0,25	0,622	0,1	0,307	0,05	0,217

n = 100

-

X – Média

D.P. – Desvio padrão

Anexo 3. Média e Desvio Padrão de indivíduos agrupados em nível de família do Ribeirão Ipanema.

Ribeirão Ipanema		
	$\bar{X}$	D.P.
Baetidae	0,466	1,087
Ceratopogonidae	0,033	0,179
Chaoboridae	0,033	0,179
Chironomidae	1,133	2,109
Corduliidae	0,066	0,249
Culicidae	0,1	0,538
Ephydriidae	0,033	0,179
Elmidae	0,033	0,179
Empididae	0,033	0,179
Gomphidae	0,166	0,521
Hydrobiosidae	0,1	0,3
Hydropsychidae	0,3	1,129
Naucoridae	0,233	0,615
Oligochaeta	0,133	0,561
Philopotamidae	0,1	0,395
Pleidae	0,033	0,179
Polycentropodidae	0,033	0,179
Simuliidae	0,566	2,076
Tipulidae	0,033	0,179

n = 30

–

X – Média

D.P. – Desvio padrão

Anexo 4. Resultados dos testes não paramétricos aplicados às múltiplas variáveis independentes (grupos taxonômicos organizados a nível de família) em relação a abundância destes verificados em todo universo estudado.

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Aeshinidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =17,61751 p =,0035			
Depend.: Aeshinidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	10154,00
L.Nova	102	56	10528,00
L.Silvana	103	68	12784,00
L. Vermelha	104	87	16356,00
L.Prata	105	68	13743,00
R. Ipanema	106	51	9588,00

Median Test, Overall Median = 0,00000; Aeshinidae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 17,58303 df = 5 p = ,0035							
Dependent: Aeshinidae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	50,0000	56,0000	68,0000	87,0000	63,0000	51,0000	375,0000
expected	51,0471	54,9738	66,7539	85,4057	66,7539	50,0654	
obs.-exp.	-1,0471	1,0261	1,2460	1,5942	-3,7539	0,9345	
> Median: observed	2,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,0000	0,0000	7,0000
expected	0,9528	1,0261	1,2460	1,5942	1,2460	0,9345	
obs.-exp.	1,0471	-1,0261	-1,2460	-1,5942	3,7539	-0,9345	



Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Ampullariade (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =14,38167 p =,0134			
Depend.: Ampullariade	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	10718,50
L.Nova	102	56	10494,50
L.Silvana	103	68	13083,50
L. Vermelha	104	87	16960,50
L.Prata	105	68	12512,00
R. Ipanema	106	51	9384,00

Median Test, Overall Median = 0,00000; Ampullariade (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 14,33710 df = 5 p = ,0136							
Dependent: Ampullariade	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	46,0000	55,0000	65,0000	82,0000	68,0000	51,0000	367,0000
expected	49,9581	53,8010	65,3298	83,5837	65,3298	48,9973	
obs.-exp.	-3,9581	1,1989	-0,3298	-1,5837	2,6701	2,0026	
> Median: observed	6,0000	1,0000	3,0000	5,0000	0,0000	0,0000	15,0000
expected	2,0418	2,1989	2,6701	3,4162	2,6701	2,0026	
obs.-exp.	3,9581	-1,1989	0,3298	1,5837	-2,6701	-2,0026	
Total: observed	52,0000	56,0000	68,0000	87,0000	68,0000	51,0000	382,0000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Baetidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =27,57594 p =,0000			
Depend.: Baetidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9672,00
L.Nova	102	56	10793,00
L.Silvana	103	68	13035,50
L. Vermelha	104	87	16182,00
L.Prata	105	68	12648,00
R. Ipanema	106	51	10822,50

Median Test, Overall Median = 0,00000; Baetidae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 27,68596 df = 5 p = ,0000							
Dependent: Baetidae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	52,0000	54,0000	66,0000	87,0000	68,0000	44,0000	371,0000
expected	50,5026	54,3874	66,0418	84,4947	66,0418	49,5314	
obs.-exp.	1,4973	-0,3874	-0,0418	2,5052	1,9581	-5,5314	
> Median: observed	0,0000	2,0000	2,0000	0,0000	0,0000	7,0000	11,0000
expected	1,4973	1,6125	1,9581	2,5052	1,9581	1,4685	
obs.-exp.	-1,4973	0,3874	0,0418	-2,5052	-1,9581	5,5314	

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Caenidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =13,04170 p =,0230			
Dependent: Caenidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	10219,50
L.Nova	102	56	10388,00
L.Silvana	103	68	13385,00
L. Vermelha	104	87	16138,50
L.Prata	105	68	13561,50
R. Ipanema	106	51	9460,50

Median Test, Overall Median = 0,00000; Caenidae (Tabela Final)								
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão								
Chi-Square = 13,11524 df = 5 p = ,0223								
Dependent: Caenidae		L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed		49,00000	56,00000	64,00000	87,00000	63,00000	51,00000	370,00000
	expected	50,36643	54,24084	65,86387	84,26702	65,86387	49,39791	
	obs.-exp.	-1,36643	1,75916	-1,86387	2,73298	-2,86387	1,60209	
> Median: observed		3,00000	0,00000	4,00000	0,00000	5,00000	0,00000	12,00000
	expected	1,63351	1,75916	2,13613	2,73298	2,13613	1,60209	
	obs.-exp.	1,36649	-1,75916	1,86387	-2,73298	2,86387	-1,60209	
Total: observed		52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Chaoboridae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =30,27736 p =,0000			
Dependent: Chaoboridae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9724,00
L.Nova	102	56	11810,00
L.Silvana	103	68	12716,00
L. Vermelha	104	87	16269,00
L.Prata	105	68	12906,50
R. Ipanema	106	51	9727,50

Median Test, Overall Median = 0,00000; Chaoboridae (Tabela Final)								
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão								
Chi-Square = 30,30941 df = 5 p = ,0000								
Dependent: Chaoboridae		L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed		52,00000	49,00000	68,00000	87,00000	67,00000	50,00000	373,00000
	expected	50,77487	54,68063	66,39791	84,95026	66,39791	49,79843	
	obs.-exp.	1,22513	-5,68063	1,60209	2,04974	0,60209	0,20157	
> Median: observed		0,00000	7,00000	0,00000	0,00000	1,00000	1,00000	9,00000
	expected	1,22513	1,31937	1,60209	2,04974	1,60209	1,20157	
	obs.-exp.	-1,22513	5,68063	-1,60209	-2,04974	-0,60209	-0,20157	
Total: observed		52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Chironomidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =18,24783 p =,0027			
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks				
Chironomidae							
L. Pau	101	52	9277,00				
L.Nova	102	56	9930,00				
L.Silvana	103	68	12159,00				
L. Vermelha	104	87	17573,00				
L.Prata	105	68	13403,50				
R. Ipanema	106	51	10810,50				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Chironomidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Chi-Square = 17,70982 df = 5 p = ,0033							
Dependent:		L. Pau		L.Nova		L.Silvana		L. Vermelha		L.Prata		R. Ipanema		Total	
Chironomidae															
<= Median: observed		50,00000	54,00000	65,00000	73,00000	59,00000	40,00000	341,00000							
expected		46,41888	49,98958	60,70157	77,66230	60,70157	45,52618								
obs.-exp.		3,58112	4,01042	4,29843	-4,66230	-1,70157	-5,52618								
> Median: observed		2,00000	2,00000	3,00000	14,00000	9,00000	11,00000	41,00000							
expected		5,58112	6,01042	7,29843	9,33770	7,29843	5,47382								
obs.-exp.		-3,58112	-4,01042	-4,29843	4,66230	1,70157	5,52618								
Total: observed		52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000							

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Corduliidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =13,01455 p =,0232			
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks				
Corduliidae							
L. Pau	101	52	9906,00				
L.Nova	102	56	10668,00				
L.Silvana	103	68	12954,00				
L. Vermelha	104	87	16573,50				
L.Prata	105	68	12954,00				
R. Ipanema	106	51	10097,50				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Corduliidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Chi-Square = 13,04871 df = 5 p = ,0229							
Dependent:		L. Pau		L.Nova		L.Silvana		L. Vermelha		L.Prata		R. Ipanema		Total	
Corduliidae															
<= Median: observed		52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	49,00000	380,00000							
expected		51,72778	55,70681	67,64398	86,54450	67,64398	50,73298								
obs.-exp.		0,27222	0,29319	0,35602	0,45550	0,35602	-1,73298								
> Median: observed		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2,00000	2,00000							
expected		0,27222	0,29319	0,35602	0,45550	0,35602	0,26702								
obs.-exp.		-0,27222	-0,29319	-0,35602	-0,45550	-0,35602	1,73298								
Total: observed		52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000							

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Darwinulidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =13,67044 p =,0178			
Depend.: Darwinulidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9854,00
L.Nova	102	56	10612,00
L.Silvana	103	68	12886,00
L. Vermelha	104	87	17250,50
L.Prata	105	68	12886,00
R. Ipanema	106	51	9664,50

Median Test, Overall Median = 0,00000; Darwinulidae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 13,70674 df = 5 p = ,0176							
Dependent: Darwinulidae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	52,00000	56,00000	68,00000	83,00000	68,00000	51,00000	378,00000
expected	51,45556	55,41361	67,28796	86,08901	67,28796	50,46597	
obs.-exp.	0,54444	0,58639	0,71204	-3,08901	0,71204	0,53403	
> Median: observed	0,00000	0,00000	0,00000	4,00000	0,00000	0,00000	4,00000
expected	0,54444	0,58639	0,71204	0,91099	0,71204	0,53403	
obs.-exp.	-0,54444	-0,58639	-0,71204	3,08901	-0,71204	-0,53403	
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Gammaridae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =38,29355 p =,0000			
Depend.: Gammaridae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9672,00
L.Nova	102	56	10416,00
L.Silvana	103	68	12648,00
L. Vermelha	104	87	18283,00
L.Prata	105	68	12648,00
R. Ipanema	106	51	9486,00

Median Test, Overall Median = 0,00000; Gammaridae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 38,40475 df = 5 p = ,0000							
Dependent: Gammaridae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	52,00000	56,00000	68,00000	76,00000	68,00000	51,00000	371,00000
expected	50,50263	54,38743	66,04188	84,49476	66,04188	49,53141	
obs.-exp.	1,49737	1,61257	1,95812	-8,49476	1,95812	1,46859	
> Median: observed	0,00000	0,00000	0,00000	11,00000	0,00000	0,00000	11,00000
expected	1,49737	1,61257	1,95812	2,50524	1,95812	1,46859	
obs.-exp.	-1,49737	-1,61257	-1,95812	8,49476	-1,95812	-1,46859	
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Glossifoniidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =13,67044 p =,0178			
Depend.: Glossifoniidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9854,00
L.Nova	102	56	10612,00
L.Silvana	103	68	12886,00
L. Vermelha	104	87	17250,50
L.Prata	105	68	12886,00
R. Ipanema	106	51	9664,50

Median Test, Overall Median = 0,00000; Glossifoniidae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 13,70674 df = 5 p = ,0176							
Dependent: Glossifoniidae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	52,00000	56,00000	68,00000	83,00000	68,00000	51,00000	378,00000
expected	51,45556	55,41361	67,28796	86,08901	67,28796	50,46597	
obs.-exp.	0,54444	0,58639	0,71204	-3,08901	0,71204	0,53403	
> Median: observed	0,00000	0,00000	0,00000	4,00000	0,00000	0,00000	4,00000
expected	0,54444	0,58639	0,71204	0,91099	0,71204	0,53403	
obs.-exp.	-0,54444	-0,58639	-0,71204	3,08901	-0,71204	-0,53403	
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Gomphidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =11,12536 p =,0490			
Depend.: Gomphidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9966,00
L.Nova	102	56	10528,00
L.Silvana	103	68	12784,00
L. Vermelha	104	87	16356,00
L.Prata	105	68	13354,00
R. Ipanema	106	51	10165,00

Median Test, Overall Median = 0,00000; Gomphidae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 11,10590 df = 5 p = ,0493							
Dependent: Gomphidae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	51,00000	56,00000	68,00000	87,00000	65,00000	48,00000	375,00000
expected	51,04712	54,97382	66,75393	85,40571	66,75393	50,06545	
obs.-exp.	-0,04712	1,02618	1,24607	1,59429	-1,75393	-2,06545	
> Median: observed	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000	3,00000	3,00000	7,00000
expected	0,95288	1,02618	1,24607	1,59429	1,24607	0,93455	
obs.-exp.	0,04712	-1,02618	-1,24607	-1,59429	1,75393	2,06545	
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Hydrobiosidae (Tabela Final)			
				Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
				Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =19,57334 p =,0015			
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks				
Hydrobiosidae							
L. Pau	101	52	9880,00				
L.Nova	102	56	10640,00				
L.Silvana	103	68	12920,00				
L. Vermelha	104	87	16530,00				
L.Prata	105	68	12920,00				
R. Ipanema	106	51	10263,00				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Hydrobiosidae (Tabela Final)							
								Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
								Chi-Square = 19,62471 df = 5 p = ,0015							
Dependent:								L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total	
Hydrobiosidae															
<= Median: observed								52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	48,00000	379,00000	
expected								51,59167	55,56021	67,46597	86,31671	67,46597	50,59948		
obs.-exp.								0,40833	0,43979	0,53403	0,68329	0,53403	-2,59948		
> Median: observed								0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	3,00000	3,00000	
expected								0,40833	0,43979	0,53403	0,68329	0,53403	0,40052		
obs.-exp.								-0,40833	-0,43979	-0,53403	-0,68329	-0,53403	2,59948		
Total: observed								52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000	

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Hydropsychidae (Tabela Final)			
				Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
				Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =14,10871 p =,0149			
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks				
Hydropsychidae							
L. Pau	101	52	9854,00				
L.Nova	102	56	10612,00				
L.Silvana	103	68	12886,00				
L. Vermelha	104	87	16676,50				
L.Prata	105	68	12886,00				
R. Ipanema	106	51	10238,50				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Hydropsychidae (Tabela Final)							
								Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
								Chi-Square = 14,09827 df = 5 p = ,0150							
Dependent:								L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total	
Hydropsychidae															
<= Median: observed								52,00000	56,00000	68,00000	86,00000	68,00000	48,00000	378,00000	
expected								51,45556	55,41361	67,28796	86,08901	67,28796	50,46597		
obs.-exp.								0,54444	0,58639	0,71204	-0,08901	0,71204	-2,46597		
> Median: observed								0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000	3,00000	4,00000	
expected								0,54444	0,58639	0,71204	0,91095	0,71204	0,53403		
obs.-exp.								-0,54444	-0,58639	-0,71204	0,08901	-0,71204	2,46597		
Total: observed								52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000	

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Leptoceridae (Tabela Final)			
				Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
				Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =24,11324 p =,0002			
Depend.:	Code	Valid	Sum of				
Leptoceridae		N	Ranks				
L. Pau	101	52	9776,00				
L.Nova	102	56	10528,00				
L.Silvana	103	68	12784,00				
L. Vermelha	104	87	17693,00				
L.Prata	105	68	12784,00				
R. Ipanema	106	51	9588,00				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Leptoceridae (Tabela Final)										
								Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão										
								Chi-Square = 24,17870 df = 5 p = ,0002										
Dependent:								L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total				
Leptoceridae																		
<= Median:	observed	52,00000	56,00000	68,00000	80,00000	68,00000	51,00000	375,00000										
	expected	51,04712	54,97382	66,75393	85,40576	66,75393	50,06545											
	obs.-exp.	0,95288	1,02618	1,24607	-5,40576	1,24607	0,93455											
> Median:	observed	0,00000	0,00000	0,00000	7,00000	0,00000	0,00000	7,00000										
	expected	0,95288	1,02618	1,24607	1,59424	1,24607	0,93455											
	obs.-exp.	-0,95288	-1,02618	-1,24607	5,40576	-1,24607	-0,93455											
	Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000										

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Lymnaeidae (Tabela Final)			
				Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
				Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =28,07210 p =,0000			
Depend.:	Code	Valid	Sum of				
Lymnaeidae		N	Ranks				
L. Pau	101	52	9802,00				
L.Nova	102	56	10556,00				
L.Silvana	103	68	12818,00				
L. Vermelha	104	87	16399,50				
L.Prata	105	68	13964,00				
R. Ipanema	106	51	9613,50				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Lymnaeidae (Tabela Final)										
								Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão										
								Chi-Square = 28,14800 df = 5 p = ,0000										
Dependent:								L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total				
Lymnaeidae																		
<= Median:	observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	62,00000	51,00000	376,00000										
	expected	51,18321	55,12042	66,93194	85,63357	66,93194	50,19895											
	obs.-exp.	0,81679	0,87958	1,06806	1,36643	-4,93194	0,80105											
> Median:	observed	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	6,00000	0,00000	6,00000										
	expected	0,81679	0,87958	1,06806	1,36643	1,06806	0,80105											
	obs.-exp.	-0,81679	-0,87958	-1,06806	-1,36643	4,93194	-0,80105											
	Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000										

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Naucoridae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =20,77497 p =,0009			
Depend.: Naucoridae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9750,00
L.Nova	102	56	10500,00
L.Silvana	103	68	12750,00
L. Vermelha	104	87	16884,00
L.Prata	105	68	12750,00
R. Ipanema	106	51	10519,00

Median Test, Overall Median = 0,00000; Naucoridae (Tabela Final)								
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão								
Chi-Square = 20,78174 df = 5 p = ,0009								
Dependent: Naucoridae		L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	52,00000	56,00000	68,00000	84,00000	68,00000	46,00000	374,00000	
expected	50,91095	54,82723	66,57592	85,17807	66,57592	49,93194		
obs.-exp.	1,08905	1,17277	1,42408	-1,17807	1,42408	-3,93194		
> Median: observed	0,00000	0,00000	0,00000	3,00000	0,00000	5,00000	8,00000	
expected	1,08905	1,17277	1,42408	1,82193	1,42408	1,06806		
obs.-exp.	-1,08905	-1,17277	-1,42408	1,17807	-1,42408	3,93194		
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000	

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Notonectidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =12,24820 p =,0315			
Depend.: Notonectidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	9646,00
L.Nova	102	56	10966,50
L.Silvana	103	68	13757,50
L. Vermelha	104	87	16515,50
L.Prata	105	68	12807,00
R. Ipanema	106	51	9460,50

Median Test, Overall Median = 0,00000; Notonectidae (Tabela Final)								
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão								
Chi-Square = 12,28672 df = 5 p = ,0311								
Dependent: Notonectidae		L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	52,00000	53,00000	62,00000	85,00000	67,00000	51,00000	370,00000	
expected	50,36645	54,24084	65,86387	84,26702	65,86387	49,39791		
obs.-exp.	1,63355	-1,24084	-3,86387	0,73298	1,13613	1,60209		
> Median: observed	0,00000	3,00000	6,00000	2,00000	1,00000	0,00000	12,00000	
expected	1,63355	1,75916	2,13613	2,73298	2,13613	1,60209		
obs.-exp.	-1,63355	1,24084	3,86387	-0,73298	-1,13613	-1,60209		
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000	



				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Palaeomonidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =28,62260 p =,0000			
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks				
Palaeomonidae							
L. Pau	101	52	9620,00				
L.Nova	102	56	11320,00				
L.Silvana	103	68	14103,00				
L. Vermelha	104	87	16095,00				
L.Prata	105	68	12580,00				
R. Ipanema	106	51	9435,00				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Palaeomonidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Chi-Square = 28,75274 df = 5 p = ,0000										
Dependent:	Palaeomonidae							L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total				
<= Median: observed	52,00000	51,00000	60,00000	87,00000	68,00000	51,00000	369,00000											
expected	50,23037	54,09424	65,68586	84,03927	65,68586	49,26440												
obs.-exp.	1,76963	-3,09424	-5,68586	2,96073	2,31414	1,73560												
> Median: observed	0,00000	5,00000	8,00000	0,00000	0,00000	0,00000	13,00000											
expected	1,76963	1,90576	2,31414	2,96073	2,31414	1,73560												
obs.-exp.	-1,76963	3,09424	5,68586	-2,96073	-2,31414	-1,73560												
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000											

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Philopotamidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =13,01446 p =,0232			
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks				
Philopotamidae							
L. Pau	101	52	9906,00				
L.Nova	102	56	10668,00				
L.Silvana	103	68	12954,00				
L. Vermelha	104	87	16573,50				
L.Prata	105	68	12954,00				
R. Ipanema	106	51	10097,50				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Philopotamidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Chi-Square = 13,04871 df = 5 p = ,0229										
Dependent:	Philopotamidae							L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total				
<= Median: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	49,00000	380,00000											
expected	51,72778	55,70681	67,64398	86,54450	67,64398	50,73298												
obs.-exp.	0,27222	0,29319	0,35602	0,45550	0,35602	-1,73298												
> Median: observed	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	2,00000	2,00000											
expected	0,27222	0,29319	0,35602	0,45550	0,35602	0,26702												
obs.-exp.	-0,27222	-0,29319	-0,35602	-0,45550	-0,35602	1,73298												
Total: observed	52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000											

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Physidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =39,69756 p =,0000			
Depend.: Physidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	11251,00
L.Nova	102	56	12020,00
L.Silvana	103	68	14242,50
L. Vermelha	104	87	14656,00
L.Prata	105	68	12492,00
R. Ipanema	106	51	8491,50

Median Test, Overall Median = 0,00000; Physidae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 40,21224 df = 5 p = ,0000							
Dependent: Physidae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	38,0000	42,0000	53,0000	86,0000	62,0000	51,0000	332,0000
expected	45,1937	48,6701	59,0994	75,6126	59,0994	44,3246	
obs.-exp.	-7,1937	-6,6701	-6,0994	10,3874	2,9005	6,6753	
> Median: observed	14,0000	14,0000	15,0000	1,0000	6,0000	0,0000	50,0000
expected	6,8062	7,3298	8,9052	11,3874	8,9052	6,6753	
obs.-exp.	7,1937	6,6701	6,0994	-10,3874	-2,9005	-6,6753	
Total: observed	52,0000	56,0000	68,0000	87,0000	68,0000	51,0000	382,0000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Planorbidae (Tabela Final)			
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão			
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =14,55051 p =,0125			
Depend.: Planorbidae	Code	Valid N	Sum of Ranks
L. Pau	101	52	10020,50
L.Nova	102	56	10584,00
L.Silvana	103	68	12852,00
L. Vermelha	104	87	16443,00
L.Prata	105	68	13614,50
R. Ipanema	106	51	9639,00

Median Test, Overall Median = 0,00000; Planorbidae (Tabela Final)							
Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão							
Chi-Square = 14,63729 df = 5 p = ,0120							
Dependent: Planorbidae	L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total
<= Median: observed	51,0000	56,0000	68,0000	87,0000	64,0000	51,0000	377,0000
expected	51,3193	55,2670	67,1099	85,8612	67,1099	50,3324	
obs.-exp.	-0,3193	0,7329	0,8900	1,1387	-3,1099	0,6675	
> Median: observed	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,0000	0,0000	5,0000
expected	0,6806	0,7329	0,8900	1,1387	0,8900	0,6675	
obs.-exp.	0,3193	-0,7329	-0,8900	-1,1387	3,1099	-0,6675	
Total: observed	52,0000	56,0000	68,0000	87,0000	68,0000	51,0000	382,0000

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Simullidae (Tabela Fi Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =20,59678 p =,0010			
Depend.: Simullidae	Code	Valid N	Sum of Ranks				
L. Pau	101	52	9828,00				
L.Nova	102	56	10774,00				
L.Silvana	103	68	12852,00				
L. Vermelha	104	87	16443,00				
L.Prata	105	68	12852,00				
R. Ipanema	106	51	10404,00				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Simullidae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Chi-Square = 20,60258 df = 5 p = ,0010							
Dependent: Simullidae		L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total							
<= Median: observed		52,00000	55,00000	68,00000	87,00000	68,00000	47,00000	377,00000							
expected		51,31937	55,26702	67,10995	85,86126	67,10995	50,33246								
obs.-exp.		0,68063	-0,26702	0,89005	1,13874	0,89005	-3,33246								
> Median: observed		0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000	4,00000	5,00000							
expected		0,68063	0,73298	0,89005	1,13874	0,89005	0,66754								
obs.-exp.		-0,68063	0,26702	-0,89005	-1,13874	-0,89005	3,33246								
Total: observed		52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000							

				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Thiaridae (Tabela Fi Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 382) =17,45677 p =,0037			
Depend.: Thiaridae	Code	Valid N	Sum of Ranks				
L. Pau	101	52	10018,00				
L.Nova	102	56	11236,00				
L.Silvana	103	68	13827,00				
L. Vermelha	104	87	16633,50				
L.Prata	105	68	13788,50				
R. Ipanema	106	51	7650,00				

								Median Test, Overall Median = 0,00000; Thiaridae (Tabela Final) Independent (grouping) variable: Lagoa /Ribeirão Chi-Square = 18,71467 df = 5 p = ,0022							
Dependent: Thiaridae		L. Pau	L.Nova	L.Silvana	L. Vermelha	L.Prata	R. Ipanema	Total							
<= Median: observed		39,00000	40,00000	50,00000	70,00000	49,00000	51,00000	299,00000							
expected		40,70157	43,83246	53,22513	68,09687	53,22513	39,91882								
obs.-exp.		-1,70157	-3,83246	-3,22513	1,90314	-4,22513	11,08118								
> Median: observed		13,00000	16,00000	18,00000	17,00000	19,00000	0,00000	83,00000							
expected		11,29843	12,16754	14,77487	18,90314	14,77487	11,08118								
obs.-exp.		1,70157	3,83246	3,22513	-1,90314	4,22513	-11,08118								
Total: observed		52,00000	56,00000	68,00000	87,00000	68,00000	51,00000	382,00000							

Anexo 5.

a. Resultados dos valores obtidos em 41 trechos para os 10 primeiros parâmetros referente a primeira parte do protocolo de avaliação rápida (PAR).

Pontos	Parâmetros									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	0	2	4	2	2	2	2	2	2
2	2	0	2	4	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	0	4	4	2	4	2	2
4	2	2	2	0	2	4	2	4	4	4
5	2	0	2	0	2	2	2	4	2	2
6	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
7	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2
8	2	2	0	0	2	2	2	4	4	2
9	0	2	0	0	2	4	2	4	4	2
10	0	2	2	0	4	4	2	4	4	2
11	0	2	2	4	2	4	2	4	2	2
12	0	2	2	4	2	2	4	4	2	2
13	0	2	2	4	2	2	2	4	2	4
14	2	2	0	0	2	2	2	4	4	2
15	0	2	2	4	2	2	4	4	2	2
16	2	2	2	0	2	4	2	4	4	4
17	2	2	0	0	2	2	2	4	4	2
18	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
19	2	0	2	0	2	2	2	4	2	2
20	2	2	2	0	4	4	2	4	2	2
21	2	2	2	0	2	4	2	4	4	4
22	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2
23	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2
24	2	2	2	0	2	4	2	4	2	2
25	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
26	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
27	2	2	2	0	2	2	4	4	2	2

## 5a. Continuação

<b>Pontos</b>	<b>Parâmetros</b>									
<b>28</b>	2	2	2	0	2	4	2	4	4	4
<b>29</b>	2	2	0	0	2	2	2	4	4	2
<b>30</b>	2	2	2	0	2	2	4	4	4	2
<b>31</b>	2	2	2	0	2	4	2	4	4	4
<b>32</b>	2	2	2	0	2	2	4	4	4	2
<b>33</b>	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4
<b>34</b>	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4
<b>35</b>	2	2	2	0	2	2	4	4	2	2
<b>36</b>	2	0	2	0	2	2	2	4	2	2
<b>37</b>	2	0	2	0	2	2	2	2	2	4
<b>38</b>	2	4	4	2	4	4	4	4	4	2
<b>39</b>	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4
<b>40</b>	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>41</b>	4	2	2	2	4	4	4	4	4	4

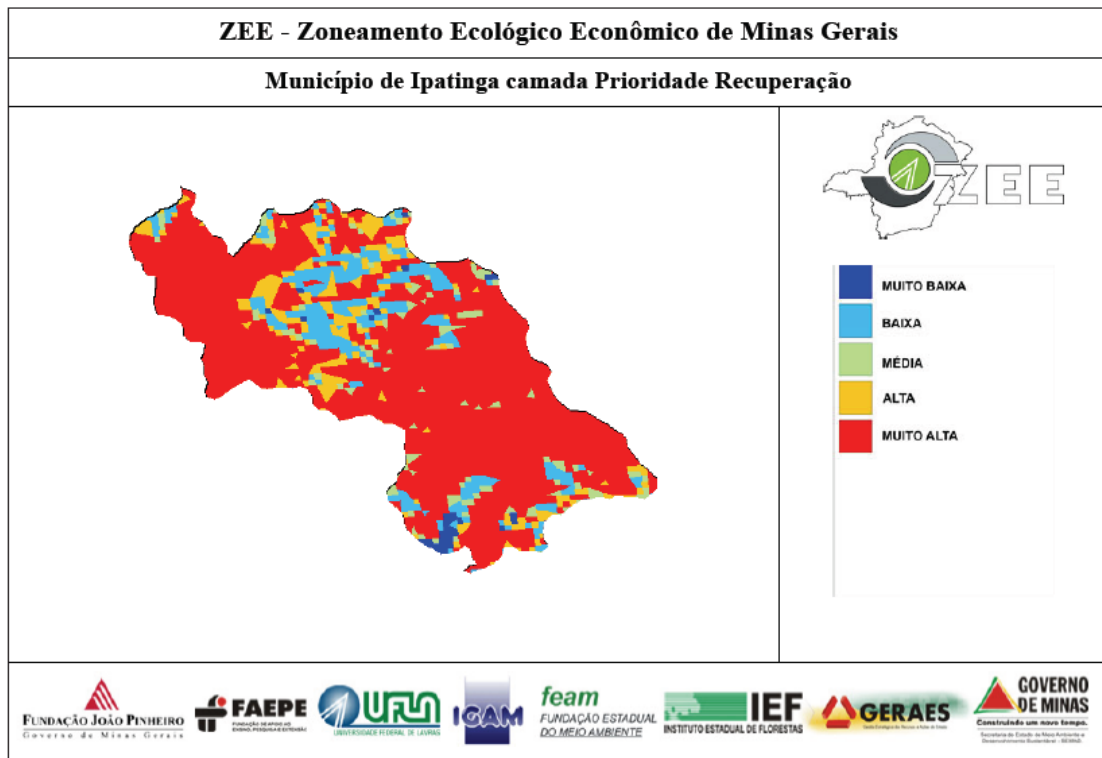
5b. Resultados dos valores obtidos em 41 trechos para os 12 parâmetros referente a segunda parte do protocolo de avaliação rápida (PAR).

<b>Pontos</b>	<b>Parâmetros</b>											
	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
<b>1</b>												
<b>2</b>	0	0	0	5	2	0	3	3	2	2	2	0
<b>3</b>	3	2	2	3	5	3	3	2	0	2	0	0
<b>4</b>	0	3	2	0	5	0	5	5	0	3	3	0
<b>5</b>	3	2	2	0	5	3	5	3	0	3	3	0
<b>6</b>	3	5	5	3	5	5	3	3	0	0	2	0
<b>7</b>	2	3	5	0	5	3	5	3	0	2	0	0
<b>8</b>	2	2	5	0	5	2	3	2	0	0	0	0
<b>9</b>	0	3	5	0	5	3	3	5	0	5	0	0
<b>10</b>	2	2	5	0	2	0	3	5	0	3	0	0
<b>11</b>	2	0	0	0	5	2	3	5	0	3	0	0
<b>12</b>	2	2	2	2	5	2	3	3	0	3	0	0

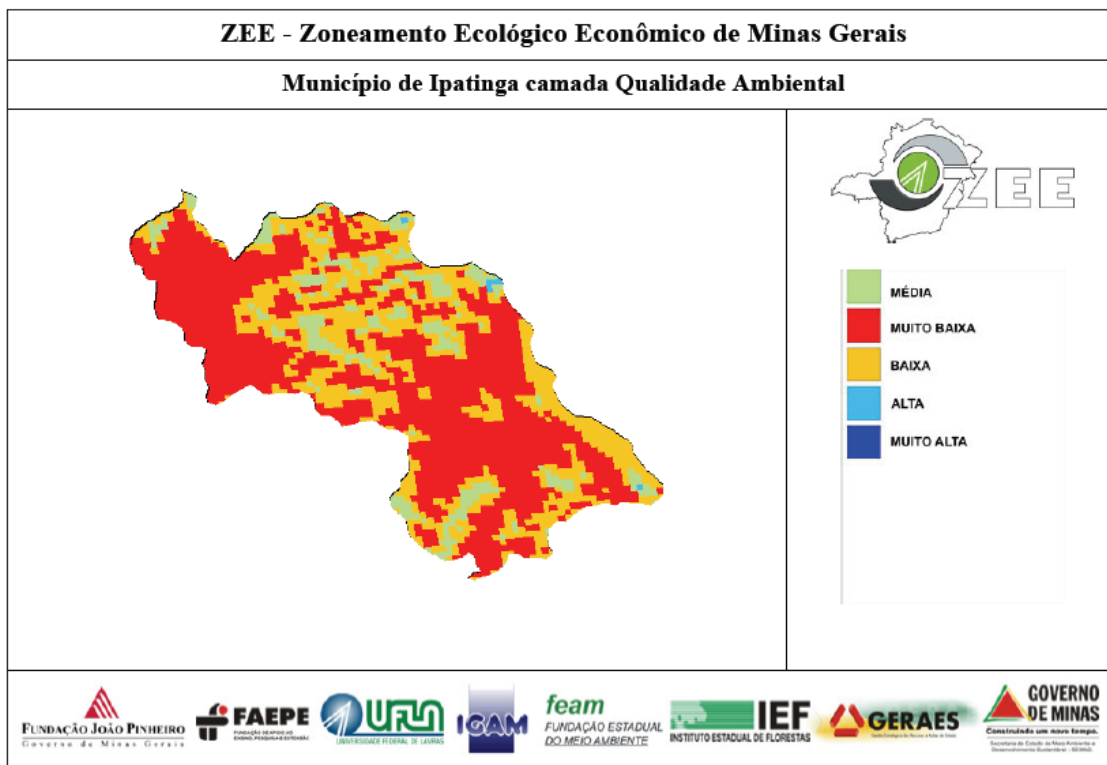
Anexo 5b. Continuação

<b>Pontos</b>	<b>Parâmetros</b>											
<b>13</b>	2	0	0	0	5	3	3	3	0	3	0	0
<b>14</b>	2	3	2	2	5	2	3	2	0	0	3	0
<b>15</b>	0	3	5	0	5	3	3	5	2	5	0	0
<b>16</b>	2	0	0	0	5	3	3	3	0	3	0	0
<b>17</b>	3	2	2	2	5	3	5	3	0	3	3	0
<b>18</b>	0	3	5	0	5	3	3	5	2	5	0	0
<b>19</b>	2	3	5	0	5	3	5	3	0	2	0	0
<b>20</b>	3	5	5	3	5	5	3	3	0	0	2	0
<b>21</b>	0	3	2	0	5	0	5	5	0	3	3	0
<b>22</b>	3	2	2	2	5	3	3	3	0	3	3	0
<b>23</b>	2	2	5	2	5	2	3	2	0	0	0	0
<b>24</b>	2	2	5	2	5	2	3	2	0	0	2	0
<b>25</b>	3	2	2	2	5	3	5	3	0	3	3	0
<b>26</b>	2	3	3	3	3	3	5	3	0	2	0	0
<b>27</b>	2	3	3	3	3	3	5	3	0	2	0	0
<b>28</b>	3	5	5	3	5	3	3	3	0	2	2	0
<b>29</b>	3	2	2	0	5	3	5	3	0	3	3	0
<b>30</b>	0	3	5	0	5	3	3	5	2	5	0	0
<b>31</b>	3	5	5	3	5	3	3	3	0	2	2	0
<b>32</b>	3	2	2	2	5	3	5	3	0	3	3	0
<b>33</b>	3	5	5	3	5	3	3	3	0	2	2	0
<b>34</b>	5	5	5	3	5	2	5	3	5	5	5	0
<b>35</b>	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	0
<b>36</b>	3	5	5	3	5	3	3	3	0	2	2	0
<b>37</b>	3	5	5	3	5	5	3	3	0	0	2	0
<b>38</b>	3	5	5	3	5	5	3	5	5	0	2	0
<b>39</b>	5	0	0	5	0	5	5	3	3	5	0	0
<b>40</b>	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	0
<b>41</b>	5	5	5	3	5	5	5	5	2	5	0	0

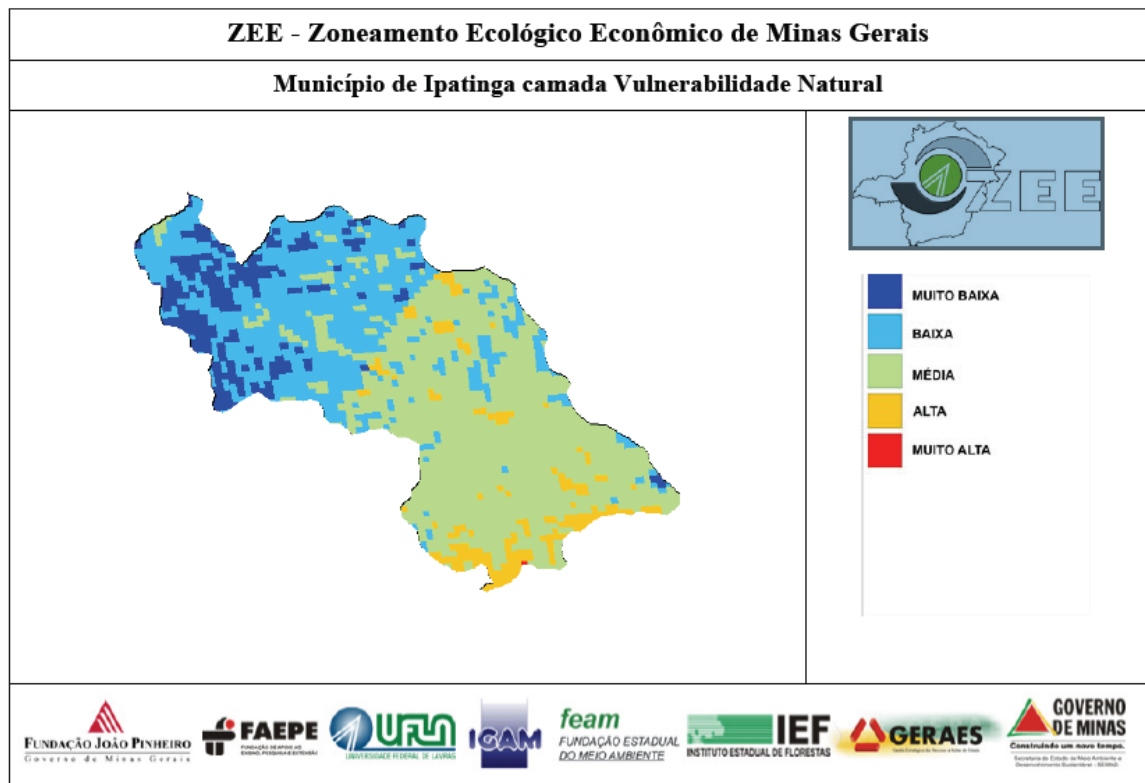
Anexo 6. Zoneamento Ecológico-Econômico do estado de Minas Gerais.



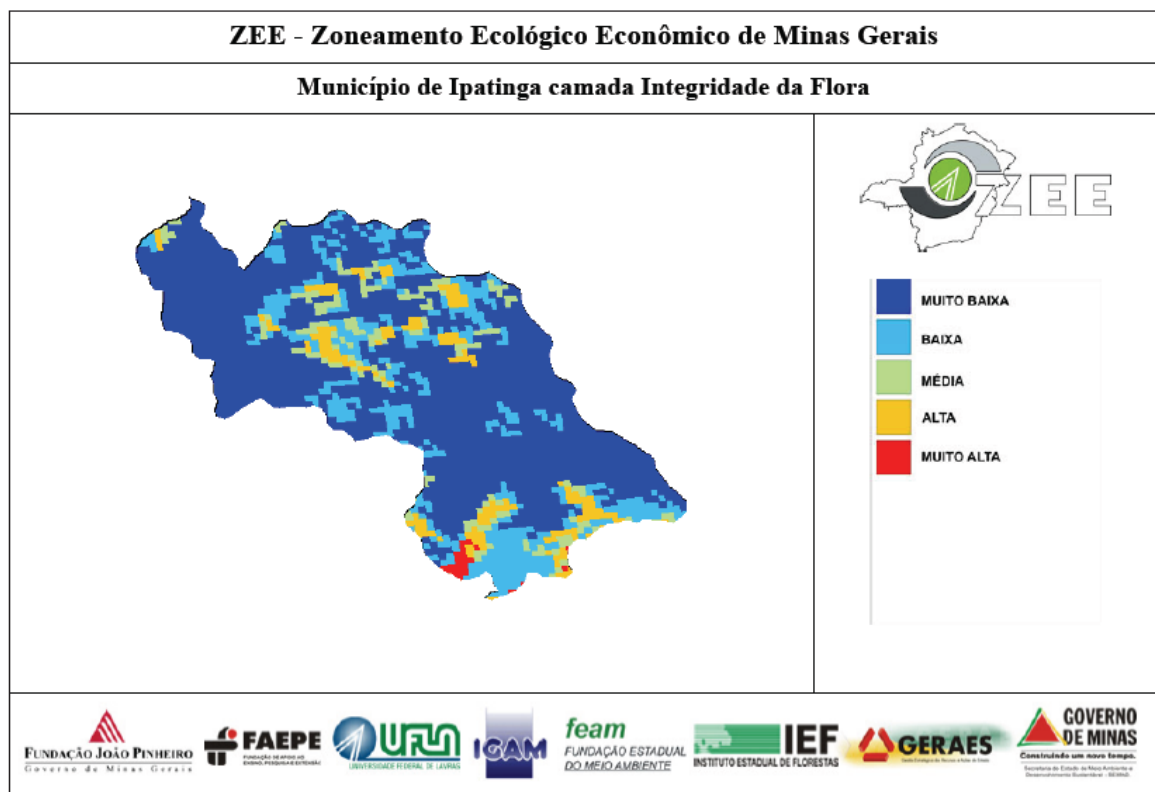
a. Níveis de prioridade de recuperação ambiental do município de Ipatinga, MG.



b. Qualidade ambiental do município de Ipatinga, MG.

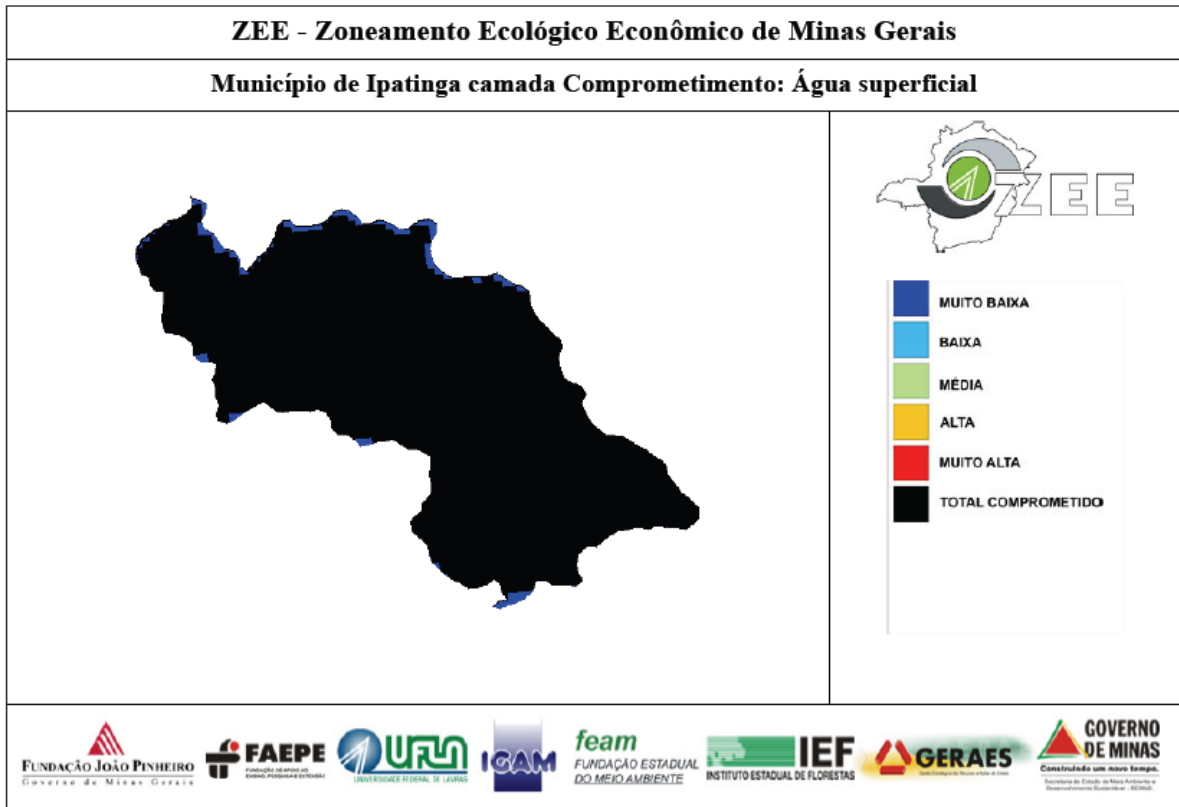


c. Vulnerabilidade natural da zonal rural e urbana do município de Ipatinga, MG.



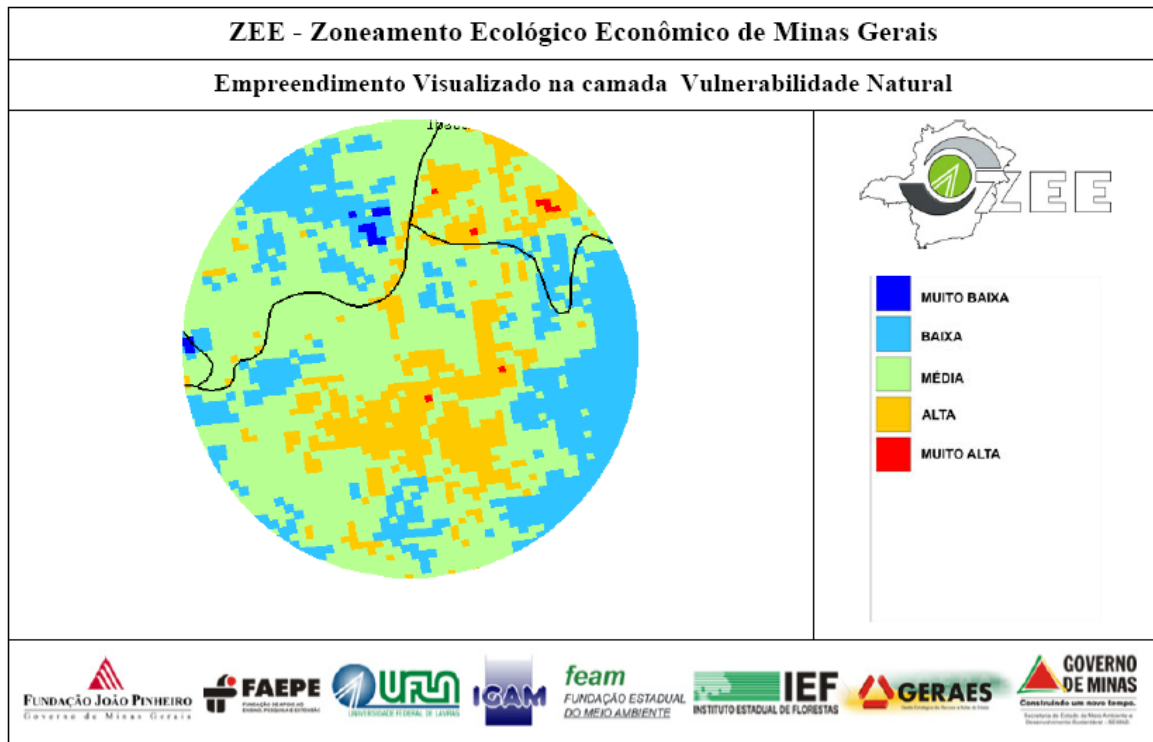
d. Nível de comprometimento da flora no município de Ipatinga, MG.



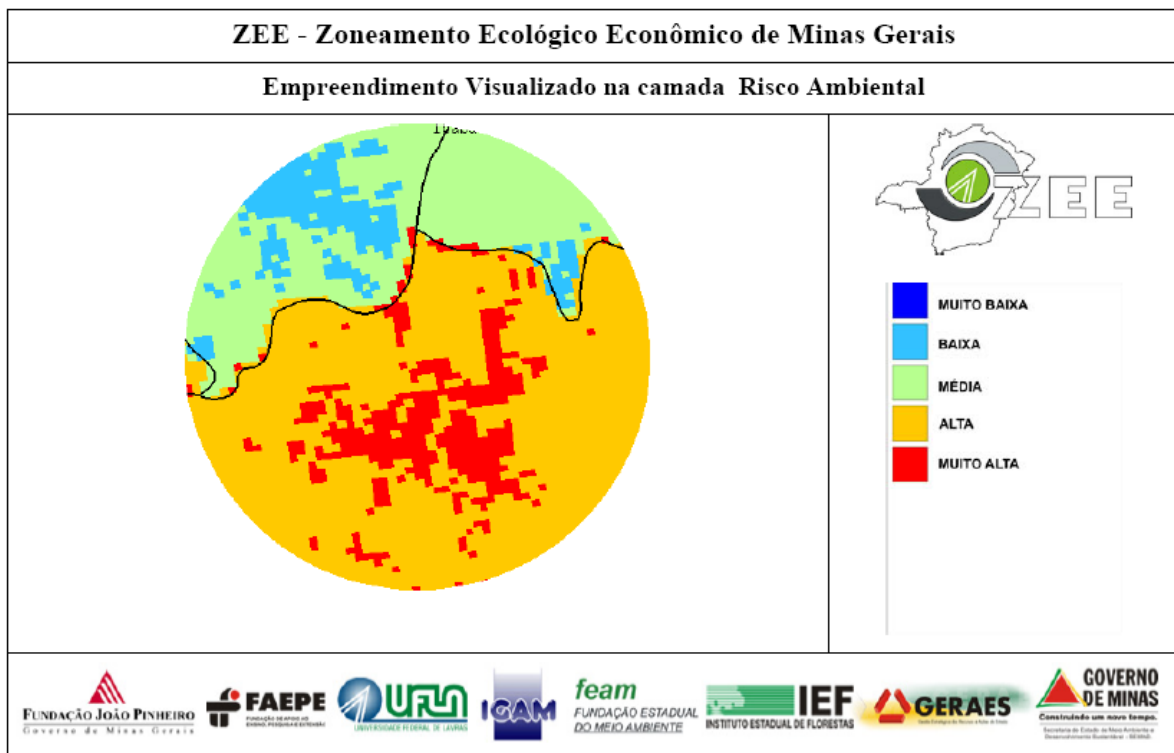


e. Nível do comprometimento da água superficial do município de Ipatinga, MG.

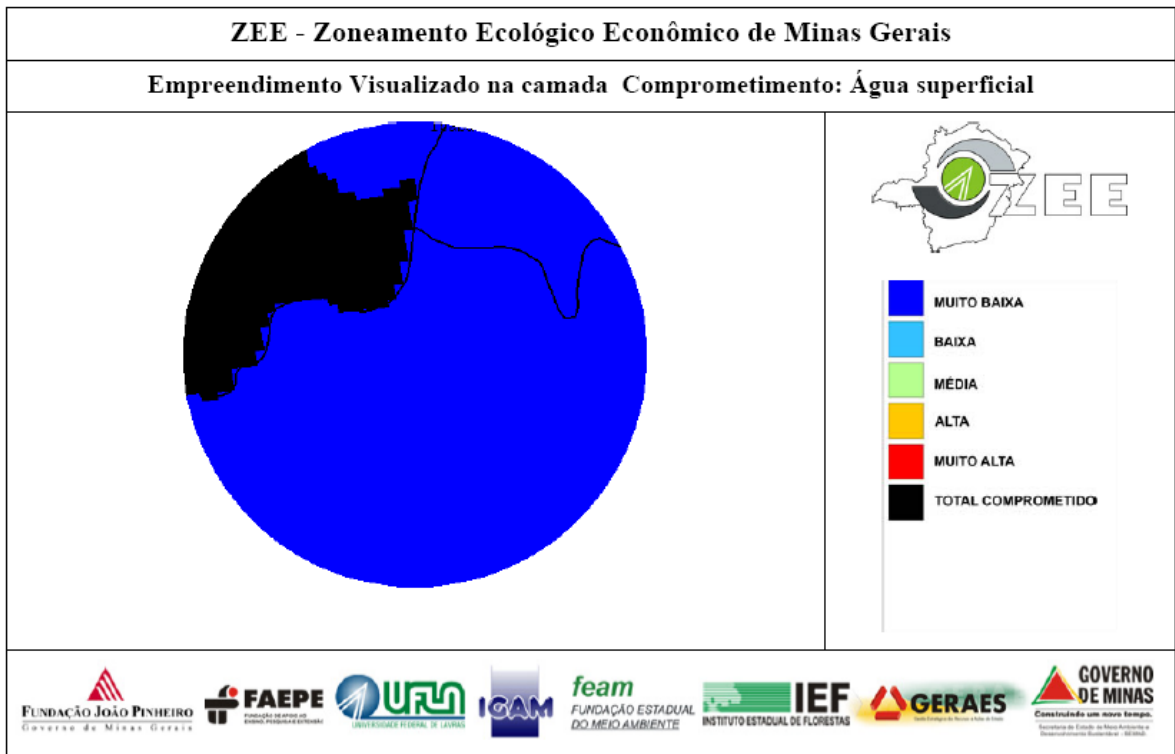
Anexo 7. ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais.



a. Vulnerabilidade ambiental do sistema lacustre e imediações.



b. Risco ambiental do sistema lacustre e imediações.



c. Comprometimento da água superficial do sistema lacustre e imediações.

Anexo 8. Usos variados das coleções hídricas estudadas.



a. Região potamal do ribeirão, próximo ao centro de Ipatinga. Prática da pesca, 2009.



b. Lagoa Silvana, prática da pesca. Caratinga - MG.



c. Ribeirão Ipanema, região ritral. Recreação como uso do recurso, Ipatinga, 2009.



d. Atividades escolares e recreativas, Lagoa Nova, Caratinga, 2008.