

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE HIDROBIOLOGIA



Inventário Limnológico (EIA-Rima) UHE Tijuco Alto

(2ª Campanha - março de 2005)

São Carlos, SP.

2005

LAUDOS

Inventário Limnológico (EIA-Rima) UHE Tijuco Alto

(2ª Campanha - março de 2005)

---

## ATIVIDADES E PARTICIPANTES

---

Departamento de Hidrobiologia (UFSCar):

Coordenação: Prof. Dr. Irineu Bianchini Jr.

Análises Químicas: Bióloga Jurity A. Machado e Dra. Marcela B. da Cunha-Santino

Análises Bacteriológicas: Técnica Darcy C. D. Javaroti

Identificações das Macrófitas Aquáticas: Dra. Marcela B. da Cunha-Santino e Dr. I. Bianchini Jr.

Trabalhos de Campo: Dra. Marcela B. da Cunha-Santino e Dr. Irineu Bianchini Jr.

Departamento de Botânica (UFSCar):

Identificações do Fitoplâncton: MSc. Maria José Dellamano de Oliveira

Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva (UFSCar):

Identificações do Zooplâncton: Dr. Paulo A. Z. Pamplin

Trabalhos de Campo: Técnicos Airton S. Soares e Alcídio Culóvio Filho

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Densidade de: (A) Copepoda e (B) dos principais representantes do Filo Rotifera.

---

## LISTA DE TABELAS

---

- Tabela 1 - Lista geral dos táxons registrados nas amostras qualitativas dos pontos M<sub>1</sub> a M<sub>5</sub>.
- Tabela 2 - Lista geral dos táxons registrados amostras qualitativas dos pontos J<sub>1</sub> a J<sub>5</sub>.
- Tabela 3 - Lista dos táxons registrados no estudo qualitativo das populações, nos cinco pontos de coleta, localizados à montante da futura barragem (M<sub>1</sub> a M<sub>5</sub>).
- Tabela 4 - Lista dos táxons registrados nos cinco pontos de coleta, localizados à jusante da futura barragem (J<sub>1</sub> a J<sub>5</sub>).
- Tabela 5 - Lista geral dos táxons registrados no estudo quantitativo das populações.
- Tabela 6 - Densidade (ind ml<sup>-1</sup>) das classes fitoplanctônicas presentes no estudo quantitativo das populações: pontos localizados à montante da barragem (M1 a M5).
- Tabela 7 - Densidade (ind ml<sup>-1</sup>) das classes fitoplanctônicas presentes no estudo quantitativo das populações: pontos localizados à jusante da barragem (J1 a J5).
- Tabela 8 - Organismos zooplanctônicos encontrados nas amostras qualitativas. As siglas na frente dos táxons representam as estações onde foram coletados.
- Tabela 9 - Valores médios de variáveis limnológicas (pH, condutividade elétrica (CE), turbidez, oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água e do ar) determinadas diretamente nas estações de coleta (M1 a M7 e J1 a J5); dias 5 e 6 de março de 2005.
- Tabela 10 - Valores das concentrações médias de fósforo (particulado, dissolvido e total) e nitrogênio (nitrato, nitrito, amônio e nitrogênio orgânico total) das amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.
- Tabela 11 - Valores das concentrações de DQO, DBO, cor e sólidos (totais, sólidos não filtráveis e dissolvidos totais) das amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.
- Tabela 12 - Valores das concentrações de carbono total (CT), inorgânico (CI) e orgânico (CO) e colimetria (coliformes totais e fecais) nas amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.
- Tabela 13 - Valores das concentrações de chumbo (Pb), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As), mercúrio (Hg), ferro (Fe) e manganês (Mn) das amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.
- Tabela 14 - Valores das concentrações de chumbo (Pb), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As) e matéria orgânica (MO) e inorgânica (MI) das amostras de sedimento; dias 5 e 6 de março de 2005.
- Tabela 15 - Valores das concentrações de chumbo (Pb), cobre (Cu) e cádmio (Cd) das vísceras e músculos de peixes (n = 7) coletados entre 5 e 6 de março de 2005.

---

## SUMÁRIO

---

1. Introdução .....	1
2. Objetivos .....	1
3. Materiais e Métodos .....	2
3.1. Plantas Aquáticas e Plâncton .....	2
3.2. Águas Superficiais .....	3
3.3. Sedimentos .....	4
3.4. Peixes .....	4
4. Resultados .....	5
4.1. Plantas Aquáticas e Plâncton.....	5
4.2. Águas Superficiais, Sedimentos e Peixes .....	13
5. Referências Bibliográficas .....	21
6. Glossário.....	24

---

## 1. Introdução

Este laudo se refere ao Inventário Limnológico do rio Ribeira e tributários (SP, PR); este levantamento está associado aos Estudos de Impactos Ambientais (EIA), relativos à formação do reservatório da Usina hidrelétrica (UHE) Tijuco Alto. O trecho de rio selecionado ( $\approx 225$  km) inclui áreas sujeitas a vários tipos de pressões antrópicas. As atividades contemplaram as coletas e análises (físicas, químicas e biológicas) de amostras de água, sedimento, plâncton, macrófitas aquáticas e de peixes. Os resultados apresentados neste laudo visam dar subsídios: i) a elaboração do diagnóstico dos recursos hídricos envolvidos (caracterização limnológica do rio Ribeira e tributários); ii) a discussão dos efeitos da construção da UHE Tijuco Alto (SP/PR) sobre a qualidade da água do rio Ribeira e tributários e iii) a proposição de um plano de controle ambiental que trate da atenuação dos impactos previstos.

---

## 2. Objetivos

De acordo com o programa de monitoramento, este plano de trabalho possui os seguintes objetivos:

### 2.1. Macrófitas Aquáticas e Plâncton

- i) diagnosticar as composições das comunidades plantônicas (fito e zooplâncton) e a extensão ocupada por macrófitas aquáticas na área de influência do futuro reservatório;
- ii) avaliar as possíveis alterações das comunidades plantônicas e de vegetais aquáticos durante os processos de formação e estabilização do reservatório;
- iii) definir estratégias para controle de eventuais proliferações de espécies indesejáveis de fitoplâncton e de macrófitas aquáticas.

### 2.2. Águas Superficiais, Sedimentos e Peixes

- i) determinar a qualidade da água em seu estágio atual;
- ii) subsidiar a discussão dos possíveis impactos advindos da formação do reservatório;
- iii) manter a observação em médio prazo, verificando sua conformidade com os padrões de qualidade (sedimento e peixes) fixados.

Este inventário limnológico envolveu amostragens no rio Ribeira, no trecho compreendido entre os municípios de Cerro Azul (PR) e Eldorado Paulista (SP) e em alguns de seus afluentes (Catas Altas, Tijuco Alto, Criminosas, Rocha, Mato Preto). A campanha foi realizada nos dias 5 e 6 de março de 2005.

#### 3.1. Plantas Aquáticas e Plâncton

Tendo em vista o mapeamento e identificação das espécies de macrófitas aquáticas, foi vistoriado todo trecho do rio Ribeira e as áreas de foz dos tributários selecionados.

Nos locais demarcados para coleta de amostras de água foram também recolhidas amostras de plâncton, para identificações e determinações quantitativas. Para a análise qualitativa do fitoplâncton as coletas foram feitas através de arrasto horizontal com rede de 20  $\mu\text{m}$ . Após, as amostras foram acondicionadas em frascos e fixadas com formol (4%). Para a análise quantitativa as coletas foram feitas diretamente na sub-superfície, com frasco de volume conhecido; as amostras foram fixadas com gotas de lugol. Os organismos encontrados foram identificados ao menor nível taxonômico possível; para tanto, foram preparadas de 6 a 10 lâminas. A documentação do trabalho foi feita através de descrição dos espécimes preservados. As identificações dos táxons foram feitas com auxílio de chaves de identificação, através de bibliografia especializada para os diferentes grupos fitoplanctônicos (Branco *et al.*, 1963; Bourrely, 1968; 1970; 1990; Belcher & Swale, 1979; James & Erison, 1979).

As contagens do fitoplâncton foram realizadas com microscópio invertido (aumento de 400 vezes), a partir do emprego do método de sedimentação (Utermöhl; 1958). O cálculo do número de indivíduos por unidade de volume foi efetuado com base nos procedimentos sugeridos por Wetzel & Likens (1978).

Amostras de zooplâncton foram coletadas para análises qualitativas e quantitativas. As amostragens qualitativas foram realizadas através de arrastos horizontais e verticais. Nas amostragens quantitativas foram coletados 200 litros de água com balde calibrado (volume: 12 L). Tanto as amostras qualitativas quanto as quantitativas foram filtradas em rede com trama de 68  $\mu\text{m}$ . O material concentrado foi fixado com solução de formol a 4%, neutralizado. No laboratório, o conteúdo total das amostras qualitativas foi examinado, para identificação taxonômica dos organismos, sob microscópio, utilizando-se de bibliografia especializada



(Pennak,1978; Jahn *et al.*, 1980; Reid, 1985; Nogrady *et al.*, 1995; Smirnov, 1996; Elmoor-Loureiro, 1997).

### 3.2. Águas Superficiais

Os pontos de amostragem foram referenciados geograficamente com receptor de satélites (sistema de posicionamento global por satélite, GPS Garmin, modelo Jeko).

As coletas das amostras de água e de sedimento foram realizadas nos seguintes locais:

ID	Descrição	CG
M1	rio Ribeira (eixo da barragem/instalações da CBA)	UTM 22J 0698581 7272182
M2	foz do rio das Criminosas	UTM 22J 0686396 7270297
M3	rio da Rocha ( $\approx$ 1 km a montante da foz no rio Ribeira)	UTM 22J 0689048 7268718
M4	foz do rio do Mato Preto	UTM 22J 0681550 7259844
M5	rio Ribeira (montante da cidade de Cerro Azul - balsa)	UTM 22J 0666629 7254621
M6	rio da Rocha (em frente a antiga mina de chumbo)	UTM 22J 0688798 7265686
J1	rio Catas Altas ( $\approx$ 400 m a montante da foz no rio Ribeira)	UTM 22J 0702688 7274026
J2	rio Tijuco Alto ( $\approx$ 400 m a montante da foz no rio Ribeira)	UTM 22J 0698667 7274608
J3	rio Ribeira ( $\approx$ 2 km a jusante da cidade de Adrianópolis)	UTM 22J 0703600 7270514
J4	rio Ribeira ( $\approx$ 2 km a jusante da cidade de Iporanga)	UTM 22J 0743910 7278681
J5	rio Ribeira ( montante da cidade de Eldorado, captação de água da SABESP)	UTM 22J 0792391 7285203

As amostras de água foram caracterizadas de acordo com as seguintes variáveis: temperatura (ar e água), pH, carbono total (CT), orgânico (CO) e inorgânico (CI), coliformes (totais e fecais), condutividade elétrica (CE), cor, demanda bioquímica de oxigênio ( $DBO_5$ ), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal ( $N-NH_4$ ), nitrato ( $N-NO_3$ ), nitrito ( $N-NO_2$ ), nitrogênio orgânico total (NOT), fosfato (total, dissolvido e particulado), oxigênio dissolvido (OD), sólidos (totais (ST), não filtráveis (SNF) e dissolvidos totais (SDT)), turbidez e metais (As, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Zn). Algumas variáveis (pH, temperatura (do ar e da água), OD, CE e turbidez) foram determinadas nos pontos de coleta, com sonda múltipla (Horiba Water Quality-Checker, modelo U-10); para as demais determinações, as amostras de água foram coletadas com de garrafa de Van Dorn e preservadas para posterior análise em laboratório. Para a coleta e preservação das amostras de água foram adotadas as técnicas recomendadas no *Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água* (CETESB, 1988).

As frações de inorgânicas de nitrogênio ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$  e  $\text{NO}_2$ ) foram determinadas com métodos colorimétricos ( $\text{NH}_4$ : Koroleff, 1976;  $\text{NO}_3$  e  $\text{NO}_2$ : Mackereth *et al.*, 1978) e as frações orgânicas (N-org) por titulometria (N-Kjeldahl: Allen *et al.*, 1974). As concentrações de fosfato total foram quantificadas por colorimetria segundo os procedimentos propostos por Mackereth *et al.* (1978). Os números mais prováveis de coliformes (totais e fecais) foram estimados pela técnica dos “tubos múltiplos” (CETESB, 1978, 1991). A DQO,  $\text{DBO}_5$ , cor e as concentrações de sólidos (totais, não filtráveis e dissolvidos totais) foram estimadas segundo APHA; AWWA & WPCF (1998). As concentrações de carbono total (CT), inorgânico (CI) e orgânico (CO) foram quantificadas com analisador específico (Shimadzu, modelo TOC Analyser - 5000A). Os metais (Cu, Fe, Mn, Pb e Zn) foram quantificados por absorção atômica; o As foi determinado por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido e o Hg por espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio (APHA; AWWA & WPCF, 1998).

### 3.3. Sedimentos

As aquisições dos sedimentos foram realizadas nos locais selecionados para as coletas de amostras de água. Utilizou-se draga de Ekman-Birge e as amostras foram preservadas segundo os procedimentos recomendados no *Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água* (CETESB, 1988). As amostras de sedimentos foram caracterizadas de acordo com as seguintes variáveis: matéria orgânica (MO), matéria inorgânica (MI), Cu, Pb, Sn e Zn. Após as extrações (digestão ácida), os metais foram determinados por espectroscopia de absorção atômica (APHA; AWWA & WPCF, 1998). Os teores de matéria orgânica e inorgânica foram determinados por calcinação ( $450^\circ\text{C}$ , 4 h) das amostras (Allen *et al.*, 1974).

### 3.4. Peixes

Os exemplares de peixes foram obtidos nos rios da Rocha e Ribeira. Após as coletas foram congelados. Em laboratório, as amostras foram separadas em músculos e vísceras e caracterizadas de acordo com as seguintes variáveis Cu, Pb e Cd. Após as extrações (digestão ácida), os metais foram determinados por espectroscopia de absorção atômica (APHA; AWWA & WPCF, 1998).

## 4.1 Plantas Aquáticas e Plâncton

Não foram encontradas macrófitas aquáticas em todos os trechos de rio vistoriados. A análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica totalizou 67 táxons, distribuídos em 9 classes (Bacillariophyceae, Conjugatophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Xanthophyceae e Chrysophyceae). A Tabela 1 apresenta a lista geral dos táxons registrados nas amostras qualitativas dos pontos M<sub>1</sub> a M<sub>5</sub>.

Tabela 1 – Lista geral dos táxons registrados nas amostras qualitativas dos pontos M<sub>1</sub> a M<sub>5</sub>.

<b>Táxons</b>	
<b>Cyanophyceae</b>	<i>Nitzschia</i> sp
<i>Calothrix</i> sp	Penales NI
<i>Chroococcus</i> sp	<i>Pinnularia</i> sp
Cianoficea NI	<i>Surirela</i> sp
<i>Hapalosiphon</i> sp	<i>Thalassiosira</i> sp
<i>Limnothrix</i> sp	<b>Chlorophyceae</b>
<i>Merismopedia tenuissima</i>	<i>Ankistrodesmus gracile</i>
<i>Oscillatoria princeps</i>	<i>Chamydomonas</i> sp
<i>Oscillatoria</i> sp1	Cloroficea NI
<i>Oscillatoria</i> sp2	<i>Coelastrum microporum</i>
<i>Oscillatoria</i> sp3	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>
<i>Phormidium</i> sp1	<i>Coelastrum reticulatum</i>
<i>Phormidium</i> sp2	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>
<i>Phormidium</i> sp3	<i>Eutetramorus fottii</i>
<i>Planktolyngbya</i> sp	<i>Monoraphidium irregulare</i>
<i>Planktothrix</i> sp	<i>Mougeotia</i> sp
<i>Pseudanabaena</i> cf. <i>catenata</i>	<i>Pediastrum duplex</i>
<i>Pseudanabaena</i> sp1	<i>Pediastrum simplex</i>
<i>Pseudanabaena</i> sp2	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
<b>Bacillariophyceae</b>	<i>Scenedesmus opoliensis</i>
<i>Aulacoseira ambigua</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	<i>Spaherocystis</i> sp
<i>Aulacoseira</i> sp	Tetrasporales NI
<i>Cocconeis</i> sp	<i>Treubaria</i> sp
<i>Cyclotella</i> sp	<b>Chrysophyceae</b>
<i>Eunotia</i> sp	<i>Dinobryon sertularia</i>
<i>Fragillaria</i> sp	<i>Mallomonas</i> sp
<i>Gomphonema</i> sp	<i>Synura</i> sp
<i>Gyrosigma</i> sp	
<i>Navicula</i> sp	

<b>Táxons</b>	
<p><b>Euglenophyceae</b>  <i>Phacus</i> sp  <i>Trachelomonas armata</i>  <i>Trachelomonas hispida</i>  <i>Trachelomonas volvocina</i></p> <p><b>Dinophyceae</b>  <i>Peridinium</i> sp</p>	<p><b>Conjugatophyceae</b>  <i>Actinotaenium globosum</i>  <i>Closterium</i> sp  <i>Cosmarium</i> sp1  <i>Staurastrum rotula</i>  <i>Staurodesmus</i> sp  <i>Cosmarium</i> sp2</p> <p><b>Cryptophyceae</b>  <i>Cryptomonas</i> sp  Xantoficea NI</p>

Na Tabela 2 apresenta-se a lista geral dos táxons registrados nas amostras qualitativas dos pontos J<sub>1</sub> a J<sub>5</sub>.

Tabela 2 - Lista geral dos táxons registrados amostras qualitativas dos pontos J<sub>1</sub> a J<sub>5</sub>.

<b>Táxons</b>	
<p><b>Cyanophyceae</b>  <i>Calothrix</i> sp  <i>Chroococcus</i> sp  Cianoficea NI  <i>Hapalosiphon</i> sp  <i>Limnothrix</i> sp  <i>Merismopedia tenuissima</i>  <i>Oscillatoria</i> sp1  <i>Oscillatoria</i> sp2  <i>Oscillatoria</i> sp3  <i>Phormidium</i> sp1  <i>Phormidium</i> sp2  <i>Planktolyngbya</i> sp  <i>Pseudanabaena</i> sp1  <i>Pseudanabaena</i> sp2</p> <p><b>Bacillariophyceae</b>  Penales NI  <i>Aulacoseira ambigua</i>  <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>  <i>Cocconeis</i> sp  <i>Cyclotella</i> sp  <i>Eunotia</i> sp  <i>Fragillaria</i> sp  <i>Gomphonema</i> sp</p>	<p><i>Gyrosigma</i> sp  <i>Navicula</i> sp  <i>Nitzschia</i> sp  <i>Pinnularia</i> sp  <i>Surirela</i> sp</p> <p><b>Chlorophyceae</b>  <i>Ankistrodesmus gracile</i>  <i>Chamydomonas</i> sp  <i>Coelastrum microporum</i>  <i>Coelastrum reticulatum</i>  <i>Eutetramorus fottii</i>  <i>Monoraphidium irregulare</i>  <i>Monoraphidium irregulares</i>  <i>Mougeotia</i> sp  <i>Pediastrum duplex</i>  <i>Pediastrum simplex</i>  <i>Scenedesmus acuminatus</i>  <i>Scenedesmus opoliensis</i>  <i>Scenedesmus Quadricauda</i>  <i>Spaherocystis</i> sp  Tetrasporales NI</p> <p><b>Chrysophyceae</b>  <i>Dinobryon sertularia</i>  <i>Mallomonas</i> sp</p>

<b>Táxons</b>	
<b>Euglenophyceae</b>	<b>Conjugatophyceae</b>
<i>Phacus sp</i>	<i>Actinotaenium globosum</i>
<i>Trachelomonas armata</i>	<i>Closterium sp</i>
<i>Trachelomonas hispida</i>	<i>Cosmarium sp</i>
<i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Staurastrum rotula</i>
<b>Dinophyceae</b>	<i>Staurodesmus sp</i>
<i>Peridinium sp</i>	<b>Cryptophyceae</b>
	<i>Cryptomonas sp</i>
	<i>Xantoficea NI</i>

Na Tabela 3 é apresentada a lista dos táxons registrados no estudo qualitativo das populações, nos cinco pontos de coleta, localizados à montante do sítio previsto para a construção da barragem (M<sub>1</sub> a M<sub>5</sub>); na Tabela 4 encontra-se a lista dos táxons registrados nos cinco pontos de coleta (J<sub>1</sub> a J<sub>5</sub>), localizados à jusante do ponto M<sub>1</sub>.

Tabela 3 - Lista dos táxons registrados no estudo qualitativo das populações, nos cinco pontos de coleta, localizados à montante da futura barragem (M<sub>1</sub> a M<sub>5</sub>).

<b>M1</b>	
<b>Cyanophyceae</b>	<i>Pseudanabaena sp1</i>
<i>Oscillatoria sp2</i>	<b>Bacillariophyceae</b>
<b>Bacillariophyceae</b>	Penales NI
Penales NI	<i>Cocconeis sp</i>
<i>Cocconeis sp</i>	<i>Cyclotella sp</i>
<i>Eunotia sp</i>	<i>Eunotia sp</i>
<i>Gomphonema sp</i>	<i>Fragillaria sp</i>
<i>Navicula sp</i>	<i>Gomphonema sp</i>
<i>Surirela sp</i>	<i>Gyrosigma sp</i>
<i>Thalassiosira sp</i>	<i>Navicula sp</i>
<b>Chlorophyceae</b>	<i>Nitzschia sp</i>
<i>Chlamydomonas sp</i>	<i>Pinnularia sp</i>
<i>Mougeotia sp</i>	<i>Surirela sp</i>
<i>Treubaria sp</i>	<b>Chlorophyceae</b>
<b>M2</b>	<i>Chlamydomonas sp</i>
<b>Cyanophyceae</b>	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>
<i>Calothrix sp</i>	<i>Eutetramorus fottii</i>
<i>Limnothrix sp</i>	<i>Mougeotia sp</i>
<i>Oscillatoria sp2</i>	<i>Sphaerocystis sp</i>
<i>Chroococcus sp</i>	<b>Euglenophyceae</b>
<i>Phormidium sp2</i>	<i>Euglena sp</i>
<i>Oscillatoria princeps</i>	<i>Phacus sp</i>
	<i>Trachelomonas hispida</i>

Continuação Tabela 3

<i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Navicula</i> sp
<b>Conjugatophyceae</b>	<i>Pinnularia</i> sp
<i>Closterium</i> sp	<i>Surirela</i> sp
<i>Cosmarium</i> sp1	<b>Chlorophyceae</b>
<i>Cosmarium</i> sp2	<i>Chlamydomonas</i> sp
<b>Chrysophyceae</b>	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>
<i>Mallomonas</i> sp	<i>Mougeotia</i> sp
<hr/>	<i>Pediastrum duplex</i>
<b>M3</b>	<i>Scenedesmus opoliensis</i>
<hr/>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<b>Cyanophyceae</b>	<b>Euglenophyceae</b>
<i>Phormidium</i> sp2	<i>Trachelomonas hispida</i>
<i>Pseudanabaena</i> cf. <i>catenata</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Pseudanabaena</i> sp1	<b>Conjugatophyceae</b>
<b>Bacillariophyceae</b>	<i>Closterium</i> sp
Penales NI	<b>Chrysophyceae</b>
<i>Cocconeis</i> sp	<i>Mallomonas</i> sp
<i>Cyclotella</i> sp	<b>Dinophyceae</b>
<i>Eunotia</i> sp	<i>Peridinium</i> sp
<i>Fragillaria</i> sp	<b>Xantoficea NI</b>
<i>Gyrosigma</i> sp	<hr/>
<i>Navicula</i> sp	<b>M5</b>
<i>Pinnularia</i> sp	<hr/>
<i>Surirela</i> sp	<b>Cyanophyceae</b>
<b>Chlorophyceae</b>	<i>Oscillatoria princeps</i>
<i>Mougeotia</i> sp	<i>Oscillatoria</i> sp3
<b>Euglenophyceae</b>	<i>Phormidium</i> sp2
<i>Trachelomonas hispida</i>	<i>Phormidium</i> sp3
<i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Pseudanabaena</i> sp1
<b>Chrysophyceae</b>	<b>Bacillariophyceae</b>
<i>Mallomonas</i> sp	Penales NI
<b>Xantoficea NI</b>	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>
<hr/>	<i>Cocconeis</i> sp
<b>M4</b>	<i>Eunotia</i> sp
<hr/>	<i>Fragillaria</i> sp
<b>Cyanophyceae</b>	<i>Gyrosigma</i> sp
<i>Calothrix</i> sp	<i>Navicula</i> sp
<i>Oscillatoria</i> sp2	<i>Pinnularia</i> sp
<i>Oscillatoria</i> sp3	<i>Surirela</i> sp
<i>Phormidium</i> sp3	<b>Chlorophyceae</b>
<i>Planktothrix</i> sp	<i>Chlamydomonas</i> sp
<i>Pseudanabaena</i> sp1	<i>Mougeotia</i> sp
<b>Bacillariophyceae</b>	<i>Scenedesmus opoliensis</i>
Penales NI	<b>Euglenophyceae</b>
<i>Aulacoseira</i> sp	<i>Trachelomonas</i> sp
<i>Cocconeis</i> sp	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Eunotia</i> sp	<b>Chrysophyceae</b>
<i>Fragillaria</i> sp	<i>Mallomonas</i> sp
<i>Gomphonema</i> sp	<b>Xantoficea NI</b>
<i>Gyrosigma</i> sp	<hr/>

Tabela 4 - Lista dos táxons registrados nos cinco pontos de coleta, localizados à jusante da futura barragem (J<sub>1</sub> a J<sub>5</sub>).

<b>J1</b>	
<p><b>Cyanophyceae</b>  <i>Oscillatoria</i> sp1  <i>Phormidium</i> sp1  <i>Phormidium</i> sp2  <i>Pseudanabaena</i> sp1</p> <p><b>Bacillariophyceae</b>            Penales NI  <i>Cocconeis</i> sp  <i>Cyclotella</i> sp  <i>Eunotia</i> sp  <i>Fragillaria</i> sp  <i>Gomphonema</i> sp  <i>Gyrosigma</i> sp  <i>Navicula</i> sp  <i>Nitzschia</i> sp</p> <p><b>Chlorophyceae</b>  <i>Chamydomonas</i> sp  <i>Mougeotia</i> sp            Tetrasporales NI</p> <p><b>Chrysophyceae</b>  <i>Dinobryon sertularia</i>  <i>Mallomonas</i> sp</p> <p><b>Euglenophyceae</b>  <i>Trachelomonas volvocina</i></p> <p><b>Dinophyceae</b>  <i>Peridinium</i> sp</p> <p><b>Conjugatophyceae</b>  <i>Staurodesmus</i> sp</p>	<p><i>Pinnularia</i> sp  <i>Surirela</i> sp</p> <p><b>Chlorophyceae</b>  <i>Mougeotia</i> sp</p> <p><b>Euglenophyceae</b>  <i>Phacus</i> sp  <i>Trachelomonas hispida</i>  <i>Trachelomonas volvocina</i></p> <p><b>Dinophyceae</b>  <i>Peridinium</i> sp</p> <p><b>Conjugatophyceae</b>  <i>Cosmarium</i> sp  <i>Staurostrum rotula</i></p>
<b>J2</b>	
<p><b>Cyanophyceae</b>            Cianoficea NI  <i>Calothrix</i> sp  <i>Hapalosiphon</i> sp  <i>Limnothrix</i> sp  <i>Oscillatoria</i> sp2  <i>Oscillatoria</i> sp3  <i>Phormidium</i> sp1  <i>Phormidium</i> sp2  <i>Pseudanabaena</i> sp1</p> <p><b>Bacillariophyceae</b>            Penales NI  <i>Cocconeis</i> sp  <i>Fragillaria</i> sp  <i>Gyrosigma</i> sp  <i>Navicula</i> sp</p>	<p style="text-align: center;"><b>J3</b></p> <p><b>Cyanophyceae</b>  <i>Chroococcus</i> sp  <i>Oscillatoria</i> sp2  <i>Phormidium</i> sp2  <i>Planktolyngbya</i> sp  <i>Pseudanabaena</i> sp1</p> <p><b>Bacillariophyceae</b>            Penales NI  <i>Cocconeis</i> sp  <i>Eunotia</i> sp  <i>Fragillaria</i> sp  <i>Gomphonema</i> sp  <i>Gyrosigma</i> sp  <i>Navicula</i> sp  <i>Surirela</i> sp</p> <p><b>Chlorophyceae</b>  <i>Ankistrodesmus gracile</i>  <i>Chlamydomonas</i> sp  <i>Eutetramorus fottii</i>  <i>Monoraphidium irregulares</i>  <i>Mougeotia</i> sp  <i>Spaherocystis</i> sp  <i>Scenedesmus opoliensis</i></p> <p><b>Euglenophyceae</b>  <i>Trachelomonas armata</i>  <i>Trachelomonas volvocina</i></p> <p><b>Dinophyceae</b>  <i>Peridinium</i> sp</p> <p><b>Conjugatophyceae</b>  <i>Actinotaenium globosum</i></p> <p><b>Chrysophyceae</b></p>

Continuação Tabela 4

<i>Mallomonas</i> sp	<b>J5</b>
<b>J4</b>	<b>Cyanophyceae</b>
<b>Cyanophyceae</b>	<i>Calothrix</i> sp
Cianoficea NI	<i>Limnothrix</i> sp
<i>Calothrix</i> sp	<i>Merismopedia tenuissima</i>
<i>Oscillatoria</i> sp2	<i>Phormidium</i> sp2
<i>Phormidium</i> sp2	<i>Pseudanabaena</i> sp2
<i>Planktolyngbya</i> sp	<b>Bacillariophyceae</b>
<b>Bacillariophyceae</b>	Penales NI
Penales NI	<i>Aulacoseira ambigua</i>
<i>Cocconeis</i> sp	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>
<i>Cyclotella</i> sp	<i>Cyclotella</i> sp
<i>Eunotia</i> sp	<i>Eunotia</i> sp
<i>Fragillaria</i> sp	<i>Fragillaria</i> sp
<i>Gomphonema</i> sp	<i>Gomphonema</i> sp
<i>Gyrosigma</i> sp	<i>Gyrosigma</i> sp
<i>Navicula</i> sp	<i>Navicula</i> sp
<i>Surirela</i> sp	<i>Pinnularia</i> sp
<b>Chlorophyceae</b>	<i>Surirela</i> sp
Cloroficea NI	<b>Chlorophyceae</b>
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Chlamydomonas</i> sp
<i>Monoraphidium irregulare</i>	<i>Coelastrum reticulatum</i>
<i>Mougeotia</i> sp	<i>Eutetramorus fottii</i>
<i>Pediastrum simplex</i>	<i>Mougeotia</i> sp
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	<i>Pediastrum duplex</i>
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	<i>Pediastrum simplex</i>
<b>Euglenophyceae</b>	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
<i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Scenedesmus opoliensis</i>
<b>Conjugatophyceae</b>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Closterium</i> sp	<b>Euglenophyceae</b>
<i>Staurastrum rotula</i>	<i>Trachelomonas hispida</i>
<b>Chrysophyceae</b>	<b>Conjugatophyceae</b>
<i>Mallomonas</i> sp	<i>Closterium</i> sp
<i>Synura</i> sp	<b>Chrysophyceae</b>
<b>Cryptophyceae</b>	<i>Mallomonas</i> sp
<i>Cryptomonas</i> sp	<b>Dinophyceae</b>
	<i>Peridinium</i> sp

O número de táxons registrados na análise quantitativa das populações totalizou 42 táxons. Estes táxons estiveram distribuídos em 8 classes: Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Conjugatophyceae, e fitoflagelados não identificados (Tabela 5).



Tabela 5 - Lista geral dos táxons registrados no estudo quantitativo das populações.

<b>Táxons</b>	
<b>Cyanophyceae</b>	<i>Coelastrum microporum</i>
<i>Aphanothece</i> sp	<i>Crucigenia tetrapedia</i>
<i>Chroococcus minmus</i>	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>
<i>Limnothrix</i> sp	<i>Kirchneriella gracilima</i> var. <i>elongata</i>
<i>Phormidium</i> sp1	<i>Monoraphidium circinale</i>
<i>Merismopedia tenuissima</i>	<i>Monoraphidium griffithii</i>
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Monoraphidium irregulare</i>
<i>Pseudanabaena</i> sp1	<i>Monoraphidium nanum</i>
<i>Raphidiopsis</i> sp	<i>Mougeotia</i> sp
<b>Bacillariophyceae</b>	<i>Scenedemus opoliensis</i>
Penales NI	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
<i>Aulacoseira</i> sp	<b>Dinophyceae</b>
<i>Cocconeis</i> sp	<i>Peridinium</i> sp
<i>Cyclotella</i> sp	<b>Cryptophyceae</b>
<i>Eunotia</i> sp	<i>Cryptomonas</i> sp
<i>Fragilaria</i> sp	<b>Fitoflagelados NI</b>
<i>Frustulia</i> sp	<b>Euglenophyceae</b>
<i>Gomphonema</i> sp	<i>Euglena</i> sp
<i>Gyrosigma</i> sp	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Navicula</i> sp	<b>Chrysophyceae</b>
<i>Nitzschia</i> sp	<i>Dinobryon bavaricum</i>
<i>Pinnularia</i> sp	<i>Dinobryon sertularia</i>
<i>Surirela</i> sp	<i>Mallomonas</i> sp
<b>Chlorophyceae</b>	<b>Conjugatophyceae</b>
<i>Actinastrum</i> sp	<i>Closterium</i> sp
<i>Chlamydomonas</i> sp	

Nas Tabelas 6 e 7 apresentam-se as densidades totais das classes fitoplanctônicas nos pontos de coleta localizados à montante e à jusante da futura barragem, respectivamente.

Tabela 6 - Densidade (ind ml<sup>-1</sup>) das classes fitoplanctônicas presentes no estudo quantitativo das populações: pontos localizados à montante da barragem (M1 a M5).

<b>Quantitativa</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
<b>Classes</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>
Bacillariophyceae	188	1486	180	1221	1221
Cyanophyceae	516	53	9	159	902
Chlorophyceae	69	584	9	212	849
Euglenophyceae	10	159	-	-	-
Conjugatophyceae	-	106	-	-	-
Dinophyceae	-	265	-	53	-
<b>Densidade Total</b>	<b>783</b>	<b>2653</b>	<b>198</b>	<b>1645</b>	<b>2972</b>

Tabela 7 - Densidade (ind ml<sup>-1</sup>) das classes fitoplanctônicas presentes no estudo quantitativo das populações: pontos localizados à jusante da barragem (J1 a J5).

<b>Quantitativa</b>	<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>J3</b>	<b>J4</b>	<b>J5</b>
<b>Classes</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>	<b>D (ind ml<sup>-1</sup>)</b>
Bacillariophyceae	291	56	1973	1083	5372
Cyanophyceae	694	28	-	-	246
Chlorophyceae	97	-	1466	2346	1476
Cryptophyceae	56	111	-	-	-
Euglenophyceae	28	28	113	-	-
Conjugatophyceae	-	-	113	120	164
<b>Densidade Total</b>	<b>1166</b>	<b>223</b>	<b>3665</b>	<b>3549</b>	<b>7258</b>

Em relação à análise qualitativa das amostras de zooplâncton, observou-se a completa ausência de Cladocera (Tabela 8), os quais já apresentavam baixas densidades populacionais na coleta anterior (< 21 org m<sup>3</sup>). A maior riqueza foi observada para o grupo dos Rotifera com quatro táxons. Comparando as estações de amostragens, nesta coleta as estações a montante (M1 a M5) foram as que tiveram maior riqueza de táxons.

Tabela 8 - Organismos zooplanctônicos encontrados nas amostras qualitativas. As siglas na frente dos táxons representam as estações onde foram coletados.

Phylum: Protozoa

Classe: Ciliophora

Ordem: Peritrichia

Família: Epistylidae

*Epistylis* spp. – **M1**

Phylum Rotifera

Classe: Bdelloidea (não identificado) – **M2, M3, M4**

Classe: Monogononta

Ordem Ploimida

Família: Brachionidae

*Plationus* spp – **M2, M4, J1, J2**

Família: Euchlanidae

*Euchlanis* spp – **M2, M3**

Família Lecanidae

*Lecane* spp – **M4, M5**

Phylum Arthropoda

Classe: Branchiata

Subclasse: Copepoda

Ordem: Cyclopoida – **M3, M4, M5**

Ordem Harpacticoida – **M3, J2**

As Figuras de 1 e 2 apresentam as densidades de Copepoda e Rotifera, respectivamente. Bdelloidea e *Pletionus*, entre os Rotifera, e Cyclopoida (Copepoda) foram os táxons que tiveram maiores densidades totais, somando cada um 20 org m<sup>3</sup>.

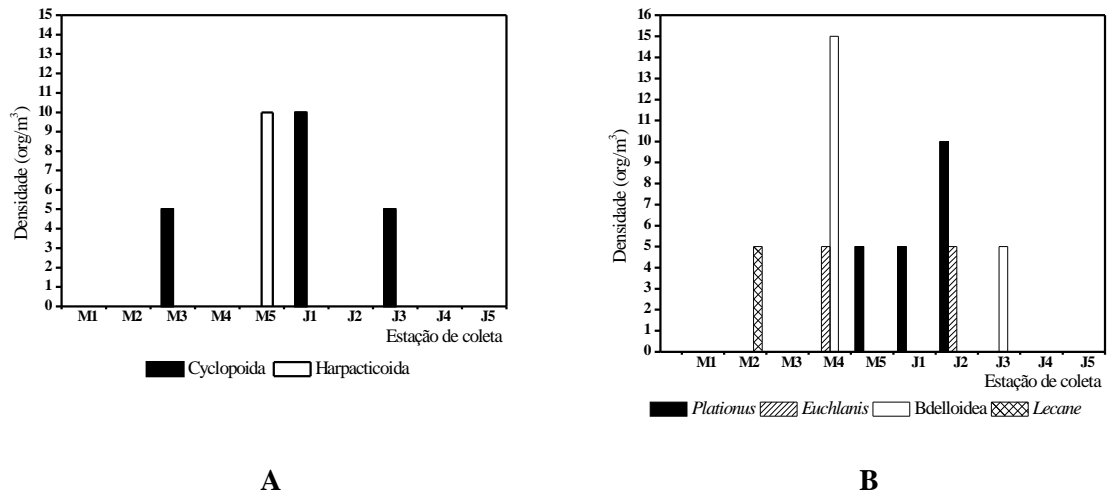


Figura 1 - Densidade de: (A) Copepoda e (B) dos principais representantes do Filo Rotifera.

#### 4.2. Águas Superficiais, sedimentos e peixes

Tabela 9 - Valores médios de variáveis limnológicas (pH, condutividade elétrica (CE), turbidez, oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água e do ar) determinadas diretamente nas estações de coleta (M1 a M7 e J1 a J5); dias 5 e 6 de março de 2005.

Variável	Unidade	CONAMA 20/86*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	J1	J2	J3	J4	J5
<b>pH</b>	-	6,0-9,0	8,12	7,75	8,03	8,03	7,63	7,79	7,83	7,76	7,96	7,84	7,67
<b>CE</b>	mS cm <sup>-1</sup>	np	0,120	0,059	0,148	0,131	0,116	0,132	0,071	0,119	0,118	0,098	0,084
<b>Turbidez</b>	NTU	100,00	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,20	2,60	0,00	0,00	0,00
<b>OD</b>	mg L <sup>-1</sup>	≥ 5,00	7,87	8,72	8,70	8,96	8,48	8,41	8,23	9,01	8,86	8,34	8,32
<b>Temperatura</b>	°C	np	23,90	22,67	19,83	20,97	22,00	19,34	22,00	20,50	25,30	24,50	24,20
<b>Temperatura ar</b>	°C	np	25,90	24,10	21,00	22,90	20,50	21,20	22,00	21,10	26,50	25,60	24,10

(\*) Referência adotada da Resolução CONAMA 20/86 para águas de Classe 2 (em negrito encontram-se os valores que não atenderam aos limites estabelecidos).

(np) Valores não previstos na Resolução CONAMA 20/86.

Tabela 10 - Valores das concentrações médias de fósforo (particulado, dissolvido e total) e nitrogênio (nitrato, nitrito, amônio e nitrogênio orgânico total) das amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.

Variável	Unidade	CONAMA 20/86*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	J1	J2	J3	J4	J5
<b>N-NO<sub>3</sub></b>	mg L <sup>-1</sup>	10,0	1,2	0,2	2,4	1,7	1,0	-	0,3	2,3	1,2	1,2	1,6
<b>N- NO<sub>2</sub></b>	mg L <sup>-1</sup>	1,0	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	-	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002
<b>N-NH<sub>4</sub></b>	mg L <sup>-1</sup>	0,2	0,0003	0,0005	0,0005	0,0008	0,0008	-	0,0006	0,0004	0,0007	0,0011	0,0007
<b>N-org</b>	mg L <sup>-1</sup>	np	0,633	0,667	0,717	0,783	0,767	-	0,817	0,633	0,600	0,650	0,617
<b>P-total</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,025	0,018	0,016	0,000	0,019	0,008	-	0,010	0,024	0,021	0,010	0,014
<b>P-dissolvido</b>	mg L <sup>-1</sup>	np	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	-	0,000	0,015	0,008	0,000	0,000
<b>P-particulado</b>	mg L <sup>-1</sup>	np	0,018	0,007	0,000	0,019	0,008	-	0,010	0,009	0,014	0,010	0,014

(\*) Referência adotada da Resolução CONAMA 20/86 para águas de Classe 2 (em negrito encontram-se os valores que excederam aos limites estabelecidos).

(np) Valores não previstos na Resolução CONAMA 20/86.

Tabela 11 - Valores das concentrações de DQO, DBO, cor e sólidos (totais, sólidos não filtráveis e dissolvidos totais) das amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.

Variável	Unidade	CONAMA 20/86*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	J1	J2	J3	J4	J5
<b>DQO</b>	mg L <sup>-1</sup>	-	61	58	16	28	32	-	46	34	49	29	32
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg L <sup>-1</sup>	≤ 5,00	1,86	-	-	-	-	-	2,54	2,55	2,49	-	-
<b>Cor</b>	mg Pt L <sup>-1</sup>	75	60	56	24	38	43	-	57	46	<b>85</b>	51	59
<b>ST</b>	g L <sup>-1</sup>	np	0,1084	0,077	0,1124	3,3308	0,1224	-	1,7946	0,1444	0,1464	0,0896	0,193
<b>SNF</b>	g L <sup>-1</sup>	np	0,0136	0,0046	0,0088	0,0126	0,0096	-	0,0064	0,0114	0,018	0,01	0,0188
<b>SDT</b>	g L <sup>-1</sup>	0,5	0,0948	0,0724	0,1036	<b>3,3182</b>	0,1128	-	<b>1,7882</b>	0,133	0,1284	0,0796	0,1742

(\*) Referência adotada da Resolução CONAMA 20/86 para águas de Classe 2 (em negrito encontram-se os valores que excederam aos limites estabelecidos).

(np) Valores não previstos na Resolução CONAMA 20/86.

Tabela 12 - Valores das concentrações de carbono total (CT), inorgânico (CI) e orgânico (CO) e colimetria (coliformes totais e fecais) nas amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.

Variável	Unidade	CONAMA 20/86*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	J1	J2	J3	J4	J5
CT	mg L <sup>-1</sup>	np	19,19	10,56	21,03	18,76	17,68	-	10,81	16,71	18,40	14,17	11,16
CI	mg L <sup>-1</sup>	np	16,93	8,08	20,34	18,76	16,50	-	10,06	16,54	16,58	13,34	11,16
CO	mg L <sup>-1</sup>	np	2,26	2,47	0,69	0,00	1,18	-	0,75	0,17	1,82	0,84	0,00
<b>Coliformes totais</b>	NMP 100ml <sup>-1</sup>	5000	1700	-	-	-	-	-	<b>5000</b>	<b>7000</b>	<b>5000</b>	-	-
<b>Coliformes fecais</b>	NMP 100ml <sup>-1</sup>	1000	800	-	-	-	-	-	500	<b>1700</b>	<b>1700</b>	-	-

(\*) Referência adotada da Resolução CONAMA 20/86 para águas de Classe 2 (em negrito encontram-se os valores que excederam aos limites estabelecidos).

(np) Valores não previstos na Resolução CONAMA 20/86.

Tabela 13 - Valores das concentrações de chumbo (Pb), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As), mercúrio (Hg), ferro (Fe) e manganês (Mn) das amostras de água; dias 5 e 6 de março de 2005.

Variável	Unidade	CONAMA 20/86*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	J1	J2	J3	J4	J5
<b>Zn</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,18	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<b>Pb</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
<b>Fe</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,3	<b>1,70</b>	<b>0,60</b>	0,28	<b>0,80</b>	<b>0,84</b>	<b>0,37</b>	<b>0,50</b>	<b>0,72</b>	<b>0,90</b>	<b>0,61</b>	<b>1,07</b>
<b>Mn</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,1	0,10	0,00	0,05	0,10	0,05	0,04	0,02	0,07	0,06	0,05	0,06
<b>Cu</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,02	0,01	0,01	0,01	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	0,02	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>
<b>As</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Hg</b>	mg L <sup>-1</sup>	0,0002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

(\*) A referência utilizada na Resolução CONAMA nº 20 de 1986 refere-se a rios de Classe 2 (em negrito encontram-se os valores que ultrapassam a Resolução CONAMA 20/86).  
(nd) Valores inferiores ao limite de detecção do método.



Tabela 14 - Valores das concentrações de chumbo (Pb), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As) e matéria orgânica (MO) e inorgânica (MI) das amostras de sedimento; dias 5 e 6 de março de 2005.

Variável	Unidade	CETESB* CCME**	M1	M2	M3	M4	M5	M6	J1	J2	J3	J4	J5
<b>Pb</b>	mg kg <sup>-1</sup>	17,0*	<b>30,5</b>	0,0	<b>530,0</b>	<b>24,5</b>	0,0	<b>5130,0</b>	5,5	<b>23,5</b>	9,0	<b>75,5</b>	<b>93,0</b>
<b>Cu</b>	mg kg <sup>-1</sup>	35,0*	<b>36,5</b>	7,5	<b>109,0</b>	<b>41,5</b>	25,0	<b>298,5</b>	6,5	11,5	10,5	34,0	<b>47,0</b>
<b>Zn</b>	mg kg <sup>-1</sup>	60,0*	44,5	11,0	<b>140,0</b>	<b>64,0</b>	26,5	<b>255,0</b>	7,5	21,0	12,0	<b>80,0</b>	<b>85,0</b>
<b>Sn</b>	mg kg <sup>-1</sup>	5,0**	<b>29,0</b>	<b>9,0</b>	<b>183,0</b>	<b>38,5</b>	<b>6,0</b>	<b>382,5</b>	4,0	<b>15,0</b>	<b>7,5</b>	<b>40,0</b>	<b>37,0</b>
<b>MI</b>	%	np	95,10	98,05	93,75	96,69	95,54	98,73	99,54	98,97	99,22	98,29	95,36
<b>MO</b>	%	np	4,90	1,95	6,25	3,31	4,46	1,27	0,46	1,03	0,78	1,71	4,64

(\*) “Valores orientados para solos no Estado de São Paulo” (CETESB); Diário Oficial do Estado, D.O. Empresarial, São Paulo, 26/10/2001, 111(203), p. 18.

(\*\*) Canada Council of Ministers of the Environment Interim Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites. Report CCME EPC-C534, Winnipeg, Manitoba, 1991.

(np) Valores não previstos pela CETESB.

Tabela 15 – Valores das concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de chumbo (Pb), cobre (Cu) e cádmio (Cd) das vísceras e músculos de peixes ( $n = 7$ ) coletados entre dias 5 e 6 de março de 2005.

Variável	Unidade	Brasil (1990)* Nauen (1993)**	1M/V	2M	2V	3M/V	4M	4V	5M	5V	6M	6V	7M/V
<b>Pb</b>	$\text{mg Kg}^{-1}$	2,0	1,25	<0,02	<b>29,00</b>	1,25	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
<b>Cd</b>	$\text{mg Kg}^{-1}$	0,1 <sup>(**)</sup>	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
<b>Cu</b>	$\text{mg Kg}^{-1}$	10,0 <sup>(**)</sup>	1,88	1,00	<b>24,75</b>	1,63	1,38	8,50	1,13	3,25	1,25	2,00	4,25

Nomenclaturas: (M) amostras de músculo, (V) amostras de vísceras e (MV) amostras de músculo e vísceras.

---

## 5. Referências Bibliográficas

Allen, S. E.; Grimshaw, H. M.; Parkinson, J. A.; Quarmby, G. Chemical analysis of ecological materials. Oxford: Blackwell, 1974. 565p.

APHA; AWWA; WPCF - American Public Health Association; American Water Works Association and Water Pollution Control Federation Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C., 1998. 1193p.

Belcher, H.; Swale, E. An illustrated guide to river phytoplankton. Cambridge: Institute of Terrestrial Ecology - Natural Environment Research Council, 1979. 64p.

Bourelly, P. Les algues d'eau douce - Initiation à la systématique: II Les algues jaunes et brunes Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Paris: Éditions N. Boubée & Cie, 1968. 438p.

Bourelly, P. Les algues d'eau douce - Initiation à la systématique: III Les algues bleus et rouges Euglénens, Peridiniens et Criptomonadines. Paris: Éditions N. Boubée & Cie, 1970. 512p.

Bourelly, P. Les algues d'eau douce - Initiation à la systématique: I Les algues vertes. Paris: Soc. Nouvelle des Éditions N. Boubée & Cie, 1990. 569p.

Branco, S. M.; Branco, W. C.; Lima, H. S.; Martins, M. T. Identificação e importância dos principais gêneros de algas de interesse sanitário para o tratamento de águas e esgotos. Revista D.A.E., 48:49-50, 1963.

Brasil. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos – DINAL. Portaria no 16 de 13 de março de 1990. D.O.U. 15/03/90, p. 5436. 1990.

CCME - Canada Council of Ministers of the Environment Interim Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites. Report CCME EPC-C534, Winnipeg, Manitoba, 1991.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental Guia para avaliação de laboratórios bacteriológicos de análises de água. S. Paulo, 1978.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental Guia de coleta e preservação de amostras de água. 1ª ed., São Paulo, 1988.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental Análises bacteriológicas da água. São Paulo, 1991.

CETESB - Valores orientados para solos no Estado de São Paulo; Diário Oficial do Estado, D.O. Empresarial, São Paulo, 26/10/2001, 111(203), p. 18.

CONAMA, 1986. RESOLUÇÃO CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Publicado no D.O.U. de 30/7/86.

Elmoor-Loureiro, L. M. A. Manual de identificação de Cladóceros Limnícolas do Brasil. Brasília: Universal/UCB, 1997. 155p.

Jahn, T. L.; Bovee, E. C.; Jahn, F. F. How to know the Protozoa. 2.ed. Dubuque: The Picture Key Nature Series Iowa, 1980. 279p.

James, A.; Erison, L. Biological indicators of water quality. New York: John Willey and Sons, 1979. 579p.

Koroleff, F. Determination of nutrients. Methods of seawater analysis. In: Grasshoff, K. (Ed.). New York: Verlag Chemie Weinheim, pp. 125-31, 1976.

Mackereth, F. J. H.; Heron, J.; Talling, J. F. Water chemistry: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association, Sci. Po. nº 36, 1978. 121p.

Nauen, C. E. Compilation of legal limits of hazardous substances in fish and fisheries products. FAO Fisheries Circular (747), 102p. 1983.

Nograd, T.; Pourriot, R.; Segers, H., Rotifera: Notommatidae and Scardidiidae. In: Dumont H. J.; Nograd, T. (eds.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Amsterdam: SPB Academic. Publ., 1995. 248p.

Pennak, R. W. Fresh-water invertebrates of the United States. New York: The Ronald Press, 1978. 769p.

Reid, J.W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia*, 9:17-144, 1985.

Smirnov, N. N. Cladocera: the Chydorinae and Sycinae (Chydoridae) of the world. In: Dumont, H. J. (ed.). *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. Amsterdam: SPB Academic, 1996. 197p.

Utermöhl, H. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, 9: 1-38, 1958.

Wetzel, R. G.; Likens, G. E. *Limnological analysis*. Philadelphia: Saunders, 1978. 357p.

**Carbono orgânico dissolvido.** Formados por compostos orgânicos, produtos da decomposição de plantas e animais, lixiviados de solo, etc. Possuem duas categorias: compostos húmicos e não húmicos (composição química definida).

**Colimetria.** É o exame das condições da água para ser consumida. O elemento determinante é a presença, ou não, de coliformes, principalmente os fecais que, não deve existir nas águas potáveis.

**Condutividade elétrica.** A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions e pela temperatura. As principais fontes dos sais naturalmente contidos nas águas correntes e de origem antropogênica são: descargas industriais de sais, consumo de sal em residências e no comércio, excreções de sais pelo homem e por animais. A condutância específica 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 específica da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. A determinação da condutividade pode ser feita através do método eletrométrico.

**Coliformes.** Inclui todos os bacilos aeróbicos ou anaeróbicos facultativos, gram negativos, não esporulados, que fermentam a lactose com produção de gás, dentro de 48 horas, a 35° C; pertencem a este grupo: *Escherichia coli*; *Enterobacter aerogenese*; *Enterobacter cloacae*; *Citrobacter freundii*; *Klebsiella pneumoniae*.

**Coliformes fecais.** Bactéria do grupo *coli* encontrada no intestino de homens e animais, comumente utilizada como indicador da contaminação por matéria orgânica de origem animal.

**DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio.** A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

**DQO - Demanda Química de Oxigênio.** É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, servindo os resultados de orientação para o teste da DBO. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

**Fitoplâncton.** Plâncton autotrófico. É o termo utilizado para se referir à comunidade vegetal, microscópica, que flutua livremente nas diversas camadas de água, estando sua distribuição vertical restrita ao interior da zona eutrófica, onde, graças à presença da energia luminosa, promove o processo fotossintético, responsável pela base da cadeia alimentar do meio aquático.

**Macrófitas aquáticas.** Definem-se tais organismos como plantas aquáticas fanerógamas e pertencentes ao grupo das plantas superiores vascularizadas. Contudo, segundo o Programa Internacional de Biologia (IBP) considerando a taxonomia destes vegetais, é usual incluírem-se entre as hidrófitas espécies de macroalgas, pteridófitas e briófitas. Estas plantas distinguem-se das terrestres por possuírem particularidades anatômicas, fisiológicas e ecológicas.

**Metais pesados.** Metais (*e.g.* cobre, zinco, cádmio, níquel e chumbo) que, se presentes na água ou no sedimento em elevadas concentrações, podem retardar ou inibir os processos biológicos ou se tornarem tóxicos aos organismos vivos.

**Monitoramento limnológico.** Consiste em determinar periodicamente as características limnológicas e sanitárias de um determinado curso de água, a fim de inferir sua qualidade frente aos distintos usos e identificar as causas de eventuais degradações. O exame físico determina as características físicas da água como a cor, turbidez, sabor, odor, temperatura, entre outros, enquanto que as características químicas são determinadas pela presença de substâncias químicas oriundas dos terrenos por onde ela passou ou recebeu de contribuição, como por exemplo o cálcio, ferro, magnésio, etc.

**Montante.** Ponto que se localiza em posição anterior a outro ponto situado no sentido da corrente fluvial. O contrário de **jusante**. Rio acima.

**Nutrientes.** As águas naturais, em geral, contêm nitratos em solução e, além disso, principalmente tratando-se de águas que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos, ou menos oxidados, tais como: compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos. Em geral, a presença destes denuncia a existência de poluição recente, uma vez que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, graças principalmente à presença de bactérias

nitrificantes. Por essa razão, constituem um importante índice da presença de despejos orgânicos recentes. Os compostos de fósforo são um dos mais importantes fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos e a sua economia, em uma massa d'água, é de importância fundamental no controle ecológico das algas. Despejos orgânicos, especialmente esgotos domésticos, bem como alguns tipos de despejos industriais, podem enriquecer as águas com esse elemento.

**OD - Oxigênio dissolvido.** As concentrações de oxigênio dissolvido têm papel determinante na capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção dos processos naturais de autodepuração em sistemas aquáticos e estações de tratamento de esgotos. Com a determinação do teor de oxigênio dissolvido, podem ser avaliados os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre as águas receptoras e sobre a eficiência do tratamento dos esgotos, durante o processo de oxidação bioquímica.

**pH.** É uma escala logarítmica que varia de 0 a 14 indicando se uma determinada substância é ácida ou alcalina. Soluções que apresentam valores de pH abaixo de 7,0 são ácidas e acima são alcalinas. O valor 7,0 corresponde a uma solução neutra. O aumento da acidez é inversamente proporcional ao valor do pH, isto é uma diminuição do valor pH significa um aumento da acidez, em forma logarítmica. O pH é determinado por método potenciométrico.

**Sedimento.** Termo genérico para qualquer material particulado depositado por agente natural de transporte, como vento ou água.

**Sólidos dissolvidos.** Quantidade total de substâncias dissolvidas em água e efluentes, incluindo matéria orgânica, minerais e outras substâncias inorgânicas; a água que contém níveis elevados de sólidos dissolvidos é imprópria para o uso industrial e considerada de qualidade inferior para consumo humano.

**Sólidos filtráveis.** (matéria sólida dissolvida) são aqueles que atravessam um filtro que possa reter sólidos de diâmetro maior ou igual a 1 micron.

**Sólidos totais.** Analiticamente, os sólidos totais são definidos como a matéria que permanece como resíduo depois da evaporação à temperatura compreendida entre 103°C e 105°C.

**Tributário.** Diz-se de um curso de água que vai desaguar noutro maior; afluente.

**Turbidez.** Medida da transparência de uma amostra ou corpo d'água, em termos da redução de penetração da luz, devido à presença de matéria em suspensão ou substâncias coloidais. Mede a



não propagação da luz na água. É o resultado da maior ou menor presença de substâncias coloidais na água.

**Zooplâncton.** Espécie de animal de plâncton em ambientes de água doce ou marinho; este não produz sua própria energia, mas se alimenta de fitoplâncton ou de plâncton animal menor. Apresenta pouca ou nenhuma capacidade natatória, sendo, por isso carregado pelas correntes de água.

São Carlos, 28 de abril de 2005.

Ilmo. Sr.

Biol. Sérgio Fernando Larizzatti  
Departamento de Geologia e Meio Ambiente  
Cia Brasileira de Alumínio

Prezado Senhor,

Estou encaminhando o laudo com os resultados da segunda campanha do monitoramento do Inventário Limnológico do EIA-Rima da UHE Tijuco Alto. Conforme o planejado, este monitoramento foi realizado em março de 2005 e incluiu coletas e análises de amostras de água, sedimento, plâncton e de peixes.

Sem mais para o momento, despeço-me.

Atenciosamente,

Irineu Bianchini Júnior