

Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**Insetos Bentônicos e sua Relação com a Qualidade da Água  
no Rio Mãe Luzia, Treviso, SC**

Renata Coelho Rodrigues

Criciúma  
2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Insetos Bentônicos e sua Relação com a Qualidade da Água  
no Rio Mãe Luzia, Treviso, SC**

Renata Coelho Rodrigues

Área de concentração:  
Ecologia e manejo de ambientes  
naturais ou impactados.

Orientador:  
Prof. Dr. Luiz Alexandre Campos

Criciúma  
2006

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

R696i Rodrigues, Renata Coelho.  
*Insetos bentônicos e sua relação com a qualidade da  
Água no Rio Mãe Luzia, Treviso, SC / Renata Coelho  
Rodrigues; orientador: Luiz Alexandre Campos.--  
Criciúma : Ed. do autor, 2006.  
116 f. : il. ; 30 cm.*

*Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo  
Sul Catarinense, Criciúma, 2006.*

*1. Ecologia dos rios. 2. Água – contaminação. 3.  
Insetos bentônicos. 4. Hidrobiologia I. Título.*

*CDD. 21ª ed. 577.6*

Bibliotecária Rosângela Westrupp – CRB 364/14ª -  
Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC





UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão  
Diretoria de Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Mestrado)

---

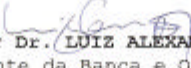
## PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Mestrado) reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO apresentada pela candidata **RENATA COELHO RODRIGUES**, sob o título: "**Insetos bentônicos e sua relação com a qualidade da água no Rio Mãe Luzia, Treviso, SC**", para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** do Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata, os membros são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Dissertação.

Criciúma, SC, 05 de maio de 2006.

  
Professor Dr. **MILTON DE SOUZA MENDONÇA JUNIOR**  
Primeiro Examinador

  
Professor Dr. **JAIRO JOSÉ ZOCHE**  
Segundo Examinador

  
Professor Dr. **LUIZ ALEXANDRE CAMPOS**  
Presidente da Banca e Orientador

“O meu pensamento está no futuro, pois  
é lá que passarei o resto de minha vida”.

Charles Kettering

Esta obra só tem mérito porque foi edificada sobre a pilastra de três seres magníficos: Eurilda, Nero e lali, meus grandes amores, sem cuja tolerância, apoio e firmeza, minha vida profissional seria uma enorme frustração. A vocês, singelamente,

Ofereço e Dedico

## AGRADECIMENTOS

Agradeço todos aqueles que, de alguma forma, ajudaram-me a realizar este trabalho.

Ao professor Dr. Luiz Alexandre Campos pela orientação – obrigada pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIECESC) pela bolsa de estudo concedida.

Aos amigos Lucas Monteiro, Lindomar e Tiago, pelo companheirismo durante o período de coletas.

Às amigas Lualis Fabíola Lemos e Rosabel Bertolin Daniel que estiveram sempre presentes durante esta caminhada e por quem eu tenho uma grande admiração.

Ao Instituto Educacional Madre Elisa Savoldi e ao Colégio Murialdo no qual leciono, pela compreensão e por terem tido paciência comigo nas horas precisas.

Aos colegas de laboratório pelos gestos de apoio e carinho que sempre demonstram.

A meus familiares, pelo companheirismo e compreensão, pelo carinho e respeito demonstrados diante dos períodos de ausência. Esse foi o suporte afetivo que proporcionou a tranqüilidade necessária para desenvolver este trabalho.

E, sobretudo, àqueles que me adotaram e me ensinaram a viver. Com seus corações repletos de amor tive uma educação esmerada. Serei eternamente grata.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação.

O meu sincero muito obrigada.

## RESUMO

O sul de Santa Catarina tem como importante atividade a extração e beneficiamento do carvão mineral. Os sistemas aquáticos próximos a esta atividade estão em sua maioria alterados devido aos efluentes da mineração, os quais caracterizam-se, especialmente, pelo baixo pH e alta concentração de íons metálicos, principalmente Fe<sup>++</sup>. O rio Mãe Luzia recebe efluentes da mineração ao longo de seu trajeto, desde parte de seu trecho superior, selecionado para o presente estudo. Insetos bentônicos são importantes componentes de sistemas lóticos, refletindo na sua diversidade, abundância e distribuição; o conhecimento dessa biodiversidade pode gerar subsídios para estudos envolvendo bioindicação e biomonitoramento. O presente trabalho teve como objetivo conhecer a diversidade dos insetos do rio Mãe Luzia e sua relação com características físicas e químicas da água em locais sob diferentes influências antrópicas. Foram realizadas amostragens quinzenais (set./2004 a ago./2005) em três pontos (P01, P02 e P03). O P01 mantém condições de potabilidade da água, o P02 recebe uma leve contribuição de efluentes de mineração e o P03 recebe uma severa contribuição. Os insetos foram coletados ao longo de 20 m em cada ponto amostral com uso de rede entomológica medindo 80x40x40 cm, malha de 1 mm, por meio de virada de pedras e revolvimento de substrato; em laboratório os exemplares foram identificados até o nível de família. Foram registrados vazão, pH, temperatura e condutividade da água *in situ*. Para a análise dos dados, cada coleta foi considerada como uma unidade amostral, totalizando 18 unidades amostrais por ponto. Calculou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (E); foram produzidas curvas de rarefação e de estimadores de riqueza. Os dados de diversidade foram comparados pelo teste ANOVA. Para investigar o agrupamento das unidades amostrais, foram realizadas as análises UPGMA, PCA e CCA. Foram coletados 14.025 indivíduos pertencentes a 35 famílias distribuídas em 9 ordens. Hydropsychidae (Trichoptera) apresentou maior abundância, seguida de Elmidae (Coleoptera) e Psephenidae (Coleoptera). Os maiores valores de riqueza e abundância foram encontrados no P01 e os menores no P03. Os maiores valores de diversidade e equitabilidade foram encontrados no P02 e os menores, no P03. A CCA indicou maior correlação entre o eixo principal da diversidade e a condutividade; o pH, a temperatura e a vazão apresentaram maior correlação com o eixo secundário. Em todas as análises o maior distanciamento foi observado entre as unidades do P03 e as unidades do P01 e P02. A redução da biodiversidade no P03 deve-se à elevada condutividade e ao baixo pH, resultante respectivamente da maior concentração de metais e da presença de óxidos de enxofre na água. A comunidade de insetos do rio Mãe Luzia é sensível às mudanças nas características da água, podendo ser um indicador apropriado para detectar alterações nos rios da região sul catarinense.

*Palavras-chave:* Ecologia de comunidades, Insetos bentônicos, Efluentes de mineração de carvão.

## ABSTRACT

The south of Santa Catarina has as important activity the extraction and improvement of the mineral coal. The close aquatic systems to this activity is in its majority altered due to the effluents of the mining, which they are characterized, especially, for the low pH and the discharge concentration of metallic ions, mainly Fe<sup>++</sup>. The river Mãe Luzia receives effluents of the mining along its itinerary, from part of its superior space, selected for the present study. Benthonic insects are important components of systems lotics, contemplating in its diversity, abundance and distribution; the knowledge of the biodiversity can generate subsidies for studies involving bioindication and biomonitoring. The present work had as objective knows the diversity of river Mãe Luzia's insects and the relationship with physical characteristics and chemistries of the water in places under different influences atrophic. Biweekly samplings were accomplished (September of 2004 to August of 2005) in three points (P01, P02 and P03). P01 maintains conditions of potable of the water, P02 receives a light contribution of mining effluents and P03 it receives a severe contribution. The insects were collected along 20 meters in each point sample with use of net entomological measuring 80x40x40 centimeters, it works out of 1 mm, through turning of stones and substratum revolving; in laboratory the copies were identified until the family level. The study recorded the flow, pH, temperature and conductivity of the water *in situ* were registered. For the analysis of the data, each collection was considered as a sample unit, totaling 18 units sample units for point. The index of diversity of Shannon-Wiener was calculated (H') and Equitability of Pielou (E); rarefaction curves were produced together with rich values. The diversity data were compared by the test ANOVA. To investigate the grouping of the sample units, the analyses were accomplished UPGMA, PCA and CCA. Were collected 14.025 individuals belonging to 35 families distributed in 9 orders. Hydropsychidae (Trichoptera) it presented larger abundance, followed by Elmidae (Coleoptera) and Psephenidae (Coleoptera). The largest wealth values and abundance were found in P01 and the smallest ones in P03. The largest diversity values and equitability were found in P02 and the smallest ones, in P03. CCA indicated larger correlation between the main axis of the diversity and the conductivity; the pH, the temperature and the flow presented larger correlation with the secondary axis. In all the analyses the largest estrangement was observed between the units of P03 and the units of P01 and P02. The reduction of the biodiversity in P03 is due to the high conductivity and the low pH, resultant respectively of the largest concentration of metals and of the presence of oxides of sulfur in the water. The community of insects of the river Mãe Luzia is sensitive to the changes in the characteristics of the water, it could be an appropriate indicator to detect alterations in the rivers of the south of Santa Catarina state.

*Key words:* Communities' ecology, benthonic insects, effluents of mining coal.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do Estado de Santa Catarina destacando o município de Treviso.....	15
Figura 2: Localização dos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC com indicação das áreas de depósitos de rejeitos.....	16
Figura 3. Aspecto geral do P01. Coordenadas junto à margem direita do rio: 28°27'39"S, 49°30'09"W.....	16
Figura 4: Aspecto geral do P02. Coordenadas junto à margem direita do rio: 28°28'15"S, 49°27'42"W.....	17
Figura 5: Aspecto geral do P03. Coordenadas junto à margem direita do rio: 28°28'23"S, 49°27'38"W.....	17
Figura 6. Ilustração da metodologia de coleta.....	18
Figura 7. Triagem do material coletado em campo.....	19
Figura 8. Variação da temperatura nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso.....	22
Figura 9. Variação do pH nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005.....	23
Figura 10. Valores de condutividade nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005.....	24
Figura 11. Valores de vazão nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.....	25
Figura 12. Valores de condutividade e vazão no P03 no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.....	25

Figura 13. Curva de importância de famílias representando a abundância relativa dos insetos amostrados no rio Mãe Luzia, setembro/04 a agosto/05.....	32
Figura 14. Média dos indivíduos coletados por estação do ano no rio Mãe Luzia, setembro/04 à agosto/05.....	33
Figura 15. Número de indivíduos coletados das famílias de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) e demais famílias (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Odonata, Lepidoptera e Megaloptera), durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso, SC.....	34
Figura 16. Índice de diversidade de Shannon-Winner e de Equitabilidade de Pielou (E), durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso, SC.....	37
Figura 17. Curvas de rarefação e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P01, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A – Todas as unidades amostrais; B – Removendo as unidades amostrais de maio e agosto.....	38
Figura 18. Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P01, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B – Jack 2, Chao 2 e ICE.....	39
Figura 19. Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P01, rio Mãe Luzia, Treviso/SC , removendo as unidades amostrais de maio e agosto. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B – Jack 2, Chao 2 e ICE.....	39
Figura 20. Curvas de rarefação e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P02, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A – Todas as unidades amostrais; B – Removendo as unidades amostrais de maio e agosto.....	39
Figura 21. Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P02, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - ACE,	



Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B – Jack 2, Chao 2 e ICE.....	40
Figura 22. Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P02, rio Mãe Luzia, Treviso/SC , removendo as unidades amostrais de maio e agosto. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B – Jack 2, Chao 2 e ICE.....	40
Figura 23. Curvas de rarefação e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P03, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A – Todas as unidades amostrais; B – Removendo as unidades amostrais de maio e agosto.....	40
Figura 24. Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P03, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B – Jack 2, Chao 2 e ICE.....	41
Figura 25. Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P03, rio Mãe Luzia, Treviso/SC , removendo as unidades amostrais de maio e agosto. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B – Jack 2, Chao 2 e ICE.....	41
Figura 26. Análise de agrupamento (UPGMA) das unidades amostrais durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.....	43
Figura 27. Análise de agrupamento (UPGMA) das unidades amostrais durante o período de setembro/04 a agosto/05, removendo as unidades de maio e agosto, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.....	44
Figura 28. Distribuição das unidades amostrais por meio da análise de componentes principais (PCA) para a fauna de insetos bentônicos coletados no período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC. 1, 2 e 3 referem-se, respectivamente, aos pontos amostrais P01, P02 e P03.....	46
Figura 29. Distribuição das unidades amostrais por meio da análise de componentes principais (PCA) para a fauna de insetos bentônicos coletados no período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC,	

removendo as unidades de maio e agosto. 1, 2 e 3 referem-se, respectivamente, aos pontos amostrais P01, P02 e P03..... 47

Figura 30. Análise de correspondência canônica entre as variáveis pH, condutividade, vazão e temperatura e a biota aquática dos pontos amostrais 1, 2 e 3, removendo todas as unidades amostrais com dados incompletos..... 49

Figura 31. Análise de correspondência canônica entre as variáveis pH, condutividade, vazão e temperatura e a biota aquática dos pontos amostrais 1, 2 e 3, removendo todas as unidades amostrais com dados incompletos e as unidades de agosto..... 50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros físicos-químicos e microbiológicos verificado nos pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.....	27
Tabela 2 – Padrão dos valores permitidos para águas doces, conforme resolução 20 do CONAMA de 1986.....	28
Tabela 3 - Organismos encontrados em três pontos amostrais no período de setembro de 2004 a agosto de 2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.....	31
Tabela 4 – Métricas e respostas esperadas para o aumento da perturbação em rios, adaptado de Eaton (2003).....	35
Tabela 5 - Métricas e valores obtidos dos táxons para os pontos amostrais P01, P02 e P03 durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso, SC.....	36

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\mu\text{S/cm}$	- Microsiemens por centímetro
ACE	- <i>Abundance-based Coverage Estimator</i>
ANA	- Agência Nacional de Águas
ANOVA	- Análise de variância
BOOTSTRAP	- Estimador de riqueza Bootstrap
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	- Carbonato duplo de cálcio e magnésio
$\text{CaSO}_4$	- Sulfato de cálcio
CCA	- Análise de Correspondência Canônica
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CHAO 1	- Estimador de riqueza Chao de 1ª ordem
CHAO 2	- Estimador de riqueza Chao de 2ª ordem
COLE	- Rarefação de Coleman
RAREFACTION	
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPT	- Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera
ha	- Hectare
ICE	- <i>Incidence-based Coverage Estimator</i>
JACK 1	- <i>Estimador de riqueza Jackknife de 1ª ordem</i>
JACK 2	- <i>Estimador de riqueza Jackknife de 2ª ordem</i>
L/s	- Litros por segundo
$\text{mg.L}^{-1}$	- Miligramas por litro
$\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$	- Concentração de carbonato de cálcio em miligramas por litro
$\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}$	- Concentração de cloreto em miligramas por litro
$\text{mS.cm}^{-1}$	- Milisiemens por centímetro
mV	- Milivolt
NTU	- <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
°C	- Graus Celsius
OD	- Oxigênio Dissolvido
P01	- Ponto amostral 1
P02	- Ponto amostral 2
P03	- Ponto amostral 3
PCA	- Análise de componentes principais
pH	- Potencial Hidrogeniônico
S	- Sul

Sobs	- Número observado de táxons
MAO TAU	- Rarefação de MAO TAU
s/d	- Sem Data
H'	- Shannon-Wiener
UFC/100 mL	- Unidades Formadoras de Colônias por 100 mililitros
UNESC	- Universidade do Extremo Sul Catarinense
UPGMA	- <i>Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean</i>
USITESC	- Usina Termelétrica Sul Catarinense
W	- Oeste

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
1.1	Insetos bentônicos .....	03
1.2	Bioindicação e biomonitoramento.....	05
1.2.1	Insetos bentônicos e bioindicação.....	07
1.2.2	Ecologia de E.P.T.....	09
1.2.2.1	Ordem Ephemeroptera.....	09
1.2.2.2	Ordem Plecoptera.....	09
1.2.2.3	Ordem Trichoptera.....	10
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	11
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
3.1	Localização e descrição da área de estudo.....	12
3.1.1	Bacia do rio Araranguá .....	12
3.1.2	Sub-bacia do Rio Mãe Luzia .....	12
3.1.3	Área de estudo.....	12
3.1.4	Aspectos geológicos e geomorfológicos.....	13
3.1.5	Clima .....	14
3.1.6	Vegetação .....	14
3.1.7	Pontos amostrais.....	14
3.2	Coleta, identificação e conservação dos insetos.....	18
3.3	Dados físicos e químicos.....	19
3.4	Análise da comunidade de insetos.....	20
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
4.1	Fatores físicos, químicos e microbiológicos.....	22
4.2	Insetos bentônicos.....	30
4.2.1	Riqueza e abundância.....	30
4.2.1.1	Riqueza e abundância de EPT.....	33
4.2.2	Índices ecológicos.....	36
4.2.3	Análises estatísticas.....	37
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	54
6	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	55
	<b>APÊNDICES</b> .....	68
	<b>ANEXOS</b> .....	83

## 1 INTRODUÇÃO

Os municípios do Extremo Sul de Santa Catarina pertencentes a bacia carbonífera tiveram seu desenvolvimento econômico devido principalmente à exploração do carvão mineral. Apesar de importante recurso energético, a extração, o beneficiamento e a utilização desse minério são atividades potencialmente poluidoras, o que pode representar elevado comprometimento ao meio ambiente (GAIVIZZO et al., 2000). A exploração desse recurso na região tem mais de 100 anos (ALEXANDRE, 1999) concentrando-se principalmente nos municípios de Criciúma, Siderópolis, Urussanga e Lauro Müller (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992). Nesses municípios existiam, até 1990, cerca de 2.100 ha de terras afetadas direta ou indiretamente pelas atividades de mineração (SANTA CATARINA, 1990). O estado de Santa Catarina possui aproximadamente 4.780 ha de áreas degradadas por rejeitos de beneficiamento e por estéreis de mineração de carvão a céu aberto, incluindo minas em atividade e paralisadas (JICA, 1997).

A mineração de carvão em Santa Catarina é praticada em subsolo ou a céu aberto, podendo causar impactos negativos na qualidade do solo e da água, pois modificam a estrutura do meio natural (ALEXANDRE, 1999; SANCHEZ; FORMOSO, 1990 apud CAMPOS, et al., 2003). Santos (1992) salienta que 90% da mineração de carvão concentra-se no subsolo, sendo que sérios danos aos recursos hídricos são provocados pela drenagem ácida das águas das minas, juntamente com as grandes quantidades de sólidos suspensos carregados das águas de lavagem. No processo de beneficiamento do carvão ocorre o desgaste final das águas de lavagem dos rios, de onde elas são captadas, sofrendo adição de cargas ácidas resultantes da dissolução e oxidação de pirita ( $\text{FeS}_2$ ), liberando sulfato de ferro e ácido sulfúrico (EARLE; CALLAGHAN, 1979; SANTA CATARINA, 1990; ZANARDI JÚNIOR; PORTO, 1991; SANTOS, 1992; ALEXANDRE, 1999; CASTRO-SILVA, 2003).

Earle e Callaghan (1979) afirmam que a drenagem das minas de carvão subterrâneas, das minas de superfície e das pilhas de rejeito de carvão são um problema industrial antigo e crônico da poluição nas regiões em que se extrai esse recurso mineral. Um dos efeitos da drenagem ácida é o aumento na solubilidade de metais pesados, que resulta na acumulação destes elementos tóxicos no ambiente. Em consequência estes locais tornam-se inóspitos e apenas aqueles microorganismos capazes de tolerar a acidez e a concentração elevada de metais

pesados podem sobreviver (CASTRO-SILVA, 2003). Conforme Alexandre (1999), as descargas ácidas oriundas das atividades de mineração comprometeram aproximadamente dois terços dos recursos hídricos da região da bacia carbonífera, atingindo as bacias dos rios Tubarão, Urussanga e Araranguá. O rio mãe Luzia, pertencente à última bacia, recebe diretamente o escoamento da lixívia ácida emitida por essa atividade mineradora. A descarga de substâncias e elementos tóxicos provenientes das operações de mineração que são desenvolvidas no Brasil afetam águas superficiais e subterrâneas (TUNDISI, 2005).

A maior parte das atividades carboníferas de Santa Catarina encontra-se localizada na sub-bacia do rio Mãe Luzia, a qual encontra-se comprometida praticamente em toda a sua extensão. Os sistemas lóticos recebem influência direta dos processos que ocorrem na área de drenagem da bacia onde estão localizados; portanto, devido às diferentes fontes de perturbações, os rios acabam sendo muito afetados (MELO, 2003). Durante as décadas de 70 e 80, produziu-se na sub-bacia do rio Mãe Luzia cerca de 70% do carvão mineral do país (ALEXANDRE, 2002); este rio, que abastecia a cidade de Criciúma e região, tem hoje suas águas consideradas impróprias para uso humano ou animal, sendo que não apresentam qualidade que permita seu uso mesmo na agricultura, e a captação que ali se fazia para o abastecimento dos municípios foi transferida para o rio São Bento (ALEXANDRE, 1999).

Mesmo após a cessação da atividade mineradora, os impactos de metais pesados e de estressores associados em sistemas aquáticos persistem freqüentemente por muito tempo (COURTNEY; CLEMENTS, 2002). Roca (2003, p. 120) afirma que *“um estresse é um processo ou evento que tem (ou pode potencialmente ter) impactos prejudiciais diretos – ecológicos ou fisiológicos – sobre espécies, comunidades naturais ou ecossistemas”*. Mohan (1994) apud Roca (2003) esclarece que uma fonte de estresse é a ação ou entidade que gera um estresse. A diferenciação entre estresse e fonte de estresse é importante já que as ações de conservação se dirigem às fontes de estresse, nesse contexto salienta-se a mineração de carvão (ROCA, 2003).



## 1.1 Insetos Bentônicos

Os estudos ecológicos acerca de comunidades de insetos bentônicos são de grande importância na classificação do estado trófico de corpos límnicos. Índices bióticos têm sido uma importante ferramenta em estudos de monitoramento de condições ecológicas, em geral considerando a composição taxonômica e dominância de alguns grupos tolerantes a poluição.

No Brasil, algumas iniciativas de reabilitação têm sido propostas para bacias hidrográficas que vêm sofrendo a influência do lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais, na maioria das vezes utilizando técnicas estatísticas multivariadas (LEUNG, 2000). Outros estudos levam em consideração não a diversidade de espécies em si, mas alterações observadas em determinados grupos, sejam elas comportamentais ou morfológicas (BISTHOVEN et al., 1998; HARDESEN, 2000). Além disso, devido às características biológicas próprias dos diferentes grupos de invertebrados límnicos, a correlação dos dados bióticos com os abióticos torna possível a distinção entre fontes poluidoras diversas (ADAMS, 2001). Ainda, organismos da fauna aquática possuem grande potencial como bioindicadores, apresentando desde espécies muito sensíveis até fortemente tolerantes à poluição (PLAFKIN et al., 1989 apud MELO, 2003).

Os insetos bentônicos são importantes no ambiente de água doce, demonstrado através de sua diversidade e abundância, ampla distribuição e sua habilidade para explorar a maioria dos tipos de habitats aquáticos. Merrit e Cummins (1996) argumentam que os mesmos são dependentes do ambiente terrestre, pois muitos insetos aquáticos passam as fases imaturas do ciclo de vida na água e a fase adulta em terra. Além disso, muitas espécies têm seu ciclo de vida adaptado para enfrentar variações no habitat aquático (WALLACE; ANDERSON, 1996). A fauna é dependente do ambiente terrestre circunvizinho como fonte de energia e de nutrientes, ou seja, na formulação da matéria orgânica dissolvida e particulada (ROUNICK; WINTERBOURN, 1982).

Conforme Kikuchi e Uieda (1998) a distribuição dos organismos aquáticos é consequência da interação entre o hábito, as condições físicas do habitat (fluxo, turbulência e velocidade da corrente, substrato, temperatura, oxigênio dissolvido), a presença de outros organismos e a disponibilidade alimentar. Para esses autores esses parâmetros apresentam-se como de maior significância ecológica e que exibem progressiva mudança nos seus valores ao longo do rio. Da mesma forma

Assis et al. (2004, p. 273) afirmam que *“a distribuição e os padrões de abundância de espécies que constituem uma comunidade de insetos aquáticos são determinados, junto com o substrato, por um grande número de variáveis ambientais que atuam conjuntamente”*. As alterações temporais e espaciais das variáveis da água, tais como o pH, correnteza, oxigênio dissolvido, temperatura e vazão estão entre as mais importantes (WARD, 1992 apud ASSIS et al., 2004). A temperatura influencia diretamente na dinâmica trófica e disponibilidade de alimento para os insetos aquáticos (WARD; STANFORD; 1982).

Oliveira (1991) apud Bispo e Oliveira (1998, p. 179) afirma que nas *“(...) regiões de clima tropical, os regimes anuais de pluviosidade, a velocidade e vazão da água, são os principais fatores que atuam diretamente na distribuição da entomofauna bentônica”*. Além disso, a determinação da vazão é fundamental para a compreensão da dinâmica de um ecossistema sob impacto, pois de acordo com a vazão do curso d’água obtém-se a capacidade de diluição da carga poluidora, a qual é diretamente proporcional à vazão no curso d’água no momento do seu lançamento (CREPALDI, 2003) e permite estimar a capacidade média da bacia (SANTA CATARINA, 1997a).

Conforme Kikuchi e Uieda (1998) o arrasto provocado pelas grandes descargas de água dificulta a permanência dos invertebrados no período chuvoso, devido à revirada do substrato. Em épocas de grandes vazões as pedras no fundo do rio são revolvidas, deslocando a fauna. A forte correnteza, que provoca grandes vazões, remove a fauna local, mas esta se estabelece novamente em pouco tempo.

*Influências antropogênicas em ecossistemas lóticos têm aumentado mundialmente e mudam o fluxo da energia do sistema, modificando a vegetação ripária e, conseqüentemente, afetando a entrada de alóctones (restos de folhas e galhos que caem da mata para dentro do rio, sedimentando-se no fundo), assim influenciando sobre o ciclo de nutrientes (HILDREW; GILLER, 1995; RAFFAELLI et al., 1995 apud GALDEAN et al. 2000).*

*Os macroinvertebrados bentônicos são importantes componentes do sedimento de rios e lagos, fundamental para a dinâmica de nutrientes, a transformação de matéria e o fluxo de energia (CALLISTO; ESTEVES, 1995 apud MARQUES et al., 1999), constituindo a principal fonte de alimento para outros insetos aquáticos, peixes e outros animais.*

*As famílias dos insetos bentônicos podem apresentar diferentes grupos funcionais de alimentação ou guildas, caracterizados como fragmentadores,*

*coletores, raspadores e predadores. Merrit e Cummins (1996) descrevem as três primeiras guildas como segue: A guilda dos fragmentadores (“shredders”) é formada por organismos detritívoros (macrodecompositores) que se alimentam de matéria orgânica grossa, fragmentos maiores que 2mm oriundos da vegetação do entorno da área; os coletores (“collectors”) alimentam-se de matéria orgânica particulada fina, menor que 1 mm, tanto por filtração da água corrente quanto por coleta nos depósitos de sedimento no fundo dos rios; os raspadores (“grazer-scrapers”) alimentam-se de bactérias, algas, fungos e matéria orgânica morta fixada à superfície de substratos, bem como, folhas, troncos caídos, etc.*

Para Eaton (2003), a comunidade de predadores (chamados de “desfibradores”), convertem partículas orgânicas grandes derivadas do meio terrestre em partículas menores; os “coletores”, alimentam-se das partículas produzidas pelos desfibradores menores, juntando-as aos sedimentos ou filtrando-as da coluna de água; e os “raspadores” se alimentam de perifiton.

## **1.2 Bioindicação e Biomonitoramento**

A bioindicação, no sentido ecotoxicológico, pode ser definida como o uso de seres vivos para a verificação e avaliação dos efeitos da poluição ambiental, seja do ar, da água ou do solo; todo ser vivo utilizado para a bioindicação é chamado de bioindicador (KLUMP, 2001; LIMA, 2001). Os autores consideram que os bioindicadores são organismos que reagem aos fatores físicos e químicos do meio ambiente, com alteração de seu funcionamento, ou seja, de aspectos de sua fisiologia.

Organismos indicadores vêm sendo utilizados com maior frequência desde a década de 1930, e o ponto de partida é a escolha de uma ou mais espécies sensíveis para a preservação das demais em condições semelhantes (DAMATO, 2001).

Klump (2001) afirma que o uso de bioindicadores permite averiguar o impacto da poluição, entretanto, somente os bioindicadores, entre eles os insetos bentônicos, conseguem provar que um determinado poluente provoca conseqüências nas comunidades de seres vivos. Taylor e Bailey (1997) afirmam que os macroinvertebrados bentônicos são indicadores eficientes da qualidade do meio afetado pelos efluentes oriundos da exploração do carvão mineral.

Os bioindicadores refletem o impacto da poluição sobre um ecossistema, além de fornecer informações sobre as causas de efeitos observados no mesmo, demonstrar a distribuição espacial e temporal do impacto e fornecer dados sobre um potencial risco para a flora, a fauna e a população humana (KLUMP, 2001).

O biomonitoramento ou monitoramento biológico avalia as respostas de organismos a mudanças no ambiente, diferenciando-se do monitoramento de variáveis físicas e químicas pela capacidade de prover informações sobre a resposta dos organismos aos efeitos integrados das condições ambientais e dos contaminantes (PRINTES et al., 2000). Ainda, os indicadores biológicos monitoram a qualidade da água sobre um período de tempo longo, fornecendo um retrato mais adequado do nível de efeitos do poluente no ecossistema do que métodos químicos, pois estes fornecem somente a evidência momentânea da qualidade da água (TUNDISI; BARBOSA, 1995 apud CALLISTO, 2004).

Prat et al. (1986) apud Kuhlmann (2001, p. 237) esclarecem que *“programas de monitoramento da qualidade das águas que aplicam exclusivamente índices físicos e químicos têm sido criticados por vários pesquisadores, que apontam para a necessidade de se aplicar medidas biológicas para a obtenção de uma abordagem mais ecossistêmica”*. Por outro lado, Abel (1989) apud Damato (2001) afirma que o monitoramento biológico deve ser associado ao monitoramento físico-químico da água para gerar informações mais precisas que tornam-se essenciais para o estabelecimento de padrões de qualidade da água.

Além disso, Almada e Würdig (2000) mostram a importância da avaliação da comunidade da macrofauna bentônica para um estudo do grau de poluição aquática, sendo que modificações na estrutura da biocenose podem constituir um diagnóstico de ambientes poluídos ou estressados que pode ser estabelecido pela comparação entre locais com e sem influência de poluição. A composição da comunidade é a decorrência da capacidade das espécies se espalharem, sendo que estas ocupam as posições onde as circunstâncias físico-químicas são apropriadas, os recursos estão disponíveis e os inimigos não as impossibilitam de sobreviver (TOWNSEND, 2003).

Segundo Araujo (1995) o biomonitoramento pode ser dividido em passivo e ativo. No biomonitoramento passivo estão incluídas as técnicas de avaliação de campo onde são analisadas as comunidades biológicas ou biocenoses. O biomonitoramento ativo inclui os testes de toxicidade aguda ou crônica realizados em condições controladas de laboratório.

O biomonitoramento apresenta como principais objetivos a avaliação da eficiência da política ou legislação sobre a qualidade ambiental; o próprio controle da qualidade ambiental; e a detecção de mudanças ambientais incipientes para previsões futuras. Somente a partir da integração desses objetivos é que o biomonitoramento poderá ser atingido com segurança e sucesso (KUHLMANN, 2001). Printes et al. (2000) reforçam que o monitoramento ambiental, inserido em um processo de análise ambiental, assume a função de caracterizar e acompanhar as mudanças decorrentes da introdução de uma atividade transformadora de um ambiente. Além disso, o monitoramento é um instrumento para avaliar programas de recuperação ambiental, e deve ser projetado para operar por vários anos ou até décadas (PARR, 1996 apud ALEXANDRE, 2000; 2002).

### **1.2.1 Insetos Bentônicos e Bioindicação**

Os insetos bentônicos têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água e condições de ecossistemas por apresentarem as seguintes características: ciclos de vida longos, comparando-se com os organismos do plâncton que em geral tem ciclos de vida em torno de horas, dias, uma ou duas semanas, os insetos bentônicos podem viver entre semanas, meses e mesmo mais de um ano, caracterizando-se como "organismos sentinelas"; em geral, são organismos grandes (maiores que 125 ou 250  $\mu\text{m}$ ), sésseis ou de pouca mobilidade; são de fácil amostragem, com custos relativamente baixos; apresentam elevada diversidade taxonômica, abundância e são de identificação relativamente fácil (família) por não-especialistas; são organismos sensíveis a diferentes concentrações de poluentes no meio, fornecendo ampla faixa de respostas aos níveis de contaminação ambiental (METCALFE, 1989; ROSENBERG; RESH, 1993).

Uma etapa fundamental para qualquer estudo de bioindicadores em cursos d'água é o conhecimento da diversidade da fauna local. Para tanto, são necessárias coletas na área de estudo ao longo de pelo menos um ano, visando abranger a flutuação sazonal dos grupos. Young et al. (2003) afirmam que, sem subsídios sobre a distribuição da biodiversidade animal, torna-se impossível traçar políticas de conservação, planos de manejo e projetos de monitoramento eficazes em uma área.

A identificação é o primeiro passo para o entendimento básico da biologia e ecologia dos insetos aquáticos, permitindo eventualmente desenvolver uma proposta estratégica de manejo. O conhecimento da biota aquática no Brasil é escasso, tornando difícil a identificação taxonômica ao nível de espécie; além disso faltam chaves para a identificação e também a descrição de larvas e ninfas de alguns gêneros (MELO, 2003). Assim, são freqüentes os estudos de comunidades de insetos bentônicos considerando níveis taxonômicos superiores, como famílias e ordens. Dentre as ordens de insetos, Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera são comumente utilizadas em trabalhos gerais sobre insetos bentônicos como grupos com alto potencial para uso como bioindicadores da qualidade da água, sendo denominadas em conjunto como EPT (RESH; JACKSON, 1993; MERRITT; CUMMINS, 1996; GALDEAN, et al., 2000; FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001; MELO, 2003). Galdean et al. (2000) e Fernández e Dominguez (2001) também apontam a importância da família Chironomidae (Diptera) para a caracterização geral da qualidade da água, através da sua composição e a sua distribuição, constituindo com as ordens anteriores o grupo EPTC. Marques; Barbosa; Callisto (1999) destacam o cuidado em se utilizar toda a família Chironomidae como indicador de ambientes degradados, pois dados atuais indicam que apenas um gênero de Chironomidae é um indicador de confiança.

Fernández e Domínguez (2001) e Compin e Céréghino (2003) consideram o emprego da família Elmidae (Coleoptera) como bioindicadora da qualidade da água, junto com EPT, formando outro grupo EPTC, indicando assim uma maior exatidão de avaliação da qualidade de água, pois estes são sensíveis a diversos distúrbios.

Este sistema de classificação, embora geral e simples, é empregado para fornecer a informação básica necessária para permitir a definição de políticas de conservação, contribuindo para a preservação dos rios e da biota associada (GALDEAN et al., 2000).

## **1.2.2 Ecologia de EPT**

### **1.2.2.1 Ordem Ephemeroptera**

As ninfas desse grupo podem ser encontradas em diferentes ambientes aquáticos, tanto em águas correntes quanto paradas, enterradas em fundos lodosos ou arenosos, assim como em buracos no fundo de rios (FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001, COSTA; IDE; SIMONKA, 2006). Vivem em rios de altitude, com águas limpas e bem oxigenadas (CALLISTO et al. 2001), geralmente aderidas em troncos, vegetação ou pedras submersas (CALLISTO et al. 2001; FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001, COSTA; IDE; SIMONKA, 2006) e processam uma quantidade importante de matéria orgânica (FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001), alimentando-se de algas e diversas outras plantas aquáticas (COSTA; IDE; SIMONKA, 2006), sendo caracterizadas como consumidores primários (FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001).

As efeméridas pertencem ao grupo trófico dos coletores e raspadores (CALLISTO et al., 2001). Fernández e Dominguez (2001) afirmam que representantes dessa ordem geralmente são herbívoros podendo raspar ou filtrar seu alimento, sendo que espécies de alguns gêneros apresentam hábitos carnívoros. Tanto os jovens como os adultos constituem uma importante fonte de alimento para muitos peixes. Costa; Ide; Simonka (2006) salientam que até o momento não foram registrados efemerópteros predadores.

### **1.2.2.2 Ordem Plecoptera**

As ninfas dos plecópteros são encontradas sob pedras em rios de água limpa, mas podem ser encontradas em qualquer lugar do rio onde exista disponibilidade de alimento (COSTA; IDE; SIMONKA, 2006). Representantes dessa ordem habitam águas turbulentas, frias e altamente oxigenadas (FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001). Os Plecoptera são indicadores de boa qualidade de água (OLIVEIRA et al, s/d).

Apresentam hábitos alimentares variados, sendo que algumas espécies são herbívoras (alimentando-se de algas) no estágio de ninfa, ao passo que outras são predadoras, detritívoras ou onívoras (COSTA; IDE; SIMONKA, 2006). As ninfas

alimentam-se de plantas aquáticas, algas, detritos, pequenos animais ou outros insetos (FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001).

### **1.2.2.3 Ordem Trichoptera**

A maioria das larvas de Trichoptera vive em água fria, corrente e bem oxigenada, algumas espécies vivem em águas paradas e quentes (CALLISTO et al., 2001; FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001). Indicam águas oligotróficas e habitam debaixo de pedras, troncos e materiais vegetais (CALLISTO et al., 2001). A velocidade da correnteza e a temperatura têm um efeito direto sobre a concentração de O<sub>2</sub>, sendo este provavelmente um dos aspectos limitantes mais severos na distribuição dos tricópteros (FERNÁNDEZ; DOMÍNGUEZ, 2001).

Indivíduos dessa ordem possuem a capacidade de construir variados tipos de casulos ou abrigos (ROLDÁN-PÉREZ, 1988 apud COSTA; IDE; SIMONKA, 2006), feitos de seda, pedaços de plantas e pequenas pedras, que são agrupadas ao redor do casulo.

Os representantes desta ordem pertencem aos grupos tróficos dos coletores, carnívoros ou fragmentadores (CALLISTO et al., 2001). Grande parte das larvas de Trichoptera alimentam-se de substâncias vegetais e material animal, mas algumas são predadoras e servem de alimento para muitos peixes e outros animais aquáticos (COSTA; IDE; SIMONKA, 2006).

Costa; Ide; Simonka (2006) afirmam que representantes dessa ordem podem ser comumente empregados no monitoramento biológico.



## **2 OBJETIVOS**

O presente trabalho teve como objetivos conhecer a diversidade dos insetos do rio Mãe Luzia, Treviso/SC, relacionar a diversidade encontrada com características físicas e químicas da água, identificar os principais fatores abióticos que afetam a biodiversidade local, realizar uma avaliação preliminar de algumas métricas de bioavaliação rápida e gerar subsídios para projetos de reabilitação ambiental das áreas afetadas pela mineração de carvão no Sul de Santa Catarina.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Localização e descrição da área de estudo**

#### **3.1.1 Bacia do Rio Araranguá**

A bacia hidrográfica do rio Araranguá localiza-se entre as latitudes de 28°40'S e 29°10'S e longitudes de 49°20'W e 50°W, tendo suas nascentes localizadas junto à Serra Geral. O comprimento total dos cursos dos rios é de 5.021,1 km, correspondendo a 3,17% da área de todo o estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1997b). Apresenta como suas sub-bacias a do rio Mãe Luzia com 49,4% da área total, do Itoupava com 38,8%, dos Porcos com 6,5% e do baixo Araranguá com 5,3%, contribuindo para a formação da área de drenagem de aproximadamente 3.029 km<sup>2</sup> (ALEXANDRE, 2002). A bacia é classificada como exorréica, onde o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar, ou seja, desembocando diretamente no nível marinho (EPAGRI, 1996).

#### **3.1.2 Sub-bacia do Rio Mãe Luzia**

O rio Mãe Luzia possui um comprimento de 93,33 km e sua sub-bacia tem como afluentes mais importantes os rios Fiorita, Sangão, Manuel Alves, do Cedro, Guarapari ou São Bento. Apresenta suas nascentes nas escarpas da Serra Geral, sendo que sua nascente mais distante situa-se a 1.480m de altitude (ALEXANDRE, 2000). A sub-bacia possui a área de 1.501 km<sup>2</sup>, perímetro de 191,34 km, comprimento axial de 93,36 km e comprimento do curso d'água de 93,33 km (EPAGRI, 1996; SANTA CATARINA, 1997a). Apresenta o leito sinuoso, auxiliando na diminuição da velocidade da água, reduzindo a drenagem superficial. O sistema lótico em estudo, segundo a classificação proposta por Silveira (2004), é um rio de cabeceira, que corresponde a rios de 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> ordens.

#### **3.1.3 Área de estudo**

Nessa bacia são encontradas áreas de mineração a céu-aberto e de subsolo, indústrias de cerâmicas, de vestuário, de metal-mecânica, curtumes e grandes áreas agricultáveis, onde desenvolve-se principalmente a cultura de arroz-

irrigado, entre outras atividades (SANTA CATARINA, 1997a). Alexandre (1999) ressalta que os rios Maina, Criciúma, Sangão, dos Porcos e parte dos rios Mãe Luzia, Pio, Kuntz, Fiorita e Araranguá, pertencentes à Bacia Hidrográfica do rio Araranguá, estão comprometidos pelas atividades de exploração e beneficiamento do carvão mineral.

### **3.1.4 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos**

Na área de estudo afloram rochas sedimentares das formações Palermo e Rio Bonito, bem como rochas ígneas da Formação Serra Geral. A Formação Palermo é representada essencialmente por siltitos e siltitos argilosos, cinza-claros a escuros, esverdeados ou amarelo-esverdeados quando alterados (HORBACH, 1986), ao passo que a Formação Rio Bonito compreende arenitos quartzosos, arenitos feldspáticos, subgrauvacas, argilitos, siltitos, folhelhos carbonosos, carvão e conglomerados (KAUL, 1990). A Formação Serra Geral, constituída por uma seqüência vulcânica que inclui rochas extrusivas de composição básica até ácida (CASTRO, 1994), exhibe basaltos, andesito, brecha, arenitos dacíticos, riolitos e riocácitos (KAUL, 1990).

Dentre estas formações, merece destaque a Formação Rio Bonito, mais precisamente o Membro Siderópolis, uma vez que nele são encontradas as principais camadas de carvão mineral exploradas na região. No total são dez camadas, recebendo do topo para a base do referido membro, as denominações de Treviso, Barro Branco, Irapuá, "A", "B", Ponte Alta, Bonito, Pré-Bonito, "C" e "D". Dessas camadas destacam-se, por sua persistência lateral, maior espessura, melhor recuperação de carvão metalúrgico e lavabilidade, as camadas Barro Branco, Irapuá, Ponte Alta e Bonito (KAUL, 1990).

O local de pesquisa está inserido na Depressão da Zona Carbonífera Catarinense (SANTA CATARINA, 1986), compreendendo também parte dos Patamares da Serra Geral. O relevo é do tipo côncavo-convexo, caracterizado pela presença de vales abertos, entremeados por vales residuais de topo plano (mesa), mantido por rochas mais resistentes dos quais fazem parte dos Patamares da Serra Geral. Nos vales do rio Mãe Luzia, ocorrem os solos Glei Húmicos e o predomínio dos solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, caracterizados como profundos e bem drenados, com camadas diferenciadas (SANTA CATARINA, 1986).

### 3.1.5 Clima

O litoral catarinense apresenta um regime anual de precipitação de certa forma regular. Apresenta uma acentuada concentração de chuvas no verão e ausência de chuvas no inverno (NIMER, 1990).

Segundo o sistema de classificação climático de Köeppen-Geiger a variação climática Cfa predomina na região de estudo, caracterizando o clima mesotérmico úmido do tipo subtropical, sem estação seca definida e com verão quente (BETTES JUNIOR, 2001).

A região pertencente à Bacia Hidrográfica do rio Araranguá apresenta temperatura média anual de 19,10°C, umidade relativa média anual de 82,10% e precipitação média anual de 1.217mm (SANTA CATARINA, 1997c).

### 3.1.6 Vegetação

A vegetação da área de estudo está inserida nos domínios da Floresta Ombrófila Densa Submontana da Mata Atlântica (TEIXEIRA et al., 1986). Para esses autores esta formação caracteriza-se por apresentar a vegetação arbórea com altura de 25 a 35m, sendo árvores bem desenvolvidas sobre solos férteis e bem drenados e com profundidade variável que possibilita a absorção de nutrientes das encostas e serapilheira. Leite e Klein (1990) apontam que a Floresta Ombrófila Densa Submontana é uma das formações mais diversificadas e complexas do Sul do Brasil.

### 3.1.7 Pontos Amostrais

O estudo foi realizado em três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, no município de Treviso que tem limites com os municípios de Lauro Müller, Siderópolis, Urussanga e Bom Jardim da Serra (Fig. 1).

Os pontos amostrais foram selecionados conforme as contribuições da mineração, sendo denominados P01 (controle) (Fig. 2), P02 (Fig. 3) e P03 (Fig. 4); suas coordenadas foram obtidas com uso de GPS junto à margem direita do rio (Fig. 5). O P01 (28°27'39" S, 49°30'09" W), a montante da área impactada pela mineração de carvão, apresenta excelentes condições de integridade ambiental

(mantém condições de potabilidade da água); o P02 (28°28'15" S, 49°27'42" W) recebe uma leve contribuição de efluentes de mineração; e o P03 (28°28'23"S, 49°27'38"W), a jusante da mineração, está em zona de forte impacto, recebendo efluentes de drenagem de rejeitos e estéreis.

O rio no ponto P01 apresenta largura de aproximadamente 11,5 m, com substrato formado de seixos rolados, areia e folhiço retido na correnteza, com baixo sombreamento. Caracteriza-se pelo grande aporte de *litter* da vegetação circundante, folhas, galhos, troncos, raízes, sementes, frutos etc, permitindo a exploração desse recurso pela fauna de insetos aquáticos. O substrato apresenta uma grande quantidade de matéria orgânica em decomposição e nas áreas de correnteza observa-se *litter* preso às pedras. O rio no ponto P02 apresenta largura de aproximadamente 10 m, com substrato formado de seixos rolados, areia e pouco folhiço retido na correnteza, com ausência de sombreamento. O rio no ponto P03 apresenta largura de aproximadamente 10 m, com substrato formado de seixos rolados, areia e pouco folhiço retido na correnteza, com sombreamento somente na margem esquerda.

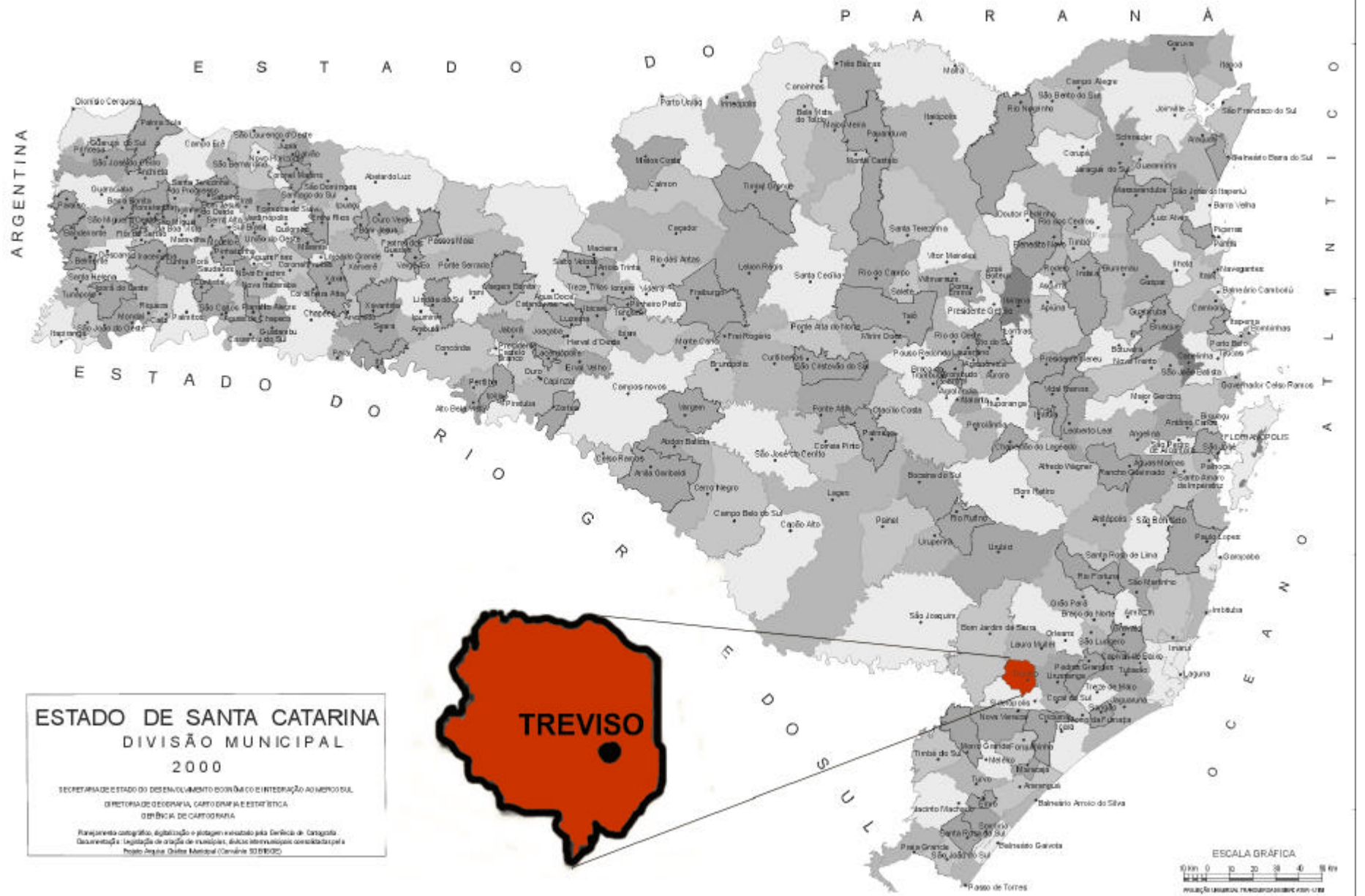


Figura 1. Mapa do Estado de Santa Catarina destacando o município de Treviso.

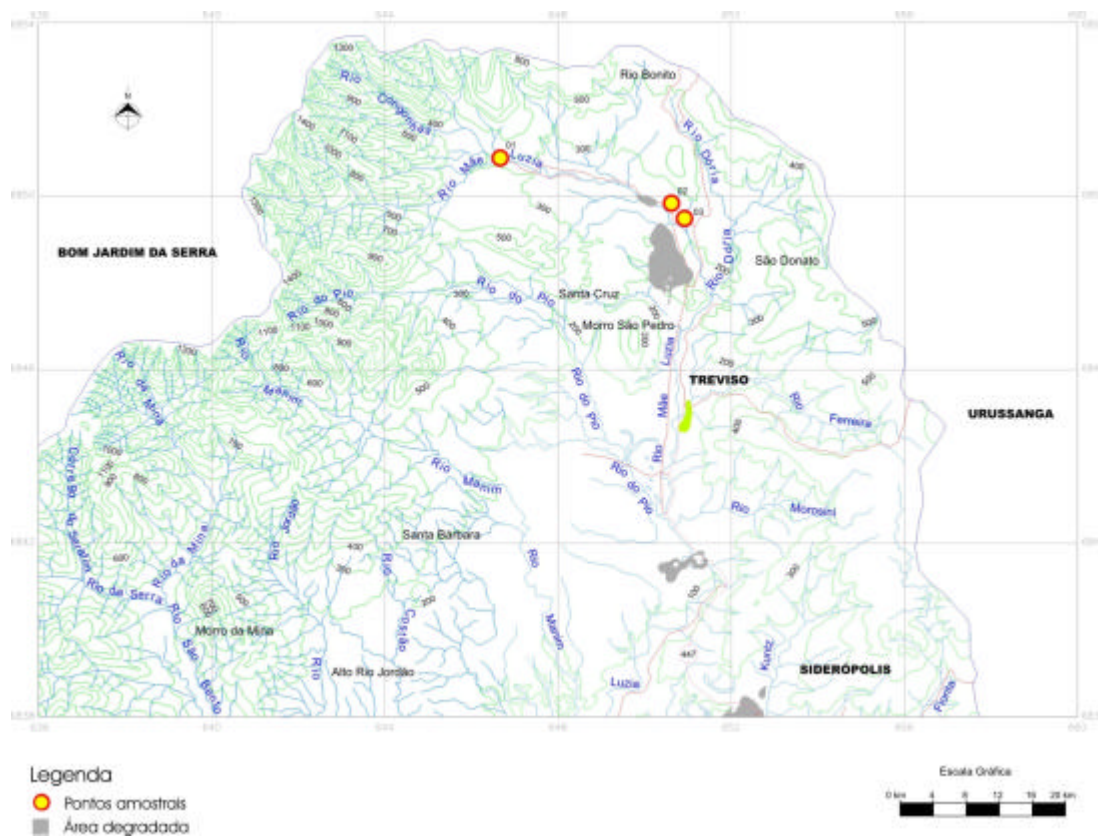


Figura 2. Localização dos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC com indicação das áreas de depósitos de rejeitos (Fonte Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT, 2006).



Figura 3: Aspecto geral do P01. Coordenadas junto à margem direita do rio: 28°27'39" S, 49°30'09" W.





Figura 4: Aspecto geral do P02. Coordenadas junto à margem direita do rio: 28°28'15" S, 49°27'42" W.



Figura 5: Aspecto geral do P03. Coordenadas junto à margem direita do rio: 28°28'23" S, 49°27'38" W.



### 3.2 Coleta, identificação e conservação dos insetos

As coletas de insetos foram quinzenais em cada ponto amostral (setembro/2004 a agosto/2005) com uso de rede entomológica medindo 80 x 40 x 40 cm, malha de 1 mm. Cada coleta quinzenal foi considerada uma unidade amostral, totalizando 18 unidades amostrais por ponto. A técnica empregada foi a de virada de pedras e revolvimento de substrato do fundo do rio ao longo de 1 m, totalizando 20 m em cada ponto amostral. Colocava-se a rede a jusante na área a ser amostrada, procurando causar o menor impacto possível na área ao redor. Em seguida, revolviam-se as pedras, deslocando os insetos, assim como detritos orgânicos, para dentro do amostrador, usando a corrente da água para ajudar a desalojar e coletar os insetos (Fig. 6). A cada metro a rede era esvaziada em recipiente hermético (adaptado de BUENO; BOND-BUCKUP, 2000; BUENO et al., 2000 e BUENO et al., 2003).

Os exemplares coletados foram previamente triados em campo (Fig. 7) e levados ao laboratório para identificação, conservados em álcool 70% e identificados até família com o auxílio de chaves taxonômicas disponíveis em Macan (1975), Merrit e Cummins (1996), Nieser e Melo (1997) e Fernández e Dominguez (2001). O material coletado encontra-se depositado na coleção entomológica do Laboratório de Sistemática e Biogeografia de Insetos da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).



Figura 6. Ilustração da metodologia de coleta.



Figura 7. Triagem do material coletado em campo.

### 3.3 Dados físicos e químicos

A cada coleta foram registrados pH, temperatura e condutividade da água *in situ* com o uso de um laboratório portátil do tipo Check mate 90 (Corning Incorporated Science Products Division) e vazão utilizando o equipamento Model ACM – 100 D.

A cada estação do ano foram enviadas para análise laboratorial amostras de água coletadas nos três pontos amostrais, totalizando quatro amostras para cada ponto amostral. Os parâmetros analisados foram: acidez total (Titulométrico a pH 8,3), Alumínio, Cálcio, Ferro Total, Magnésio e Manganês (Espectrofotômetro de Absorção Atômica), Coliformes Totais e Fecais (Tubos Múltiplos), Nitrogênio Nitrato (Colorimétrico), Oxigênio Dissolvido (Titulométrico), Sólidos Suspensos (Gravimétrico), Sulfatos (Turbidimétrico), Potencial Redox (Potenciométrico) e Turbidez (Nefelométrico).

As amostras de água foram coletadas a cerca de 15 cm de profundidade e aproximadamente 4 metros da margem, sendo acondicionadas em frascos de vidro para as amostras de oxigênio dissolvido (OD) pelo método Iodométrico segundo Clesceri; Greenberg e Eaton (1998, p.4-131 – 4-133) e encaminhadas para laboratório para análise.

Dos dados abióticos, o pH e a condutividade são diretamente influenciados pela composição química da água. Foi utilizado o teste de correlação de Pearson para verificar se estas variáveis apresentaram oscilação conjuntamente ao longo do período amostral.

### 3.4 Análise da comunidade de insetos

Para os três pontos amostrais foram calculados a riqueza (S) e a abundância (N) de famílias. A riqueza de EPT foi calculada, pois estas são ordens consideradas como indicadores de qualidade de ecossistemas aquáticos (CALLISTO e ESTEVES, 1998). Foram aplicadas métricas de avaliação rápida, utilizando o número de táxons de EPT, número de táxons e porcentagem de táxon dominante, para diagnosticar os pontos amostrais alterados. A diversidade da comunidade de insetos bentônicos foi estimada, para cada ponto e estação do ano, pelo índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (MAGURRAN, 1988) que valoriza a abundância das espécies salientando a riqueza e homogeneidade (TRIERVEILER, 1998) e pelo índice de Equitabilidade de Pielou (E). Foram calculadas as curvas de importância das famílias em cada ponto, bem como a curva de acumulação de famílias.

Aplicou-se à matriz de abundância o teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov e verificou-se que os dados não apresentavam distribuição normal ( $p < 0,01$ ) (MCGARIGAL et al., 2000). Os dados foram então normalizados corrigindo-se os valores por  $\log_{10}(x+1)$  e a matriz corrigida foi submetida à análise de variância de uma via (ANOVA) seguida do teste *post-hoc* de Student-Newman-Keuls, para a verificação de diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os pontos amostrais por estação do ano. As análises foram realizadas com o uso programa SPSS 8.0.

Devido à ausência de consenso a respeito da escolha entre os diversos estimadores de riqueza, optou-se por uma abordagem ampla. As comparações foram aleatorizadas 100 vezes e foram calculadas as curvas de riqueza estimada Jackknife 1 e 2, Chao 1 e 2, ACE, ICE e Bootstrap, bem como as curvas de rarefação de Coleman e Mao Tau. Todas as curvas foram calculadas com o uso do programa EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, versão 7.5) (COLWELL, 2005).

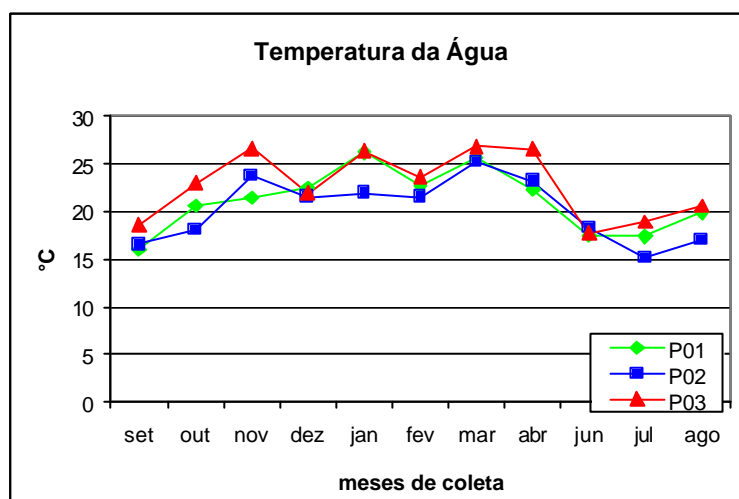
Para investigar a existência de limites entre as comunidades em cada ponto amostral, foi realizada uma análise de agrupamento (UPGMA) das unidades amostrais, utilizando como coeficiente de associação a distância Euclideana. Procedeu-se, em seguida, à análise de componentes principais (PCA) para se verificar a existência de padrões de variância na comunidade. Finalmente, submeteu-se a matriz corrigida de abundância e a matriz de dados abióticos (pH, condutividade, temperatura, vazão) à análise de correspondência canônica, para averiguar a correlação entre a variância da comunidade e a variância dos dados abióticos. Estas análises foram feitas com o uso do programa MVSP (Multi-Variate Statistical Package, versão 3.12d).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Fatores físicos, químicos e microbiológicos

Dentre os parâmetros avaliados mensalmente, dois (temperatura e vazão) apresentaram valores próximos nos três pontos amostrais ao longo de todo o período, enquanto que para os três restantes (pH, alcalinidade e condutividade) foi observada certa similaridade apenas entre o P01 e P02.

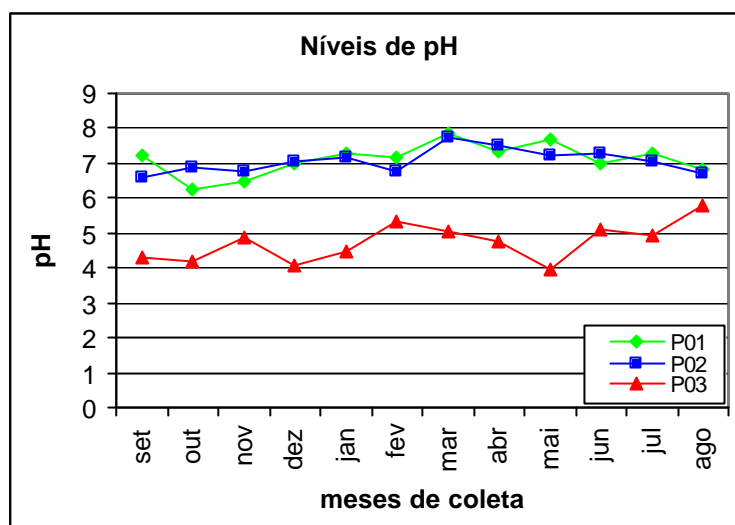
A água apresentou temperatura com valores que variaram de 15,1°C (junho/05) a 28,9°C (janeiro/05) no ponto 1; no ponto 2 variou de 14,4°C (junho/05) a 27°C (novembro/04) e no ponto 3 os valores oscilaram entre 15,9°C (junho/05) e 29,4°C (março/05). Os valores registrados correspondem à variação climático-sazonal, com temperaturas mais elevadas no verão e as reduzidas no inverno (Fig. 8).



**Figura 8.** Variação da temperatura nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

O pH permaneceu sempre em torno de 7 no P01 e P02, havendo uma variação de 6,27 (outubro/04) a 7,84 (março/05) no P01 e 6,6 (setembro/04) a 7,72 (março/05) no P02; no P03 variou de 3,98 (maio/05) a 5,8 (agosto/05) (Fig. 9). Os menores valores de pH no P03 possivelmente resultam do processo de oxidação da pirita decorrente da exposição de resíduos de carvão, conforme descrito por Campos et al. (2003). A alcalinidade total ( $\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$ ), que apresenta íntima

relação com o pH, não apresentou variação no P01 e P02; no P03 a alcalinidade foi nula, característico para águas com baixo pH (Tabela 1).



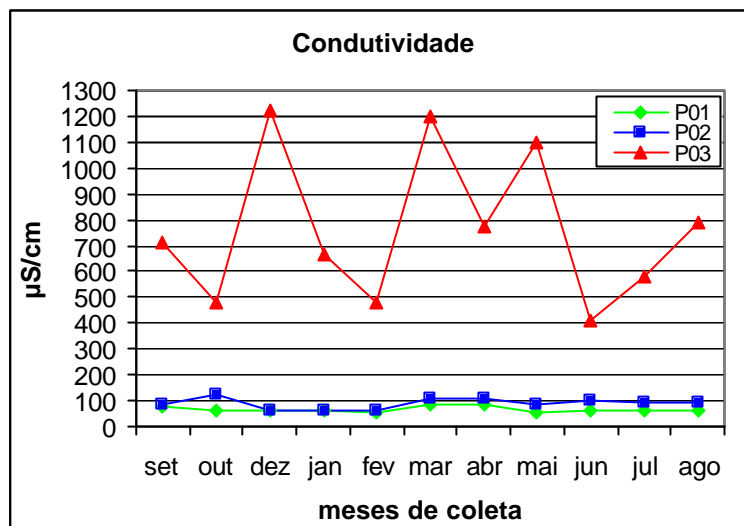
**Figura 9.** Variação do pH nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

Os maiores valores de condutividade elétrica foram constatados no P03, com média de 660,329  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 10), demonstrando uma maior concentração de íons dissolvidos oriundos da lixívia ácida das atividades de mineração. No P01 e P02 a média foi, respectivamente, de 65,93  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . No P02 foram verificados valores superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em três ocasiões (outubro, março e abril), enquanto que no P01 isso nunca ocorreu.

A condutividade elétrica pouco variou durante o período de estudo dentro de cada ponto amostral. Apresentou a média menor na primavera no P01 e P03 (58,1 e 478  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) respectivamente e maior no P02 (122  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), também na primavera. A maior condutividade observada na primavera no P02 pode estar relacionada com a maior quantidade de material levado durante as primeiras chuvas depois do período seco, conforme também foi observado por Bispo; Froehlich; Oliveira, (2002) em córregos da região serrana do Brasil Central.

Segundo dados obtidos da Cetesb (s/d) níveis superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados e altos valores podem indicar características corrosivas da água. Crepaldi (2003) salienta que em águas provenientes da mineração de carvão existem altas concentrações de substâncias ionizadas, alterando o valor da condutividade e ALEXANDRE (2000) e Bruschi-Júnior et al. (2000) observam que os altos valores de condutividade estão associados

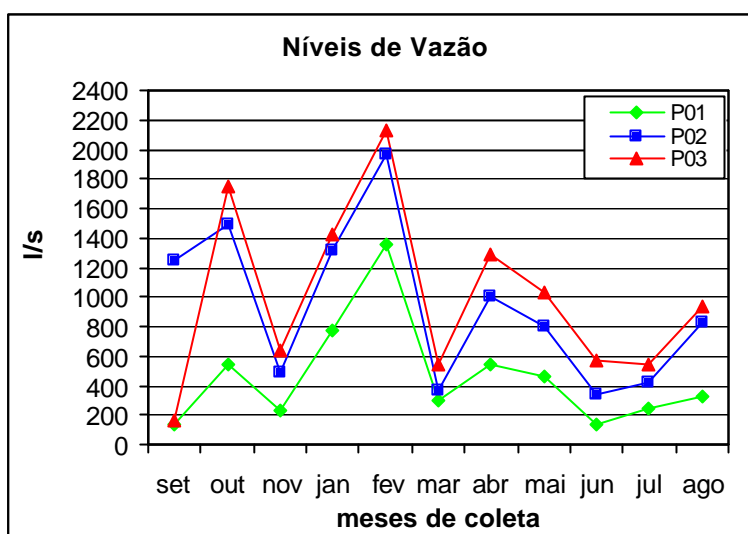
principalmente aos altos valores de sulfatos, resultando no comprometimento dos recursos hídricos.



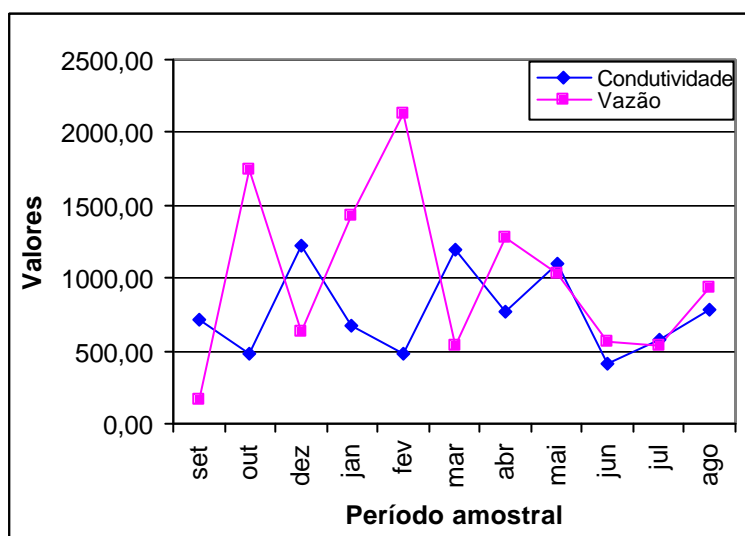
**Figura 10.** Valores de condutividade nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

O Teste de Pearson indicou baixa correlação positiva entre pH e condutividade nos pontos P01 (0,264) e P02 (0,305) e uma relação negativa no P03 (-0,467). Esses resultados indicaram uma baixa correlação entre as variáveis.

Os níveis de vazão oscilaram conforme a data de aferição. As unidades amostrais de cada ponto mantiveram-se o mesmo padrão, exceto para a unidade amostral de setembro do P02 e P01 de outubro, no qual teve um maior distanciamento dos demais pontos para o referido mês (Fig. 11). No P01 a média da vazão foi 492,05 L/s; ponto 2 de 931,5 L/s e no P03 foram aferidos os maiores valores, com média de 1033,1 L/s, verificando-se correspondência entre a maior vazão e a menor condutividade (Fig. 12).



**Figura 11.** Valores de vazão nos pontos amostrais no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



**Figura 12.** Valores de condutividade e vazão no P03 no período de setembro/2004 a agosto/2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

De forma semelhante ao encontrado para os parâmetros monitorados mensalmente, as análises sazonais indicam maiores diferenças do P03 em comparação com os pontos 1 e 2, tanto químicas quanto físicas e microbiológicas (Tabela 1).

A análise química e física da água revelou para o P03 maiores níveis da acidez total e concentrações de alumínio, ferro total, manganês, sulfatos solúveis, zinco, sólidos dissolvidos e sólidos suspensos. Para o P01 e P02, foram mais



elevados a alcalinidade total e o oxigênio dissolvido. Os demais parâmetros analisados (cloretos, nitrogênio nitrato, potencial redox, cálcio, magnésio, cobre - coletas de novembro, março e agosto, sólidos sedimentáveis, turbidez) apresentaram valores semelhantes nos pontos amostrais (Tabela 1, Apêndices A-L).

Tabela 1. Parâmetros físicos-químicos e microbiológicos verificados nos pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC. N.D – Não detectado; X – Parâmetro não analisado.

Parâmetro	Data / Ponto amostral											
	23/11/2004			29/03/2005			31/05/2005			23/08/2005		
	P01	P02	P03	P01	P02	P03	P01	P02	P03	P01	P02	P03
pH	7.4	7.5	2.7	6.9	7.05	4.53	7.69	7.23	3.98	6.22	5.9	4.28
Acidez Total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	2.2	3.1	330	4	4	202	3.5	4	457.5	7.6	3.1	222.9
Alcalinidade Total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	X	X	X	33.3	20.5	0	20	23.1	N.D	16.6	18	N.D
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> Cl)	X	X	X	2.7	2.1	3.5	1.8	3.2	11.1	6.1	5.6	6.4
Condutividade (mS.cm <sup>-1</sup> )	0.052	0.075	1.379	48.43	56.74	774.1	55.02	83.22	1096.6	60.7	93.8	632
Nitrogênio Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,1	< 0,1	< 0,1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	7.3	8.8	<0,1	8.9	9.1	0.5	9	8.9	< 0,1	9.4	9.4	< 0,1
Potencial Redox (mV - 28,3°C)	374.8	407.3	301.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alumínio (mg.L <sup>-1</sup> )	0.26	0.29	16.6	1.31	1.31	15.5	0.89	0.86	21.82	0.05	0.37	15.27
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	4.95	6.5	58	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ferro Total (mg.L <sup>-1</sup> )	0.08	0.15	94	N.D	N.D	65.56	N.D	0.2	133.6	0.28	0.53	74.28
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	1.45	2.35	22.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manganês (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,01	0.03	4.1	N.D	N.D	2.34	N.D	N.D	4.76	N.D	0.01	2.72
Sulfatos Solúvel (mg.L <sup>-1</sup> )	4	14	536	18.5	18.8	180.7	12	13.5	612.4	14.5	15.5	284.4
Cobre (mg.L <sup>-1</sup> )	X	X	X	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Zinco (mg.L <sup>-1</sup> )	X	X	X	0.02	0.03	0.62	N.D	N.D	1.65	N.D	N.D	0.65
Sólidos Dissolvidos (mg.L <sup>-1</sup> )	X	X	X	14	30	1001	27	36	879	121	108	557
Sólidos Sedimentáveis (mg.L <sup>-1</sup> )	X	X	X	N.D	0	3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	2
Sólidos Suspensos (mg.L <sup>-1</sup> )	4	4	46	41	91	156	25	17	206	213	107	322
Turbidez (NTU)	0.6	1	8.9	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Contagem de Coliformes Totais	2,3E+01	1,7E+02	Ausente	3,3E+01	7,9E+01	ausente	9,3E+00	2,2E+02	ausente	2,2E+02	2,4E+03	ausente
Contagem de coliformes a 45°C (fecais)	2,3E+01	1,7E+02	Ausente	3,3E+01	7,9E+01	ausente	6,8E+00	4,9E+01	ausente	ausente	4,9E+02	ausente

As altas concentrações de alumínio constatadas no P03 são possivelmente derivadas da deposição de ácido que danifica a água abaixando o pH, conforme esclarecem Haines (1981) e Schinder (1988) apud Seiler; Turner (2004). O alumínio apresenta a capacidade de formar complexos com fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes, liberando o hidrogênio ácido, diminuindo o pH (CETESB s/d).

No P03 observou-se uma concentração menor que  $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$  de oxigênio dissolvido, sendo um dos fatores que pode explicar a baixa ocorrência da fauna bentônica nesse ponto. No P01 e P02 a concentração de oxigênio dissolvido é elevada ( $>7,3 \text{ mg.L}^{-1}$ ) conforme os valores permitidos pela resolução do CONAMA (Tabela 2); nesses trechos amostrais encontrou-se um grande número de indivíduos. Whitton (1975) apud Kikuchi & Uieda (1998), afirmam que a concentração de oxigênio na água pode afetar a distribuição da fauna aquática devido a diferentes necessidades de oxigênio.

Tabela 2 – Padrão dos valores permitidos para águas doces, conforme resolução 20 do CONAMA de 1986.

Parâmetros	Padrão: Resolução 20/86 do CONAMA
pH	6,0 a 9,0
Oxigênio dissolvido	$> 6 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>1</sup> ; $> 5 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>2</sup> ; $> 4 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>3</sup> ; $>2 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>4</sup> .
Alumínio	$< 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$
Manganês	$< 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>1,2</sup> ; $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>3</sup>
Cloretos	$< 250 \text{ mg.L}^{-1}$
Sulfatos Solúvel	$< 250 \text{ mg.L}^{-1}$
Sólidos Suspensos	$< 1000 \text{ mg.L}^{-1}$
Turbidez	$< 100,00$ (UNT)
Cobre	$< 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>1, 2</sup>
Zinco	$< 0,18 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>1, 2</sup> ; $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ <sup>3</sup>
Coliformes Totais (UFC/100 ml)	Ausente <sup>1</sup> ; 20000 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais (UFC/100 ml)	Ausente <sup>1</sup> ; 4000 <sup>3</sup>

<sup>1</sup>: padrões para águas de classe 1

<sup>2</sup>: padrões para águas de classe 2

<sup>3</sup>: padrões para águas de classe 3

<sup>4</sup>: padrões para águas de classe 4

Foi realizada apenas uma análise de cálcio e magnésio em cada ponto amostral, constatando uma elevada concentração desses elementos no P03. Conforme Alexandre (2000) esses elementos apresentam concentrações elevadas nas águas impactadas pela mineração do carvão. A maior parte do Cálcio entra na água através do  $\text{CaCO}_3$ , na forma de calcário, ou por meio de depósitos minerais de  $\text{CaSO}_4$ ; a fonte da maioria do magnésio é o calcário dolomítico,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , presente em águas naturais (BAIRD, 2002).

O rio Mãe Luzia a partir do P03, apresenta em quase toda sua extensão água com coloração amarelada e turva, provavelmente devido ao ferro presente na água, elevando sua coloração (CETESB s/d). Essa coloração é devido ao ferro que na maioria das vezes está associado ao manganês conforme esclarece Crepaldi (2003). Na análise da água realizada observa-se que no P03 o ferro e o manganês apresentaram valores muito acima daqueles permitidos pela resolução do CONAMA (Tabela 2).

O P02 ( $28^{\circ}28'15''\text{S}$ ,  $49^{\circ}27'42''\text{W}$ ) e P03 ( $28^{\circ}28'23''\text{S}$ ,  $49^{\circ}27'38''\text{W}$ ) estão sofrendo os impactos da exploração do carvão mineral. Em recente estudo de impacto ambiental realizado na região (UNESC-IPAT/PLURAL, 2003) foi observado que, a partir das coordenadas geográficas  $28^{\circ}28'03''\text{S}$  e  $49^{\circ}27'27''\text{W}$ , os efeitos negativos da exploração do carvão se sobressaem, tornando as águas do rio Mãe Luzia contaminadas por metais, entre eles manganês, cobre, alumínio, chumbo, arsênio, zinco, entre outros.

Os principais fatores que causam a poluição nesse recurso hídrico, impossibilitando o uso do mesmo para quaisquer atividades referem aos baixos níveis de pH, elevadas concentrações de sulfatos, ferro, manganês e alumínio, também constatados por Alexandre (2000) e sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, acidez total e zinco.

Alexandre (1999, p.44) ressalta que a *“poluição não se limita apenas a baixos valores de pH e elevadas concentrações de sulfatos e acidez, mas também às altas concentrações de metais dissolvidos na água”*.

As análises de coliformes totais e fecais permitem afirmar que os valores obtidos no P01 e P02 estão acima dos permitidos pela resolução n°20/86 do CONAMA para águas de classe 1 (Tabela 2), que corresponde a águas para consumo humano, no entanto no P03 não foram constatados coliformes (Tabela 1). Os organismos do tipo coliformes estão ausentes nos rios de Criciúma, SC, devido aos baixos níveis de pH.

## 4.2 Insetos bentônicos

### 4.2.1 Riqueza e abundância

No período de estudo foram coletados 14.025 indivíduos nos três pontos amostrais, correspondendo a uma riqueza total de 35 famílias de insetos bentônicos distribuídas em 09 ordens: Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera (Tabela 3). As ordens mais abundantes foram Trichoptera (26,78%), Coleoptera (23,98%), Ephemeroptera (21,71%) e Plecoptera (11,52%), correspondendo a 83,99% do total coletado. Em trabalho realizado por Kikuchi; Uieda (2005) no município de Itatinga, São Paulo, estas também foram as ordens predominantes; Bispo; Oliveira (1998) registraram Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera como sendo abundantes no Parque Ecológico de Goiânia, Goiás.

Considerando regiões biogeográficas distintas, estas ordens também surgem como as mais abundantes como, por exemplo, em rios da Nova Zelândia (ROUNICK; WINTERBOURN, 1982), no rio Animas no sudoeste do Colorado, USA (COURTNEY; CLEMENTS, 2002) e na bacia hidrográfica do rio Dama, Chile (FIGUEROA et al., 2003).

Hydropsychidae (Trichoptera) foi a família mais abundante, com 2.720 indivíduos, correspondendo a 19,39% do total amostrado, seguida de Elmidae (Coleoptera) com 1.667 indivíduos (11,88%) e Psephenidae (Coleoptera) com 1.665 indivíduos (11,87%) (Tabela 3). Num estudo realizado na encosta da Serra de Caldas, município de Caldas Novas, Goiás, Shuvartz et al. (2005) também constataram que Hydropsychidae foi a família mais abundante.

A riqueza de famílias encontrada no presente trabalho é bastante similar à encontrada por Bueno; Bond-Buckup; Ferreira (2003) em rios pertencentes à Bacia do Rio das Antas e à Bacia do Rio Gravataí, no estado do Rio Grande do Sul; por Kikuchi; Uieda (1998) na Bacia do Paranapanema, no estado de São Paulo e por Baptista et al (1998) na Bacia do Rio Macaé, no estado do Rio de Janeiro.

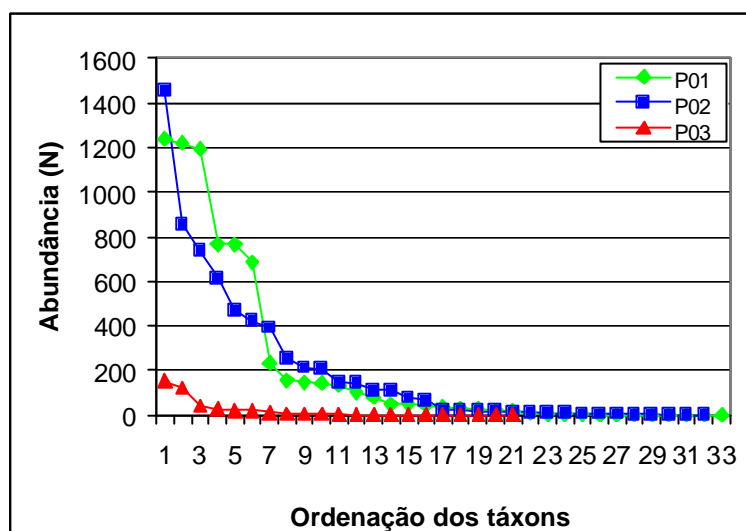
**Tabela 3:** Organismos encontrados em três pontos amostrais no período de setembro de 2004 a agosto de 2005, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

Ordem	Família	Pontos				
		P01	P02	P03	Total	
COLEOPTERA	Elmidae	1239	422	6	1667	
	Gyrinidae	1	-	-	1	
	Hydrophilidae	21	6	-	27	
	Psephenidae	687	854	124	1665	
	Staphylinidae	4	-	-	4	
DIPTERA	Athericidae	-	4	-	4	
	Blephariceridae	4	-	-	4	
	Ceratopogonidae	1	3	-	4	
	Chironomidae	48	112	5	165	
	Ephydriidae	-	1	-	1	
	Rhagionidae	130	112	2	244	
	Simuliidae	17	9	1	27	
	Tipulidae	100	392	7	499	
	EPHEMEROPTERA	Baetidae	29	22	-	51
		Caenidae	7	9	-	16
Leptohyphidae		765	614	22	1401	
Leptophlebiidae		1193	256	12	1461	
	Siphonuridae	49	66	2	117	
HEMIPTERA	Naucoridae	242	470	51	763	
LEPIDOPTERA	Pyralidae	1	7	-	8	
MEGALOPTERA	Corydalidae	26	143	28	197	
ODONATA	Aeshnidae	1	1	-	2	
	Agriidae	1	2	1	4	
	Coenagrionidae	145	146	7	298	
	Corduliidae	1	6	-	7	
	Libellulidae	1	14	1	16	
PLECOPTERA	Gripopterygidae	79	12	1	92	
	Perlidae	766	736	22	1524	
TRICHOPTERA	Ecnomidae	3	19	1	23	
	Glossosomatidae	2	21	-	23	
	Hydrobiosidae	38	78	1	117	
	Hydropsychidae	1221	1456	43	2720	
	Limnephilidae	156	18	-	174	
	Philopotamidae	234	211	2	447	
	Polycentropodidae	43	207	2	252	
Total		7255	6429	341	14025	

A maior riqueza taxonômica foi encontrada no P01 e P02 com 33 e 32 famílias, respectivamente, pertencentes a 9 ordens; das 35 famílias coletadas, 30 são observadas nos dois pontos. Da mesma forma, as maiores abundâncias foram verificadas no P01 e P2, respectivamente 7.255 e 6.429 indivíduos. No P03 foram coletadas 21 famílias de 8 ordens, totalizando 341 indivíduos, evidenciando uma perda numerosa de indivíduos e táxons. DICKENS; GRAHAM (1998) obtiveram resultados similares estudando os rios Umthinzima, Mpophomeni, Mgeni e Darvill, em região de mineração na África do Sul.

Os pontos amostrais não apresentaram semelhança quanto aos grupos predominantes; no P01 Elmidae, Hydropsychidae e Leptophlebiidae (Ephemeroptera) foram representadas por cerca de 1.200 indivíduos cada; no P02 Hydropsychidae predominou com 1.456 indivíduos; no P03 Psephenidae apresentou a maior abundância, 126 indivíduos (Tabela 3).

A análise das curvas de importância de famílias para os três pontos (Fig. 13, Apêndice NP) revela a maior proporção de táxons raros no P03; no P01 e P02 observa-se uma diversidade mediana, determinada principalmente pela alta dominância de Elmidae, Hydropsychidae e Leptophlebiidae (P01) e de Hydropsychidae (P02). Observa-se, também, a presença de um grupo de famílias com diversidade intermediária no P01, Perlidae, Leptohyphidae e Psephenidae.

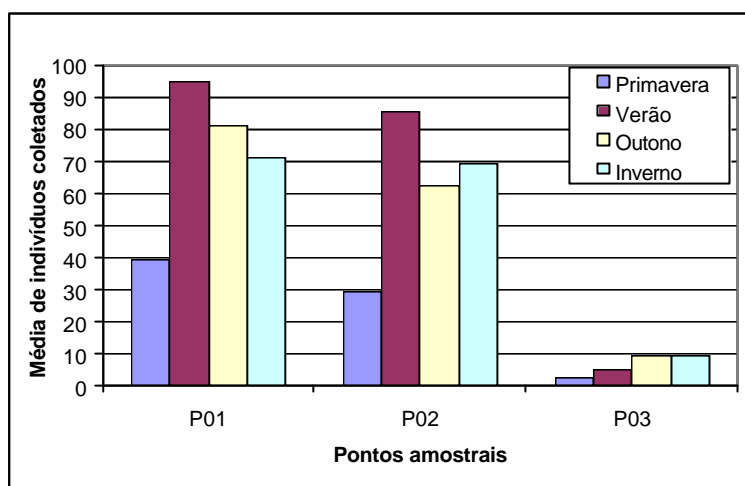


**Figura 13.** Curva de importância de famílias representando a abundância relativa dos insetos amostrados no rio Mãe Luzia, setembro/04 a agosto/05.

A distribuição longitudinal da fauna de insetos bentônicos ao longo do rio não é uniforme, sendo que Gyrinidae e Staphylinidae (Coleoptera) e Blephariceridae (Diptera) foram encontradas apenas no P01, enquanto Athericidae e Ephidridae (Diptera) foram exclusivas do P02.

Comparando-se as estações do ano, registraram-se as maiores abundâncias médias no verão no P01 e P02, seguidos do outono e inverno nos mesmos pontos. Os valores mínimos deste parâmetro foram registrados na primavera no P01 e P02 e em todas as estações no P03 (Fig. 14). Bueno; Bond-Buckup; Ferreira (2003) argumentam que a primavera é a época reprodutiva da

maioria dos insetos aquáticos, podendo haver uma redução na abundância dos mesmos, seguido de aumento populacional após a época reprodutiva, como no verão e outono. Resultados semelhantes em que os insetos foram encontrados com maior frequência nas coletas nos meses subsequentes à época de reprodução foram constatados por Kikuchi; Uieda (1998). O P01 apresentou maiores valores em todas as estações do ano, ao passo que os menores valores de abundância foram observados para o P03.



**Figura 14.** Média dos indivíduos coletados por estação do ano no rio Mãe Luzia, setembro/04 à agosto/05.

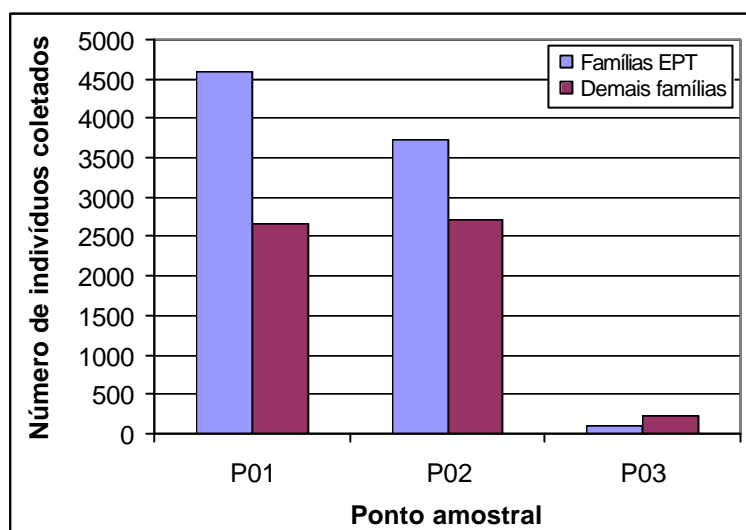
#### 4.2.1.1 Riqueza e abundância de EPT

Com relação à fauna de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), no P01 e P02 foram coletadas 5 famílias de Ephemeroptera (Baetidae, Caenidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae e Siphonuridae), 7 de Trichoptera (Ecnomidae, Glossosomatidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Limnephilidae, Philopotamidae, Polycentropidae) e 2 de Plecoptera (Gripopterigidae e Perlidae); no P03 foram coletadas 3 famílias de Ephemeroptera (Leptohyphidae, Leptophlebiidae e Siphonuridae), 5 de Trichoptera (Ecnomidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Philopotamidae, Polycentropidae) e 2 de Plecoptera (Gripopterigidae e Perlidae). A coleta de EPT no P03 coincidiu com valores elevados de vazão, sendo possivelmente resultado de carreamento a partir de locais a montante do P03, fato que explicaria a presença de EPT em águas tão poluídas. Bispo; Oliveira (1998), em trabalho realizado em córregos de Cerrado no Parque Ecológico de Goiânia,



descreveram que o aumento do fluxo do rio acarreta num grande transporte de indivíduos rio abaixo.

As famílias de EPT foram mais abundantes no P01, indicativo de melhor qualidade ambiental. Taylor; Bailey (1997) ressaltam a necessidade de observar se há um declínio na abundância ou riqueza dos taxa de EPT, pois estes são os primeiros indicadores de locais impactados. No P02 houve redução no número de indivíduos, especialmente de Leptophlebiidae; neste ponto o rio recebe uma pequena contribuição de efluentes de mineração, oriundos de pilhas de rejeitos (Fig. 5). O P03 recebe fortes descargas de efluentes provenientes da exploração do carvão mineral, reduzindo drasticamente a fauna de EPT (fig. 15). O P03 foi o único local onde a abundância das famílias de EPT foi menor do que a abundância das famílias de outras ordens.



**Figura 15.** Número de indivíduos coletados das famílias de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) e de famílias de outras ordens (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Lepdoptera, Megaloptera e Odonata), durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso, SC.

Figueroa et al. (1999) e Yandora (2000) salientam que nos trechos de má qualidade ambiental a riqueza decresce drasticamente, sendo excluídas todas as espécies sensíveis e moderadamente sensíveis pertencentes às ordens EPT. Wallace et al. (1996) apud Moeykens (2002) e Bueno; Bond-Buckup; Ferreira (2003) salientam que a grande riqueza de famílias de EPT pode indicar ambientes ainda preservados.

Courtney; Clements (2002) em estudo no rio Animas, nos Estados Unidos afirmaram que alguns gêneros de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Diptera são sensíveis a presença de metais na água; no P01 e P02 essas ordens foram abundantes, sendo geralmente ausentes no P03, onde as concentrações de zinco, ferro, alumínio e manganês eram maiores do que o valor permitido pela resolução do CONAMA. Segundo os mesmos autores, os efeitos tóxicos dos metais reduzem a diversidade e a abundância dos invertebrados bentônicos e resultam na perda das espécies sensíveis a esses poluentes.

Vários autores propõem a utilização das famílias de EPT para indicar perturbações ambientais; nesse sentido foram desenvolvidas métricas ou propostas para a inclusão de procedimentos de avaliação rápida para diagnosticar ambientes alterados. Na tabela 4 são apresentadas algumas métricas comumente utilizadas para a avaliação da qualidade da água (ROSENBERG; RESH, 1993; LENAT, 1993; BARBOUR et al., 1996 apud EATON, 2003).

**Tabela 4** - Métricas e respostas esperadas para o aumento da perturbação em rios, adaptado de Eaton (2003).

<b>Métrica</b>	<b>Tipo de dados coletados</b>	<b>Definição</b>	<b>Condição da métrica em água degradada</b>
Número de táxons EPT	Presença/ausência	Número de espécies de insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT)	Diminui
Número de táxons	Presença/ausência	Número de espécies de insetos aquáticos ou táxons diferenciáveis	Diminui
Porcentagem de táxon dominante	% composição	Porcentagem do táxon mais abundante ( $N^{\circ}$ de indivíduos do táxon mais abundante/ $N^{\circ}$ total de indivíduos de insetos) x 100	Aumenta

A aplicação dessas métricas aos dados do presente estudo mostra que no P01 o número total de táxons e o número de táxons de EPT foram maiores em relação ao P03, enquanto que a porcentagem do táxon dominante foi menor em relação ao P02 e ao P03 (Tabela 5). Tais resultados são compatíveis com o decréscimo da qualidade da água do P01 em direção ao P03. Cabe ressaltar que o P02 apresentou um número menor de indivíduos para as famílias de EPT em relação ao P01, embora o número de táxons seja o mesmo.

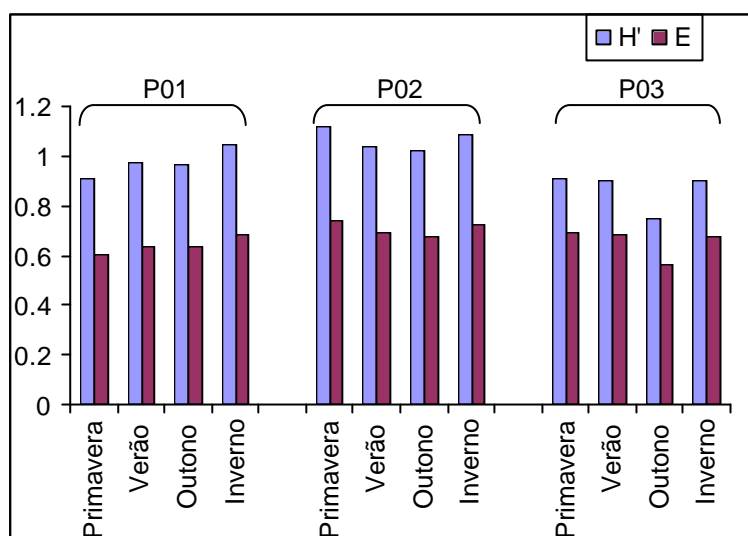
**Tabela 5** - Métricas e valores dos táxons para os pontos amostrais P01, P02 e P03 durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso, SC.

	P01	P02	P03
Número de táxons de EPT	14	14	10
Número de táxons	33	32	21
Porcentagem de táxon dominante	17,07%	22,64%	36,36%

Além das famílias de EPT, Chironomidae (Diptera) é considerada por alguns autores (p.ex. GALDEAN et al., 2000; FERNÁNDEZ; DOMINGUEZ, 2001) indicadora de qualidade ambiental. Marques; Barbosa; Callisto (1999) argumentam que há necessidade de cuidado quanto a generalizações, pois apenas alguns gêneros podem ser empregados como bioindicadores da qualidade ambiental com confiança. Chironomidae é citada por diversos autores como o grupo de mais ampla distribuição, sendo freqüentemente o grupo mais abundante em ambientes de água doce (FONSECA; ESTEVES, 1999; MARQUES et al., 1999; MUÑOS, E. et al., 2001; HENRIQUES-OLIVEIRA et al., 2003; CARVALHO; UIEDA, 2004; GONÇALVES; ARANHA, 2004; ARAB, A. et al., 2004; KIKUCHI; UIEDA, 2005; RIBEIRO; UIEDA, 2005; ABILIO, et al., 2005; CALLISTO et al., 2005; TRIVINHO-STRIXINO; STRIXINO, 2005). No presente trabalho Chironomidae foi de pequena participação na composição da comunidade, representada por poucos indivíduos, sendo possivelmente reflexo da metodologia utilizada que descartou indivíduos menores do que 1 mm; resultados semelhantes foram obtidos por Vitule e Alves (2003).

#### 4.2.2 Índices Ecológicos

Os valores do índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou ( $E$ ) foram para o P01 maiores no inverno ( $H'=1,044$  e  $E=0,687$ ) e menores na primavera ( $H'=0,912$  e  $E=0,600$ ); no P02 maiores na primavera ( $H'=1,120$  e  $E=0,744$ ) e menores no outono ( $H'=1,021$  e  $E=0,678$ ); enquanto que os maiores valores para o P03 foram na primavera ( $H'=0,913$  e  $E=0,690$ ) e os menores valores foram encontrados no outono ( $H' 0,747$  e  $E=0,564$ ), demonstrando uma diversidade menor (Fig. 16).



**Figura 16.** Índice de diversidade de Shannon-Winner (H') e de equitabilidade de Pielou (E) durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso, SC.

A variação do índice ao longo do período de coleta mostrou os valores de diversidade mais elevados no P01 (sem influência antrópica) e P02 (pequena contribuição de efluentes oriundos da exploração do carvão mineral) e reduzidos no P03, localizado a jusante da descarga poluente.

#### 4.2.3 Análises Estatísticas

A análise de variância (ANOVA) indicou diferença significativa do P03 em relação aos demais em todas as estações do ano, sendo maior na primavera e menor no outono (Primavera [ $F_{(2,102)} = 10,948$ ,  $p < 0,01$ ], Verão [ $F_{(2,102)} = 10,105$ ,  $p < 0,01$ ], Outono [ $F_{(2,102)} = 7,376$ ,  $p < 0,01$ ] e Inverno [ $F_{(2,102)} = 8,589$ ,  $p < 0,01$ ]); não houve diferença significativa em nenhuma estação entre P01 e P02.

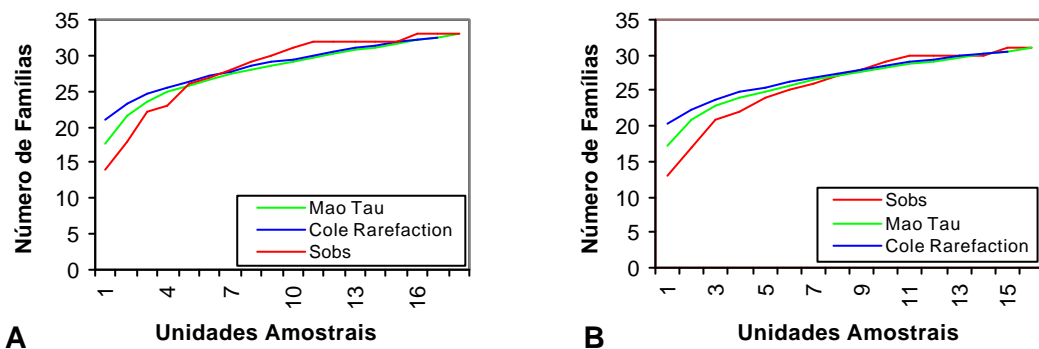
Para os cálculos de curvas de rarefação e riqueza foram consideradas duas situações: uma primeira análise utilizando todos os dados obtidos nas unidades amostrais; uma segunda análise removendo as unidades amostrais de maio e agosto, quando houve o carreamento dos insetos conforme mencionado anteriormente na análise de abundância.

As curvas de rarefação para o P01, embora não tenham atingido a assíntota, apresentaram-se com tendência à estabilidade e bastante próximas dos valores observados. As curvas dos estimadores de riqueza no P01 não apresentaram tendência à estabilidade em nenhuma situação, com uma

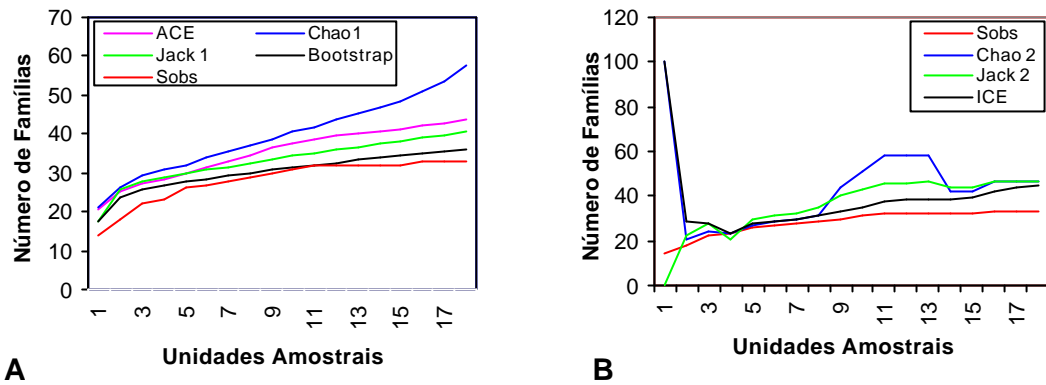
aproximação mais nítida à assíntota para a curva da riqueza observada (Figs. 17 e 18, Sobs). As curvas dos estimadores foram próximas à curva acumulada de táxons observados, com a exceção de Chao1 e Chao 2 (Figs. 18 A-B, 19 A).

No P02 as curvas de rarefação e dos estimadores apresentaram tendência à estabilidade e muito próximas, indicando que os valores obtidos se aproximam do esperado (Figs. 20-22).

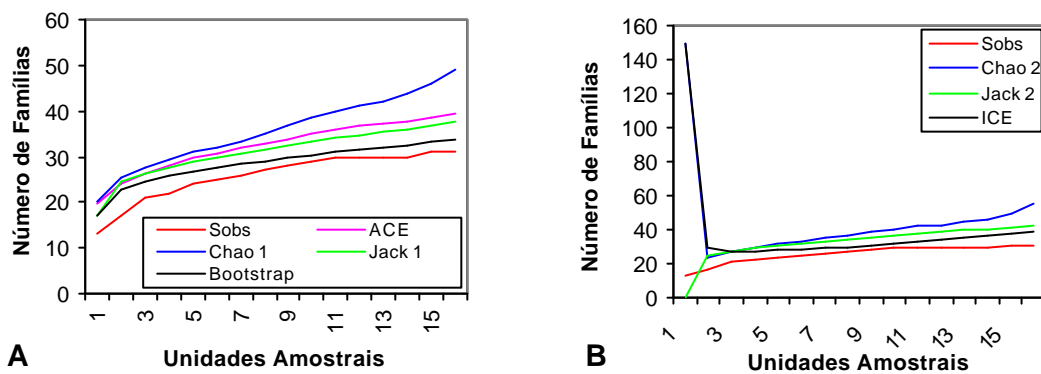
No P03 as curvas de rarefação não atingiram a assíntota e não apresentaram tendência à estabilidade, mostrando-se afastadas dos valores observados. Nas curvas de rarefação sem as unidades amostrais de maio e agosto, ocorreu uma maior aproximação dos valores observados a partir da metade do período amostral. As curvas dos estimadores Chao 1, Chao 2, Jack 2 e ICE apresentaram tendência à estabilidade. Observa-se que ocorreu um maior distanciamento da riqueza observada em relação aos estimadores, devido provavelmente à alteração na composição da comunidade que detectada nesse ponto nos meses de maio e agosto (Figs. 23-25).



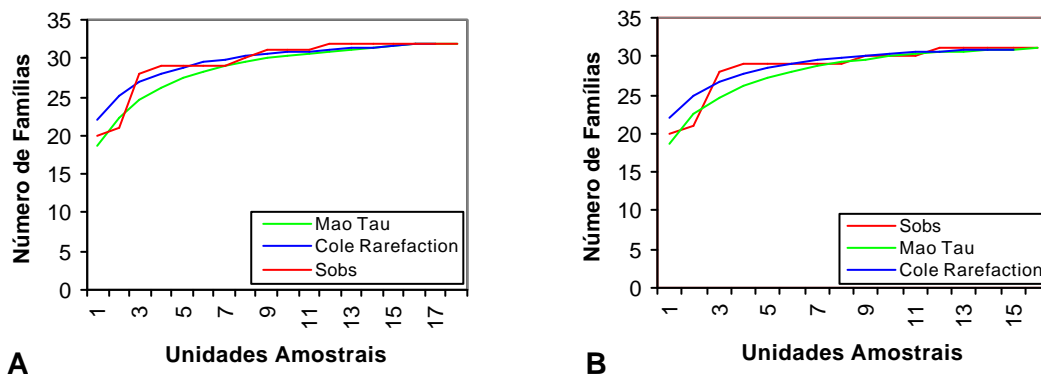
**Figura 17.** Curvas de rarefação e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P01, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A – Todas as unidades amostrais; B – Removendo as unidades amostrais de maio e agosto.



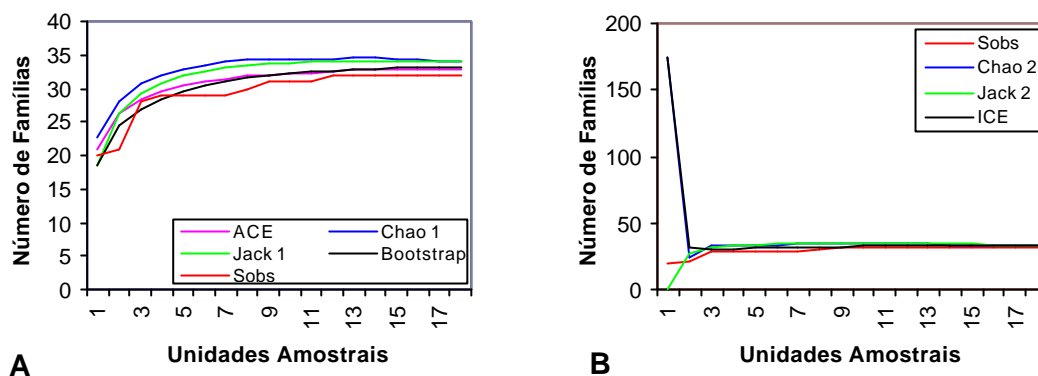
**Figura 18.** Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P01, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B - Jack 2, Chao 2 e ICE.



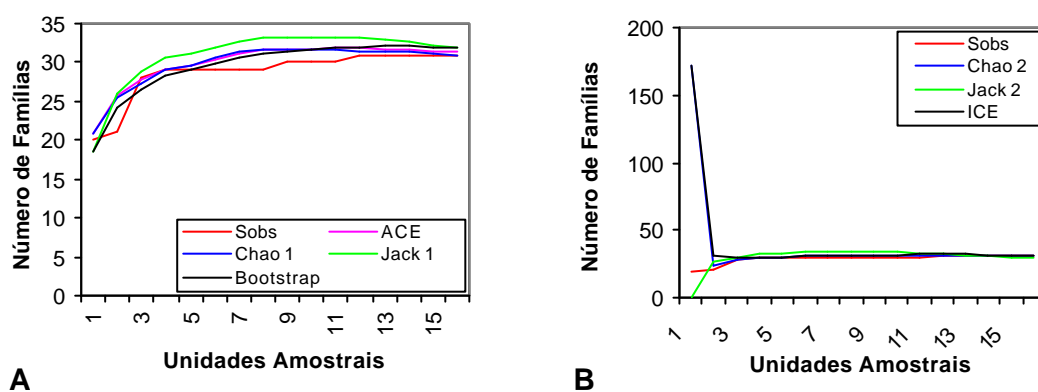
**Figura 19.** Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P01, rio Mãe Luzia, Treviso/SC, removendo as unidades amostrais de maio e agosto. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B - Jack 2, Chao 2 e ICE.



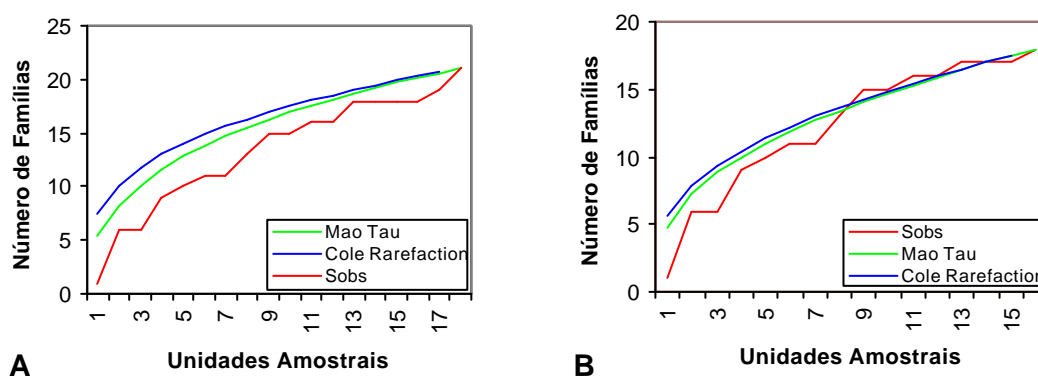
**Figura 20.** Curvas de rarefação e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P02, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - Todas as unidades amostrais; B - Removendo as unidades amostrais de maio e agosto.



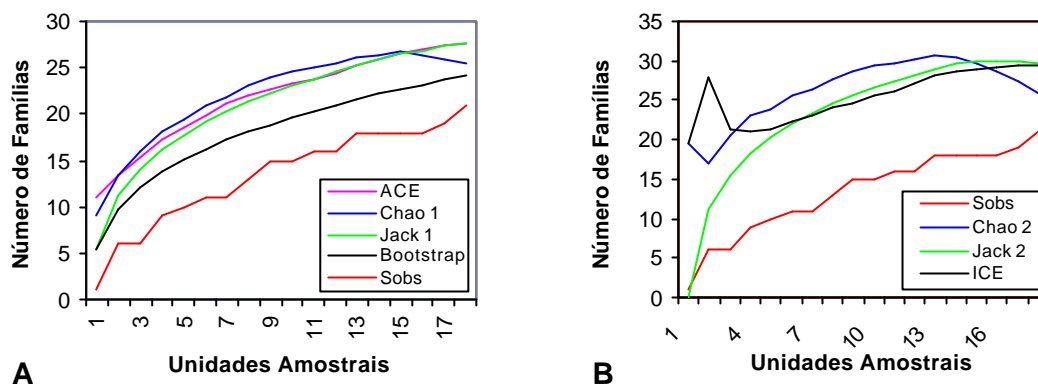
**Figura 21.** Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P02, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B - Jack 2, Chao 2 e ICE.



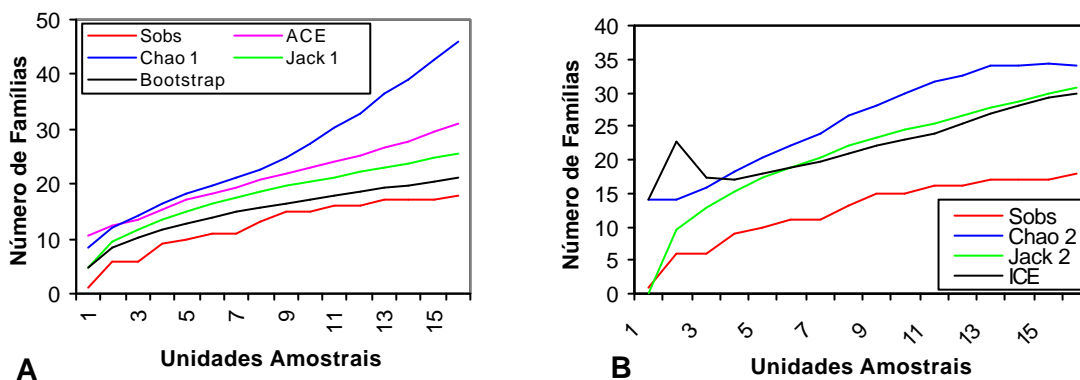
**Figura 22.** Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P02, rio Mãe Luzia, Treviso/SC, removendo as unidades amostrais de maio e agosto. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B - Jack 2, Chao 2 e ICE.



**Figura 23.** Curvas de rarefação e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P03, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - Todas as unidades amostrais; B - Removendo as unidades amostrais de maio e agosto.



**Figura 24.** Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P03, rio Mãe Luzia, Treviso/SC. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B - Jack 2, Chao 2 e ICE.



**Figura 25.** Curvas dos estimadores de diversidade e riqueza observada de famílias de insetos bentônicos no P03, rio Mãe Luzia, Treviso/SC, removendo as unidades amostrais de maio e agosto. A - ACE, Jack 1, Chao 1 e Bootstrap; B - Jack 2, Chao 2 e ICE.

A análise de agrupamento (UPGMA) resultou na formação de dois grandes grupos distintos (Fig. 26). O primeiro grupo (em vermelho) com quatro subgrupos, onde o subgrupo 1 inclui unidades amostrais do P02 (coletas do inverno, outono e verão); o subgrupo 2, unidades do P01 (coletas do inverno, outono, verão e a coleta nov. a da primavera); o subgrupo 3, duas coletas de novembro (primavera) do P02; e o subgrupo 4 inclui as primeiras coletas de novembro e outubro do P01, realizadas na primavera.

O segundo grupo (em azul) apresenta dois subgrupos. O subgrupo 1 abrange unidades amostrais do P03; o subgrupo 2 compreende as unidades amostrais do P03 de agosto (inverno) e maio (outono), P02 de outubro (primavera) e setembro (inverno) e P01 de setembro (inverno). O agrupamento das unidades amostrais de maio e agosto do P03 com unidades do P01 e P02 resultou,



provavelmente, do número alto de indivíduos registrados no P03 em função do carreamento dos mesmos e da diluição dos poluentes.

A UPGMA evidenciou a separação da comunidade de insetos bentônicos entre pontos amostrais (Fig. 26), sendo que a maior similaridade ocorreu, em geral, entre as unidades amostrais do mesmo ponto. Ficou evidenciada, também, a maior similaridade entre o P01 e o P02.

Pelos mesmos motivos descritos para a análise dos estimadores de riqueza, foi realizada uma segunda análise de agrupamento excluindo as coletas de maio e agosto (Fig. 27). Observou-se que houve uma maior aproximação das unidades amostrais de cada ponto, com a exceção de unidades de inverno e primavera do P01 e P02. Cabe ressaltar que todas as unidades do P03 ficaram reunidas em um único grupo.

### UPGMA

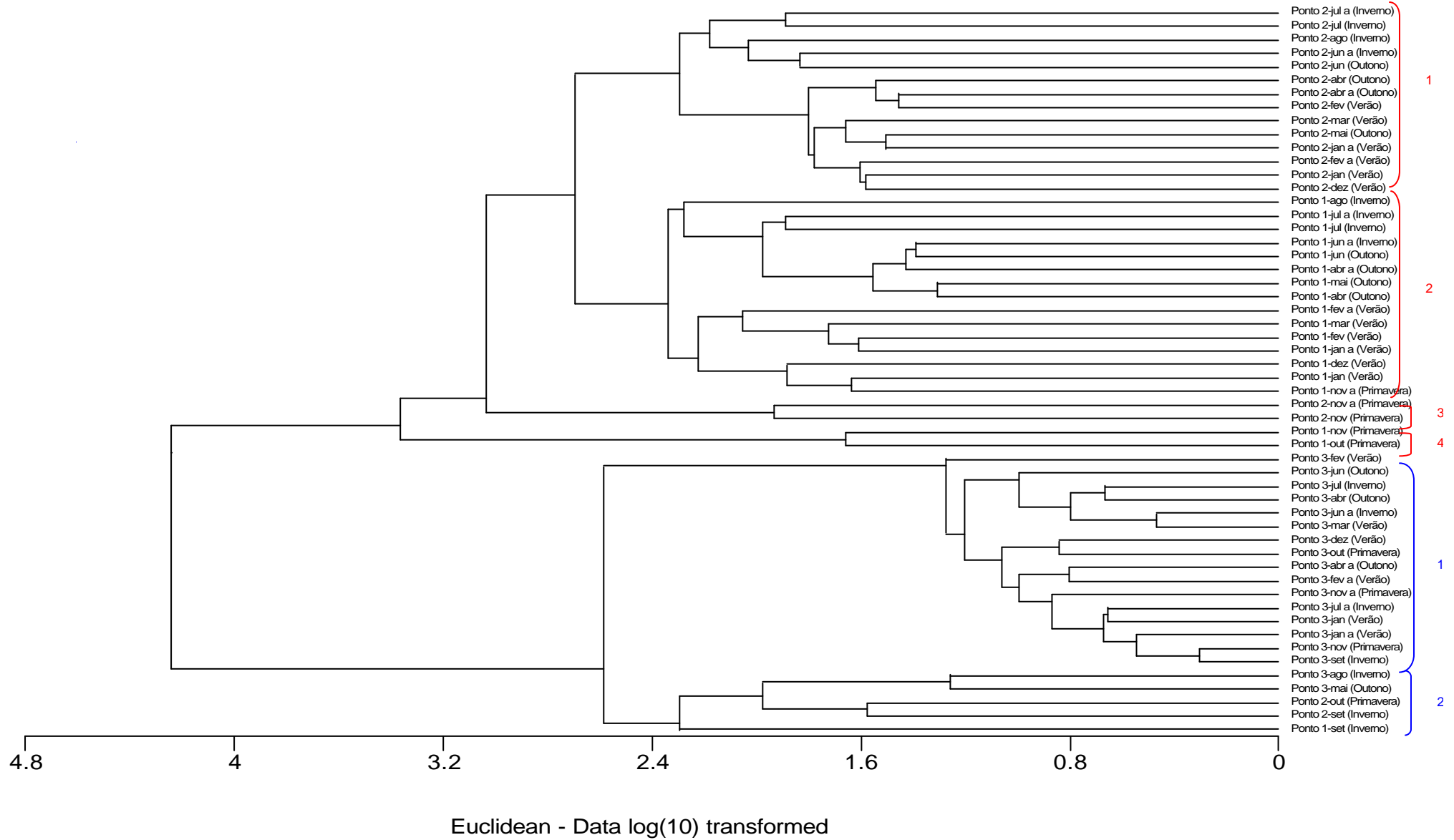
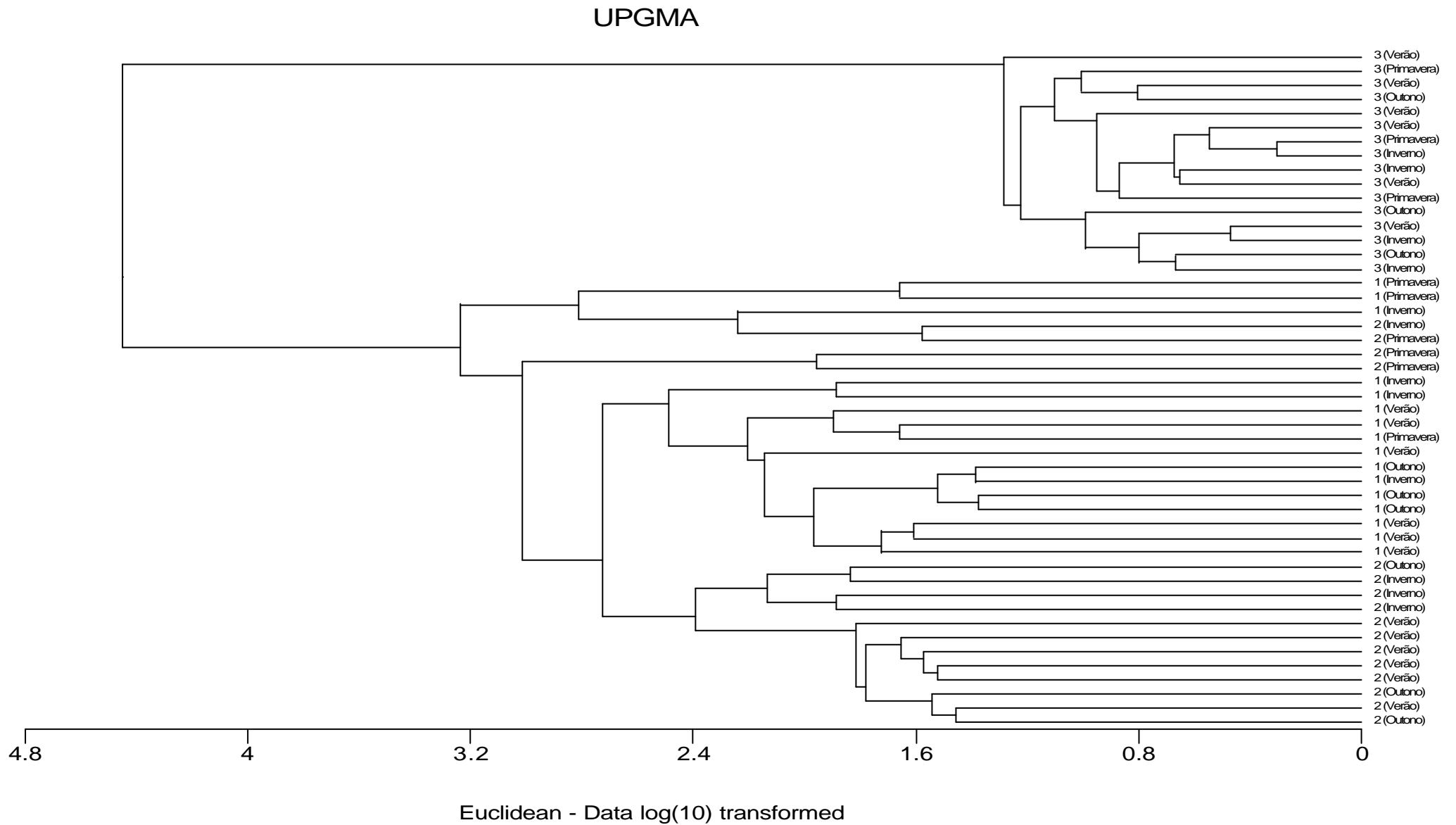


Figura 26. Análise de agrupamento (UPGMA) das unidades amostrais durante o período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

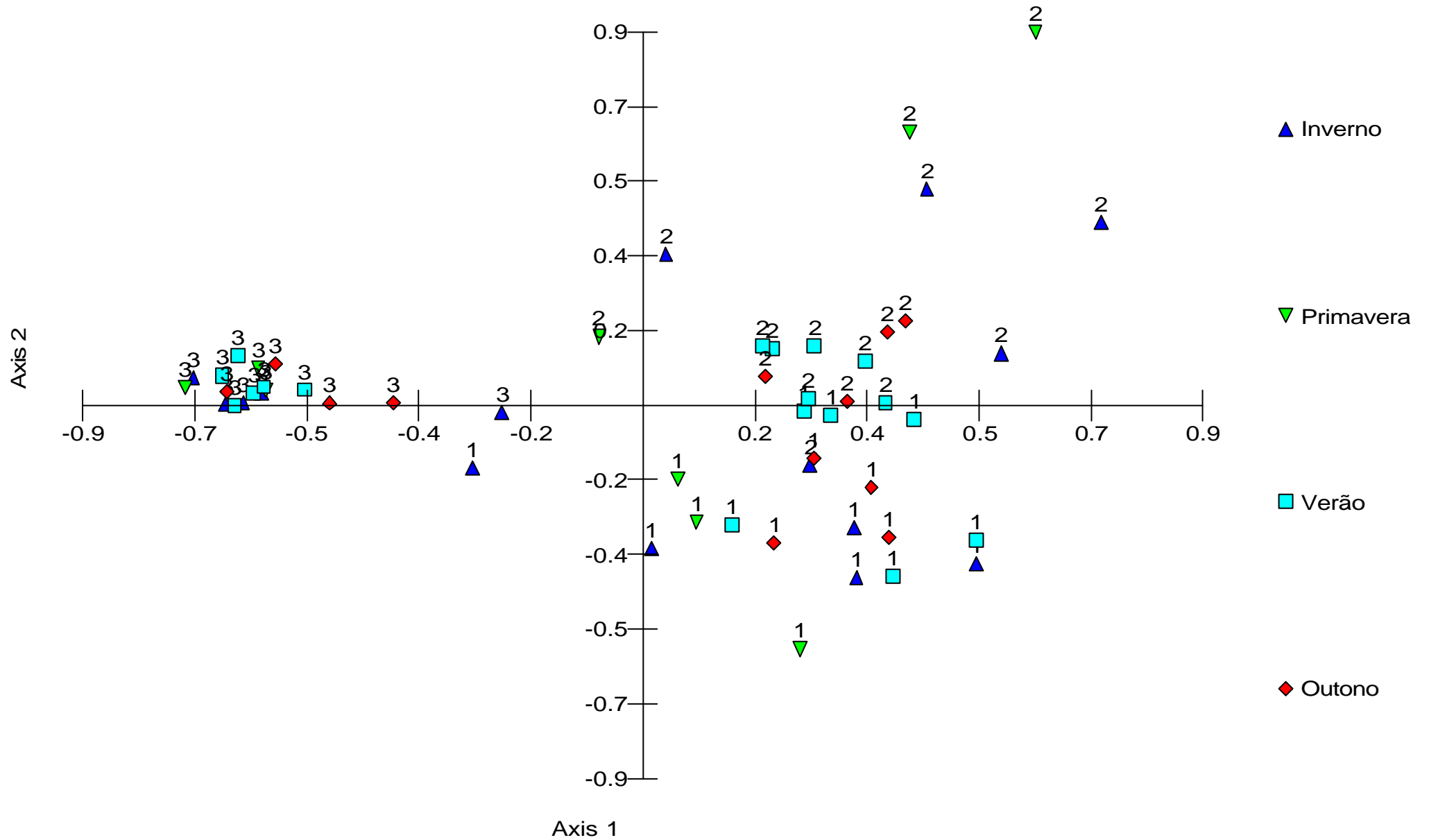


**Figura 27.** Análise de agrupamento (UPGMA) das unidades amostrais durante o período de setembro/04 a agosto/05, removendo as unidades de maio e agosto, no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

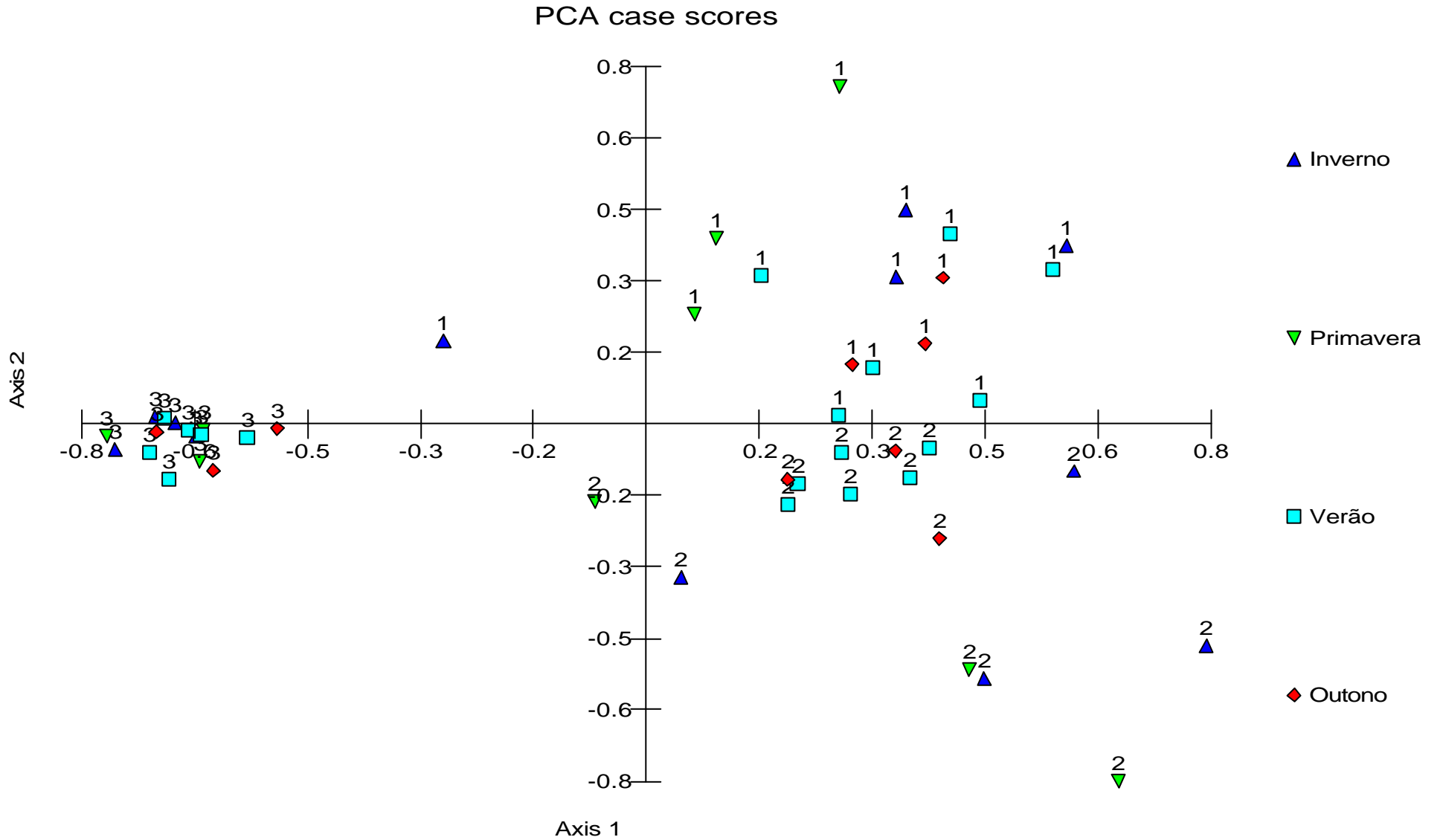
A Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada com a finalidade de estudar o grau de associação da comunidade de insetos bentônicos coletada ao longo do período de estudo. Verificou-se que as unidades amostrais agruparam-se para o P03 e este grupo apresentou-se afastado das demais unidades ao longo do eixo principal (Fig. 28). As unidades do P01 e P02 formam agrupamentos com limites menos nítidos, apresentando alguma sobreposição, porém em geral afastadas entre si ao longo do eixo secundário (Fig. 28). A PCA não detectou a formação de grupos sazonais.

Uma nova PCA foi realizada removendo as unidades amostrais de maio e agosto, resultando em separação mais evidente das unidades do P01 e do P02, novamente sem a definição de grupos sazonais (Fig. 29). Além disso, percebe-se uma maior aproximação entre as unidades amostrais do P03, corroborando com os resultados obtidos pela UPGMA, que evidenciou maior similaridade entre as coletas realizadas naquele ponto.

### PCA case scores



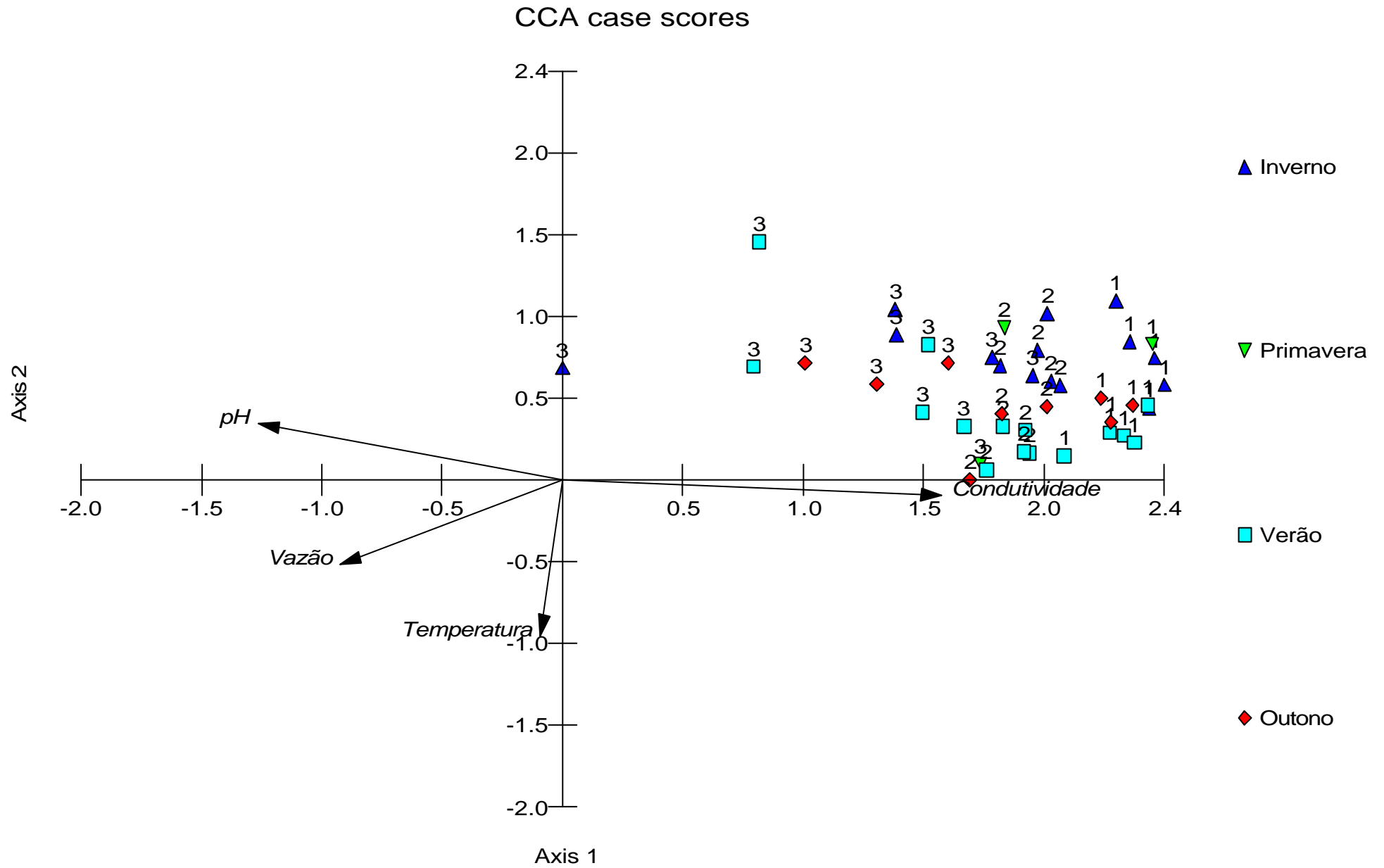
**Figura 28.** Distribuição das unidades amostrais por meio da análise de componentes principais (PCA) para a fauna de insetos bentônicos coletados no período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC. 1, 2 e 3 referem-se, respectivamente, aos pontos amostrais P01, P02 e P03.



**Figura 29.** Distribuição das unidades amostrais por meio da análise de componentes principais (PCA) para a fauna de insetos bentônicos coletados no período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC, removendo as unidades de maio e agosto. 1, 2 e 3 referem-se, respectivamente, aos pontos amostrais P01, P02 e P03.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) evidenciou uma maior correlação entre o eixo principal da diversidade e a condutividade (índice de correlação canônica  $R_c=0,185$ ); o pH ( $R_c=0,105$ ), a temperatura ( $R_c= -0,188$ ) e a vazão ( $R_c= -0,041$ ) apresentam maior correlação com o eixo secundário (Fig. 30). A correlação entre as variáveis ambientais medidas e a variação da diversidade foi baixa. Apesar da proximidade entre as unidades dos três pontos, observou-se um maior distanciamento das unidades do P01 em relação às demais no sentido do eixo principal; as unidades do P02 apresentaram certa sobreposição com unidades do P03.

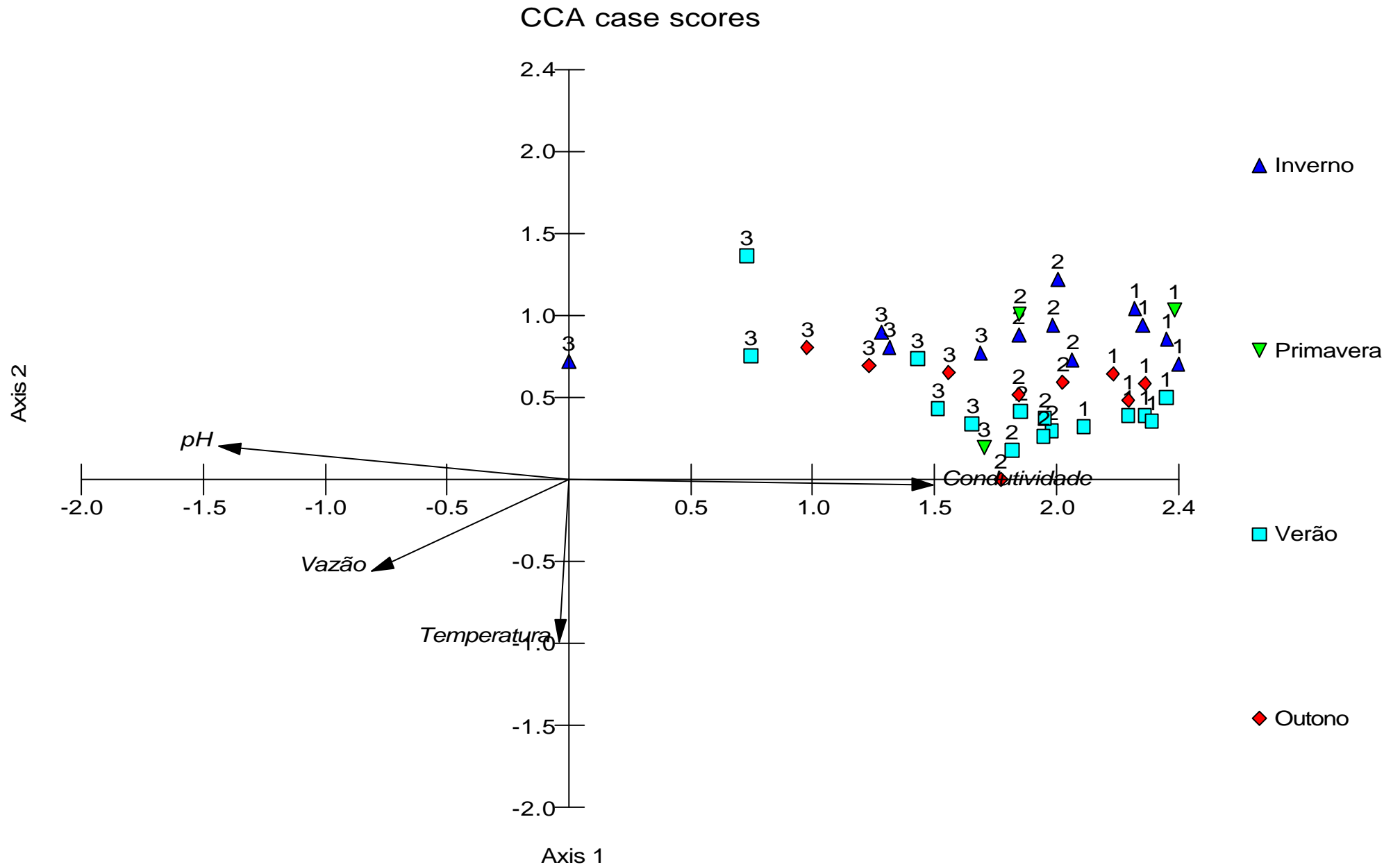
Foi realizado um novo processamento da CCA removendo as unidades amostrais de maio e agosto, com resultados semelhantes à primeira análise, porém com melhor separação entre as unidades do P02 e P03 (Fig. 31). Nesta segunda análise observou-se a maior correlação da condutividade ( $R_c= 0,161$ ) e do pH ( $R_c= -0,146$ ) com o eixo principal, e temperatura ( $R_c= -0,205$ ) e vazão ( $R_c= -0,040$ ) com o eixo secundário. Para as unidades amostrais do P01 e P02 foi possível detectar certo agrupamento sazonal, em função provavelmente da variação da temperatura, variável mais correlacionada ao eixo secundário da CCA. É possível identificar maior proximidade entre as unidades de verão e outono e entre as unidades de inverno e primavera. No entanto, o pequeno afastamento entre as unidades e o fato de haver apenas uma unidade de primavera para cada ponto limita esta interpretação, sendo necessários trabalhos mais extensos para confirmá-la. As unidades do P03 não apresentaram agrupamentos sazonais. Os resultados da CCA corroboram aqueles da UPGMA e da PCA. Evidenciando que as atividades antrópicas alteraram as condições ecológicas do P03, modificando os valores de pH e condutividade, resultando na variação da estrutura da comunidade biota.



Vector scalina: 5.60

Figura 30. Análise de correspondência canônica entre as variáveis pH, condutividade, vazão e temperatura e a biota aquática dos pontos amostrais 1, 2 e 3, removendo todas as unidades amostrais com dados incompletos.





Vector scalina: 5.26

**Figura 31.** Análise de correspondência canônica entre as variáveis pH, condutividade, vazão e temperatura e a biota aquática dos pontos amostrais 1, 2 e 3, removendo todas as unidades amostrais com dados incompletos e as unidades de agosto.

Cabe ressaltar que os fatores físico-químicos são de grande importância na estruturação ecológica dos biótopos aquáticos, determinando a ocorrência e distribuição dos organismos. Oliveira (1991) apud Bispo; Oliveira (1998) afirma que em regiões de clima tropical, a pluviosidade, a velocidade e a vazão da água são fatores importantes na distribuição dos insetos bentônicos.

Considera-se que os valores de pH adequados à manutenção da vida aquática devem estar entre 6 e 9 unidades (CETESB, s/d); Silveira (2004) afirmam que o pH quando baixo interfere no tipo de comunidade de insetos bentônicos. No P01 e P02 observa-se uma relação entre o aumento de pH e o aumento do número de indivíduos, resultados compatíveis com as observações de Almada; Würdig (2000).

Friberg et al. (2001), analisando a comunidade de macroinvertebrados e os gradientes físico-químicos na Groelândia ocidental, consideraram que as principais variáveis responsáveis por separar os grupos distintos foram pH, fosfato, condutividade e cloreto. A abundância foi correlacionada positivamente com a condutividade e também com a temperatura da água (FRIBERG et al., 2001). Em córregos de Portugal, a temperatura, a condutividade e a pluviosidade foram descritos como sendo os fatores mais importantes na dinâmica desses ecossistemas (Pires et al., 2000 apud ARAB et al., 2004). Baptista et al. (2001) constataram que a condutividade e o pH foram parâmetros importantes responsáveis pela delimitação dos grupos de insetos aquáticos em trechos de um rio pertencente à bacia do rio Macaé, sudeste do Brasil.

Os baixos níveis de pH demonstram como o rio Mãe Luzia vem sofrendo o impacto da mineração do carvão (ALEXANDRE, 2000), refletindo na redução do número de indivíduos de insetos bentônicos. Segundo Bruschi-Júnior et al. (2000), a exploração do carvão gera modificações na qualidade da água, reduzindo o pH e provocando estresse sobre as populações aquáticas. Miranda; Schwarzbald (2000) argumentam que a comunidade biótica tende a ser reduzida quando localizada em águas ácidas, refletindo na densidade, diversidade e mudança na composição das espécies dominantes, com maior representatividade de espécies com elevada tolerância. Baixos valores de pH são relacionados, em vários casos, com diversidade menor de espécies (WARD, 1992 apud HUAMANTINCO; NESSIMIAN 2000).

A temperatura da água não foi o principal fator que influenciou na separação dos pontos amostrais; porém, apresentou correlação com os agrupamentos das

unidades amostrais de um mesmo ponto amostral. Ward e Stanford (1982) consideram que a temperatura é o principal fator para a ecologia e evolução dos insetos aquáticos. Em regiões temperadas, a temperatura da água e a duração dos períodos de congelamento desempenham um importante papel na determinação da estrutura da comunidade dos insetos aquáticos (Friberg et al. 2001). No neotrópico, Wolf et al. (1988) apud Huamantínco; Nessimian, (2000) num estudo na Colômbia, observaram que a temperatura e a pluviosidade pareciam ser os principais fatores reguladores da biota aquática.

Quedas na abundância dos insetos nas coletas do P02 em setembro, outubro e novembro coincidiram com períodos de fortes chuvas nos dias anteriores às amostragens (Apêndices Q, R e S), podendo indicar a importância deste fator abiótico na estruturação da comunidade bentônica analisada, conforme também constataram Carvalho; Uieda (2004) e Gonçalves; Aranha (2004). Callisto et al. (2004) argumentam que, durante o período de fortes chuvas, ocorre o carreamento da biota bentônica e parte do material orgânico encontrado no fundo dos rios, alterando a riqueza, a diversidade e o número de indivíduos da comunidade de insetos bêntonicos.

Na ocorrência de fortes chuvas foi encontrado um número maior de indivíduos no P03, provavelmente relacionado à diluição dos efluentes e ao carreamento dos insetos dos pontos a montante. Kikuchi; Uieda (2005) verificaram que a maior densidade e riqueza de espécies de invertebrados aquáticos, provavelmente estavam ligados ao fator alimentar e à corrente, pois no período seco os organismos não são facilmente removidos pela corrente de água, cuja velocidade é elevada no período chuvoso.

CARVALHO; UIEDA (2004, p. 291) observam que

*“apesar de vários grupos de invertebrados apresentarem adaptações anatômicas e comportamentais para evitar o arraste pela correnteza (ALLAN, 1995), chuvas fortes não previsíveis podem ter um efeito forte. [...] O número de insetos pode declinar drasticamente após chuvas de uma magnitude suficiente para alterar a estrutura física do substrato (FLECKER; FEIFAREK, 1994)”.*

Vários trabalhos informaram que a instabilidade hidrológica das chuvas pode produzir um conseqüente decréscimo na composição e na abundância de insetos

aquáticos conforme foi observado na presente pesquisa (BAPTISTA et al., 2001; CARVALHO; UIEDA, 2004; GONÇALVES; ARANHA, 2004; BRITO-JUNIOR; ABILIO; WATANABE, 2005; SHUVARTZ, M. et al., 2005).

Deve-se considerar, ainda, que a presença de *litter* no P01 era maior que no P02 e P03. A maior abundância e riqueza de insetos bentônicos no P01 podem ser influenciadas pela presença deste *litter*, utilizado como alimento e abrigo, observações também realizadas por Bueno; Bond-Buckup; Ferreira (2003) em estudos no Rio Tainhas no Rio Grande do Sul e Kikuchi; Uieda (2005) no córrego Itaúna, Itatinga, São Paulo. Segundo Bispo; Oliveira (1998) os insetos aquáticos podem agregar-se em locais onde existe maior abundância de detritos vegetais, elevando a possibilidade de formação de microhabitats. A estrutura biológica depende da qualidade da água, do substrato de fundo e da intensidade da poluição (ALMADA; WÜRDIG, 2000).

## 5 CONCLUSÕES

Diversidade, riqueza e abundância de insetos bentônicos no rio Mãe Luzia são informações pioneiras para os cursos d'água do sul de Santa Catarina, revelando características que podem subsidiar futuros estudos de reabilitação ambiental nesta região. Assim, a preservação dos trechos não poluídos dos cursos d'água reveste-se de grande importância para o estabelecimento e manutenção de várias famílias de organismos bentônicos.

O uso atual do rio e seu entorno é, em algumas áreas, conflitante com as recomendações de manejo adequadas para a preservação; portanto, tornam-se necessárias medidas para minimizar ou eliminar a geração de impactos para, então, estabelecer programas eficientes de reabilitação desse importante recurso hídrico.

A variação observada na comunidade de insetos nos três pontos do rio Mãe Luzia indicam a sensibilidade da fauna às mudanças nas características da água. O acompanhamento dessa comunidade ao longo de um período maior poderá fornecer informações apropriadas para monitorar as mudanças futuras no rio Mãe Luzia e em outros rios da região sul catarinense. Além disso, adaptar os protocolos de avaliação rápida e métricas de EPT usados por países de clima temperado seria um passo importante para o avanço na utilização do biomonitoramento nos rios da região, visto ser uma prática de baixo custo e eficaz. Monitorar a abundância dos taxa sensíveis, tais como EPT, ajudaria a avaliar o progresso da reabilitação de um rio.

Os resultados do presente estudo evidenciam que existe uma forte pressão antrópica sobre a biota do rio Mãe Luzia, refletindo em impacto na comunidade de insetos bentônicos. As atividades humanas alteraram as condições ecológicas da área de estudo, resultando na mudança da estrutura dessa comunidade. A poluição por metais, tendo como efeitos as alterações na condutividade ou pH da água, é o fator mais limitante para o desenvolvimento da biota aquática. Os reflexos disto foram a baixa riqueza e abundância de insetos no P03, o mais alterado, contrastando com a fauna mais rica e abundante no P01, local onde não havia indícios de impacto por efluentes.

## 6 REFERÊNCIAS

ABILIO, F. J. P. et al. Fauna de Chironomidae e outros insetos aquáticos de açudes do semi-árido Paraibano, Brasil. **Entomology and Vectors**, v. 12, n. 2, p. 255-264, 2005.

ADAMS, S. M. Biomarker/bioindicator response profiles of organisms can help differentiate between sources of anthropogenic stressors in aquatic ecosystems. **Biomarkers**, v. 6, n. 1, p. 33-44, 2001.

ALEXANDRE, N. Z. Diagnóstico ambiental da região carbonífera de Santa Catarina: degradação dos recursos naturais. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 5, n.2, p. 35-50, 1999.

ALEXANDRE, N. Z. **Análise Integrada da Qualidade das Águas da Bacia do Rio Araranguá (SC)**.2000. 292f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ALEXANDRE, N. Z. Proposta de metodologia simplificada para investigar a contaminação dos recursos hídricos pela mineração de carvão: estudo fr caso, sub-bacia do rio Mãe Luzia. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 49-61, 2002.

ALMADA, C. M. W.; WÜRDIG, N. L., Avaliação da Fauna Bentônica em Ambiente Aquático. In: Centro de Ecologia/UFRGS. **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p.784-791.

ARAB, A. et al. Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). **Annales de Limnologie**. - Int. J. Lim. v. 40, n. 4, p. 317-327, 2004.

ARAUJO, P. R. P. Biomonitoramento da qualidade da água do Guandu e do Paraíba. **Revista FEEMA**, Secretaria do Estado de Meio ambiente, Rio de Janeiro, v. 4, n. 18, p. 22-5, 1995.

ASSIS, J. C. F., CARVALHO, A. L., NESSIMIAN, J. L. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, MARICÁ-RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 2, p. 273-282, 2004.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622p.

BAPTISTA, D. F. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Ed.). **Ecologia de insetos aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1998. p. 191-207.

BAPTISTA, D. F. et al. Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 295-304, 2001.

BETTES JUNIOR, H. **Santa Catarina**. Curitiba: Nova Didática, 2001. 72p.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Ed.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis, Vol. V. PPGE – UFRJ. Rio de Janeiro, 1998. p.175-189.

BISPO, P. C.; FROELICH, C. G.; OLIVEIRA, L. G. Spatial distribution of Plecoptera nymphs in streams of a mountainous area of central Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 409-417, 2002.

BISTHOVEN, L. J. et al. Sublethal parameters in morphologically deformed Chironomus larvae: clues to understanding their bioindicator value. **Freshwater Biology**, v. 39, p. 179-191, 1998.

BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G. Dinâmica populacional de *Aegla platensis* Schimitt (Crustacea, Decapoda, Aeglidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 43-9, 2000.

BUENO, A. A. P. et al. Crescimento de *Aegla platensis* Schimitt em ambiente natural (Crustacea, Decapoda, Aeglidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 51-60, 2000.

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

BRITO-JUNIOR, L.; ABILIO, F. J. P.; WATANABE, T. Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em chironomidae. **Entomology and Vectors**, v. 2, n. 12, p. 149-157, 2005.

BRUSCHI-JÚNIOR et al. Avaliação da qualidade ambiental dos riachos através das taxocenoses de peixes. In: Centro de Ecologia/UFRGS. **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p.803-809.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil). In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Ed.). **Ecologia de insetos aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1998. p. 223-234.

CALLISTO, M. et al. Macroinvertebrados bentônicos como ferramentas para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M. et al. Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 4, p. 743-755, 2004.



CALLISTO, M. et al. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (northeastern Brazil). **Brazilian Journal of biology**, v. 65, n. 2, p. 229-240, 2005.

CAMPOS, M. L. et al. Avaliação de três áreas de solo construído após mineração de carvão a céu aberto em Lauro Muller, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1123-1137, 2003.

CARVALHO, E. M.; UIEDA, V. S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n.2, p.287-293, 2004.

CASTRO, J. C. **Coluna White**: Estratigrafia da Bacia do Paraná no Sul do Estado de Santa Catarina-Brasil. Florianópolis: Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1994.

CASTRO-SILVA, M. A. et al. Heavy metal resistance of microorganisms isolated from coal mining environments of Santa Catarina. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, n. 1, p. 45-47, 2003.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Variáveis de qualidade das águas**. s/d. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2005.

CITADINI-ZANETTE, V; BOFF, V. P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1992.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard Methods**: for the examination da water e waterwater. 20th edition. Apha Awwa Wef: 1998.

COLWELL, R. **EstimatS: Estatistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Sample**. Versão 7.5, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. 2005.

COMPIN, A.; CÉRÉGHINO, R. Sensitivity of aquatic species richness to disturbance in the Adour-Garonne stream system (France). **Ecological Indicators**, v. 3, p. 135-142, 2003.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução CONAMA n. 20: Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Data da legislação 18/06/1986 – publicação DOU 30/07/1986. Brasília, DF, 1986.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos**: Metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 246p.

COURTNEY, L. A.; CLEMENTS, W. H. Assessing the influence of water and substratum quality on benthic macroinvertebrate communities in a metal-polluted stream: an experimental approach. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 1766-1778, 2002.

CREPALDI, C. **Análise de parâmetros do monitoramento ambiental da Mina do Trevo – Siderópolis, SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003, 168f.

DAMATO, M. O emprego de indicadores biológicos na determinação de poluentes orgânicos perigosos. In: MAIA, N. B.; MARTOS & BARRELA, H. L. (Ed.). **Indicadores Ambientais**. São Paulo: Educ/INEP/COMPED, 2001. p.229-236.

DICKENS, C.W.S.; GRAHAM, P.M. Biomonitoring for effective management of wastewatre discharges and the health of the river environment. **Aquatic Ecosystem Health & Management Society**, v. 1, p. 199-217, 1998.

EATON, D. P. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais da qualidade de água. In.: CULLEN JUNIOR, I.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Ed.) **Métodos de Estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Paraná: editora UFPR/Fundação O Boticário de proteção à natureza, 2003. p.43-67.

EARLE, J.; CALLAGHAN, T. Impacts of mine drainage on aquatic life, water uses, and man-made structures. *In*: Brady, K. B. C. et al. **Coal mine drainage prediction and pollution prevention in Pennsylvania**. Harrisburg, PA: Department of Environmental Protection, 1979. Cap. 4. p.1-10.

EPAGRI. Análise das Características Físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Urussanga, 1996. 61p.

FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. **Guia para la Determinación de los Artrópodos Bentônicos Sudamericanos**. Tucumán – Argentina: Universidad Nacional de Tucumán/Facultad de Ciências Naturales e Instituto M. Lillo, 2001.

FIGUEROA, R. et al. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de calidad de agua. **VI Jornadas del CONAPHI-CHILE**. 1999. 24 p.

FIGUEROA, R. et al. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 76, p. 275-285, 2003.

FONSECA, J. J. L.; ESTEVES, F. A. Influence of bauxite tailings on the structure of the benthic macroinvertebrate community in an Amazonian lake (Lago Batata, Pará - Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 3, p. 397-405, 1999.

FRIBERG, N. et al. Macroinvertebrate stream communities along regional and physico-chemical gradients in Western Greenland. **Freshwater Biology**, v. 46, p. 1753-1764, 2001.

GALVIZZO, L. G. et al.. Recuperação de áreas utilizadas para depósitos de rejeitos de minas de carvão. *In*: Centro de Ecologia/UFRGS. **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p.480- 491.

GALDEAN, N. et al. Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, p. 545-552, 2000.

GONÇALVES, F. B.; ARANHA, J. M. R. Ocupação espaço-temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, PR (Brasil). **Acta Biológica Parananense**, v. 33, n. 1,2,3,4, p. 181-191, 2004.

HARDERSEN, S. The role of behavioural ecology of damselflies in the use of fluctuating asymmetry as a bioindicator of water pollution. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 45-53, 2000.

HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L., et al. Feeding habits of chironomid larvae (insecta: diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 63, n. 2, p. 269-281, 2003.

HORBACH, R. et al.. Geologia. In: **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim** : geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p. 29-312. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 33).

HUAMANTINCO, A. A.; NESSIMIAN, J. L. Variation and life strategies of the trichoptera (insecta) larvae community in a first order tributary of the Paquequer river, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 60, n. 1, p. 73-82, 2000.

JICA (Japan International Cooperation Agency). Estudo de custo-benefício para recuperação de áreas degradadas pela mineração em Santa Catarina. Núcleo de Pesquisa e estudos sócio-econômicos, NUPESE, Criciúma, 1997.

KAUL, P. F. T. Geologia. In: **Geografia do Brasil: Região Sul**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências. v. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 29-54.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Ed.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Série Oecologia Brasiliensis, Vol. V. PPGE – UFRJ. Rio de Janeiro, 1998. p.157-173.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomology and Vectors**, v. 12, n. 2, p. 193-231, 2005.

KLUMP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: MAIA, N. B.; MARTOS & BARRELA, H. L.(Ed.). **Indicadores Ambientais**. São Paulo: Educ/INEP/COMPED, 2001. p.77-94.

KUHLMANN, M. L. Invertebrados bentônicos como indicadores de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos continentais. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELA, H. L. (Ed.). **Indicadores Ambientais**. São Paulo: Educ/INEP/COMPED, 2001. p.237-248.

LEITE, F. P.; KLEIN, R. M. Vegetação: Região Sul. In: **Geografia do Brasil**. v.2. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p.113-150.

LEUNG, Brian. Fluctuating Asymmetry as a Bioindicator of Stress: Comparing Efficacy of Analyses Involving Multiple Traits. **American Naturalist**, v. 155, n. 1, p. 34-89, 2000.

LIMA, J. S. Processos Biológicos e o Biomonitoramento: Aspectos Bioquímicos e Morfológicos. In: MAIA, N. B.; MARTOS & BARRELA, H. L.(Ed.). **Indicadores Ambientais**. São Paulo: Educ/INEP/COMPED, 2001. p.95-115.

MACAN, T. T. **Guia de animais: Invertebrados de agua dulce**. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, S. A., 1975.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. London, Chapman and Hall, 1988. 179p.

MARQUES, M. G. S. M. et al. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p.203-210, 1999.

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

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S; STAFFORD, S. **Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research**. USA: Springer-Verlag New York, 2000.

MELO, A. S. Diversidade de macroinvertebrados em riachos. In.: CULLEN JUNIOR, I.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Ed.) **Métodos de Estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Paraná: editora UFPR/Fundação O Boticário de proteção à natureza, 2003. p. 69-90.

MERRIT, R. W; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 2.ed. USA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.

METCALFE, J. L. Biological water quality assesment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Enviromental Pollution**, Canadá, v. 60, p. 101-139, 1989.

MIRANDA, A. L. B.; SCHWARZBOLD, A, Estrutura da comunidade de algas perifíticas em ambientes lóticos. In: Centro de Ecologia/UFRGS. **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p. 792-802.

MOEYKENS, M. D. **Studies of Benthic Macroinvertebrate Use for Biomonitoring of Mid-Atlantic Highland Streams**. Dissertação (Doctor of Philosophy in Entomology) - Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virgínia, 144p., 2002.

MUÑOS, E. et al. Evaluation rapida de la biodiversidad en cinco sistemas lenticos de Chile Central: macroinvertebrados bentonicos. **Gayana (Concepción)**, v. 65, n. 2, 2001.

NIESER, N.; MELO, A. L. **Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais: Guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha**. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v.2. p.151-187.

OLIVEIRA, A. et al. **Inventário da fauna de insetos aquáticos na Estação Ambiental de Peti (CEMIG)**. In: Fernando Silveira. (Eds). Anais da ANEEL – Projeto Peti/UFMG, 25-30, 2005.

PRINTES, L. B. et al. Biomonitoramento da Área Sob Influência da Exploração Carbonífera Através de Testes de Toxicidade com Cladocera (Crustacea; Branchiopoda). In: Centro de Ecologia/UFGRS. **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFGRS, 2000. p.758-783.

RESH, V. H.; JACKSON, J. K. rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D. M.; Resh, V. H. (Eds.), **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman and Hall, London, 1993. p. 195-223.

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, p. 613-618, 2005.

ROCA, Ellen. Avaliação de ameaças. In: **Natureza em Foco: Avaliação Ecológica Rápida**. The Nature Conservancy: Arlington/Virgínia, USA. 2003. p. 119-124.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates: Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall: 195-233, 1993.

ROUNICK, J. S.; WINTERBOURN, M. J. Benthic faunas of forested streams and suggestions for their management. New Zealand, **Journal of ecology**. n. 5, p. 140-150, 1982.

SANTA CATARINA. (Estado). Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística Geografia e Informática. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia das Minas e Energia. Diagnóstico do carvão mineral catarinense. Florianópolis, 1990.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. Plano de Gestão e Gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá - Zoneamento da disponibilidade e da qualidade hídrica: Documento síntese. v.1. Florianópolis, 1997a.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. Plano de Gestão e Gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá - Zoneamento da disponibilidade e da qualidade hídrica: Caracterização hidrológica. v.2. Florianópolis, 1997b.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral**. Florianópolis, 1997c.

SANTOS, M. A. M. **Análise Custo-benefício do setor carbonífero de Santa Catarina no período de 1987 a 1988**. (Dissertação em Engenharia) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1992.

SEILER, S. M.; TURNER, A. M. Growth and population size of crayfish in headwater streams: individual- and higher-level consequences of acidification. **Freshwater Biology**, v. 49, p. 870-881, 2004.

SHUVARTZ, M. et al. Relações entre distribuição e abundância de larvas de Trichoptera (Insecta), em córregos de Cerrado no entorno do Parque Estadual da Serra de CALdas (Caldas Novas, Estado de Goiás) **Acta Scientiarum Biological Sciences**. v. 27, n. 1, p. 51-55, 2005.



SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2004. (documentos 36).

TAYLOR, B. R.; BAILEY, R. C. Aquatic effects technology evaluation (AETE) program: Technical evaluation on methods for benthic invertebrate data analysis and interpretation. Ottawa, Ontario: Prepared for Canada center for Mineral and Energy Technology, 1997.

TEIXEIRA, M. B. et al.. Vegetação. In: Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim : geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p.541-632. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 33).

TOWNSEND, C. R. et al. The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: description and prediction. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 768-785, 2003.

TRIERVEILER, F. **Estrutura e conservação da fauna de quirópteros da região de Tocantins, GO**. 1998. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto-Alegre, 1998.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Chironomidae (Diptera) do Rio Ribeira (divisa dos estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. **Entomology and Vectors**, v. 12, n. 2, p. 243-253, 2005.

TUNDISI, J. G. Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de C, T & I: Recursos Hídricos. n. 20, 2005.

UNESC-IPAT/PLURAL. Ecosistemas aquáticos. In: Estudo de impacto ambiental da Usina Termelétrica Sul Catarinense (USITESC). Universidade do Extremo Sul Catarinense - Instituto de pesquisa ambiental e tecnológicas - IPAT/Plural S/A. Vol. 3. p.1-27, 2003.

VITULE, J. R. S.; ALVES, M. P. Comparação entre a taxocenose de insetos aquáticos em três ambientes distintos da Bacia do Rio Piraquara, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. **Estudos de biologia**, v. 25, n. 52, p.51-56, 2003.

WALLACE, J. B.; ANDERSON, N. H. Habitat, life history, and behavioral adaptations of aquatic insects. In: MERRIT, R. W; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 2.ed. USA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996. p. 41-73.

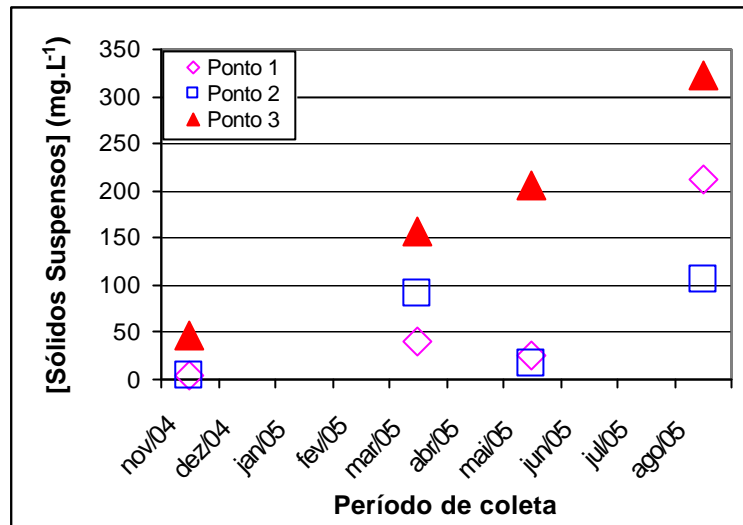
WARD, J. V.; STANFORD, J. A. Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. **Annual Review of Entomology**, n. 27, p. 97-117, 1982.

YANDORA, K. Rapid Bioassessment of Benthic Macroinvertebrates illustrates water quality in small order urban streams in north Carolina Piedmont City. s/d.

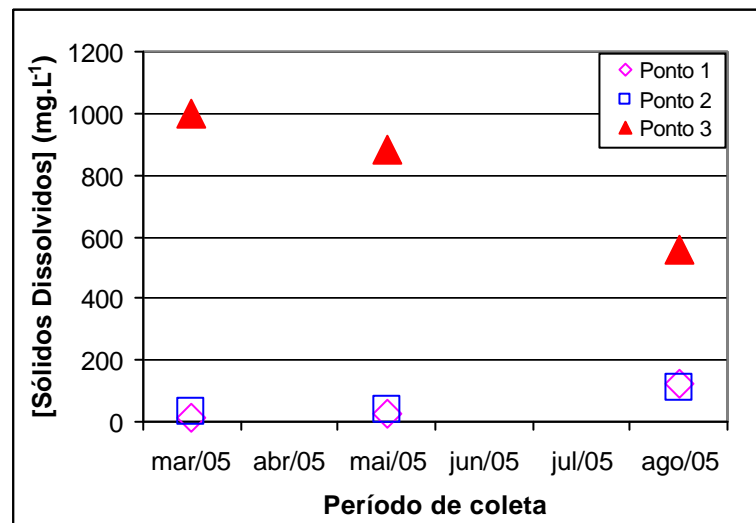
YOUNG, B. et al. Levantamentos de fauna. In: **Natureza em Foco: Avaliação Ecológica Rápida**. The Nature Conservancy: Arlington/Virgínia, USA. 2003. p. 91-117.

ZANARDI JÚNIOR, V.; PORTO, M. L. **Avaliação do sistema de lagoas em área de mineração de carvão a céu aberto**: metais pesados na água, plantas e substrato. Boletim do Instituto de Biociências. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1991. n. 49, p.1-83.

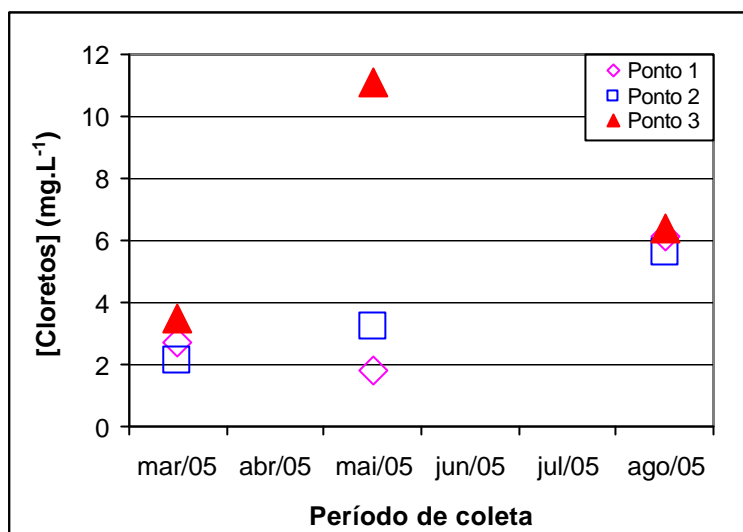
## APÊNDICES



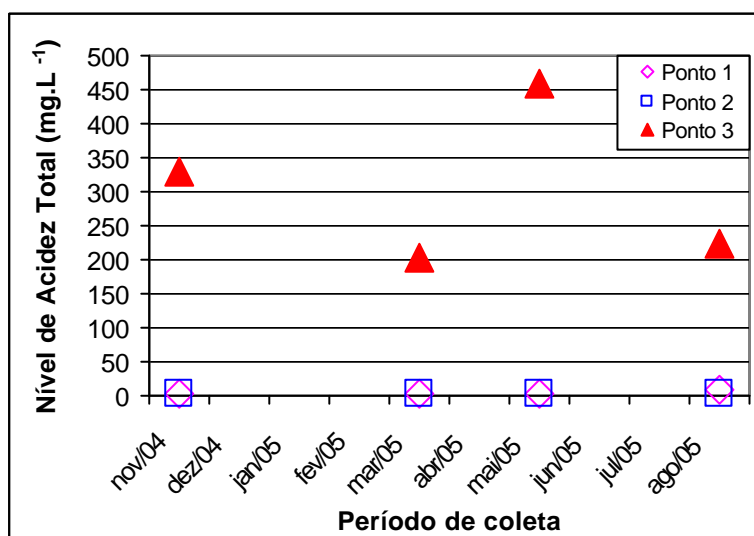
Apêndice A - Concentração de sólidos suspensos nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



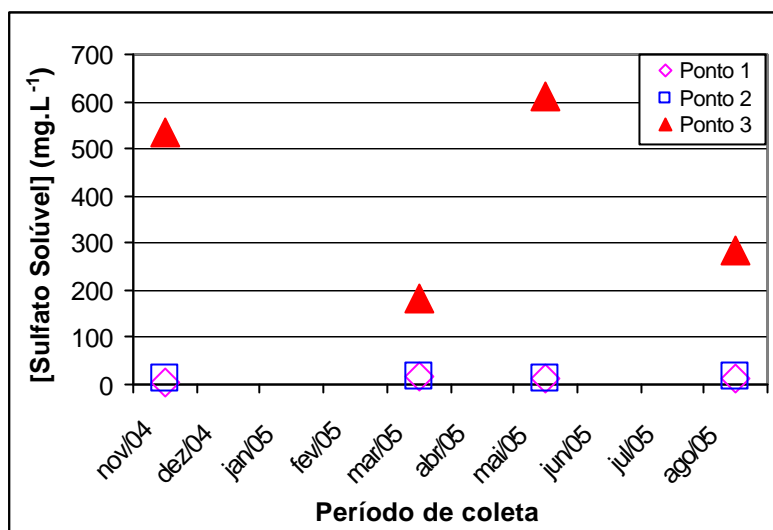
Apêndice B - Concentração de sólidos dissolvidos nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



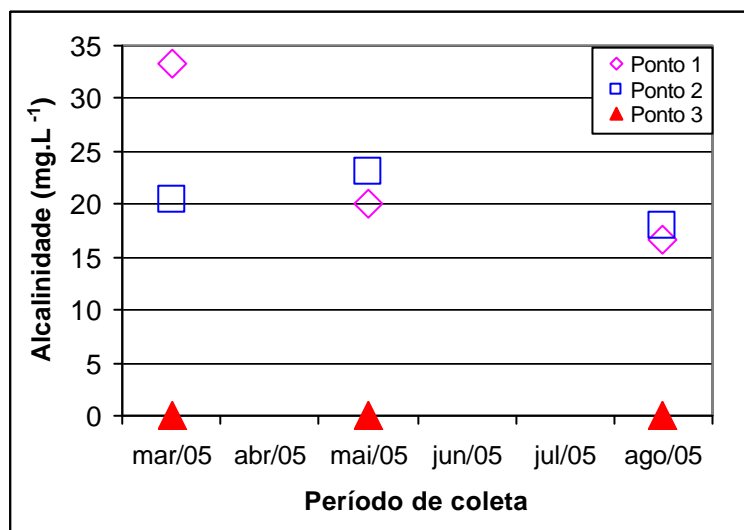
Apêndice C - Concentração de cloretos nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



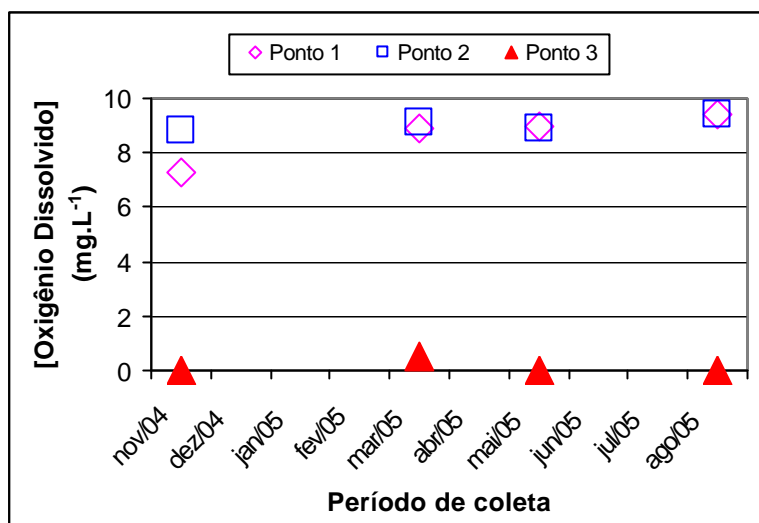
Apêndice D - Níveis de acidez total nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



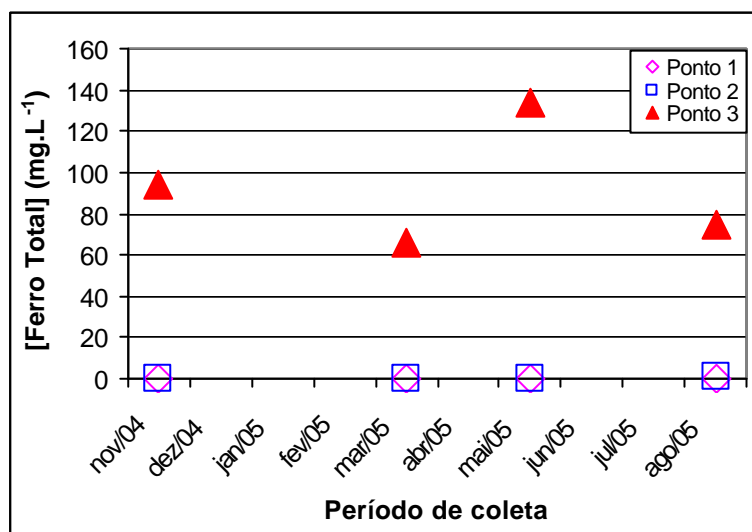
Apêndice E - Concentração de sulfato solúvel nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



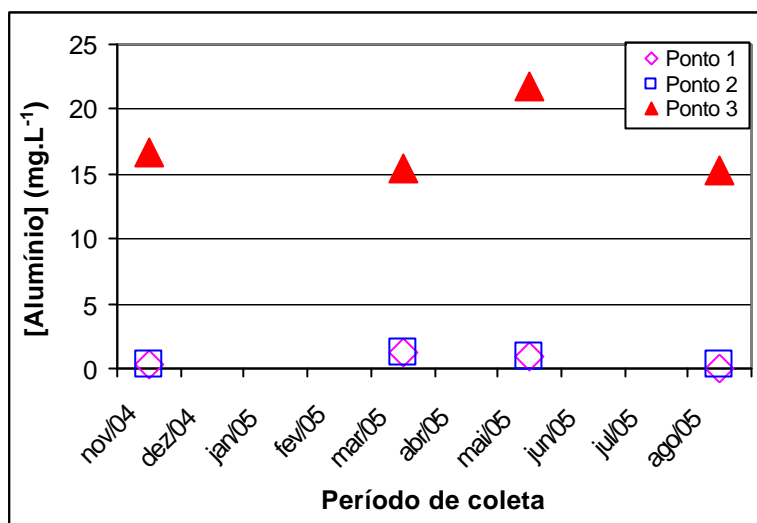
Apêndice F - Níveis de alcalinidade nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



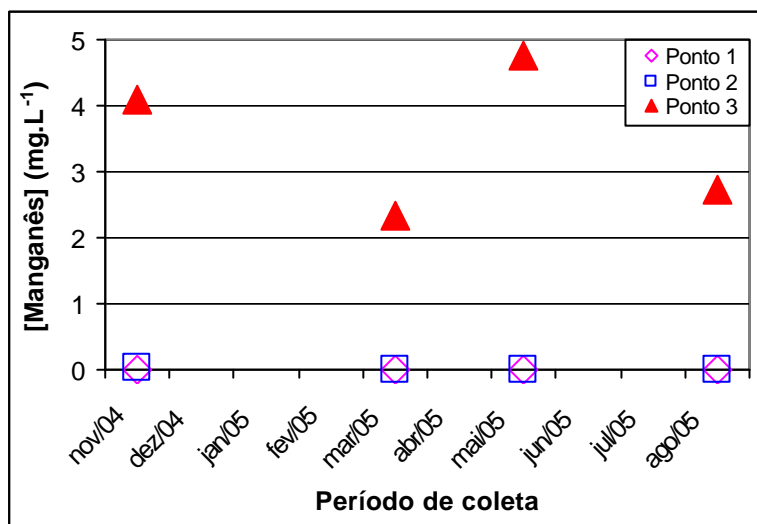
Apêndice G - Concentração de oxigênio dissolvido nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



Apêndice H - Concentração de ferro total nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

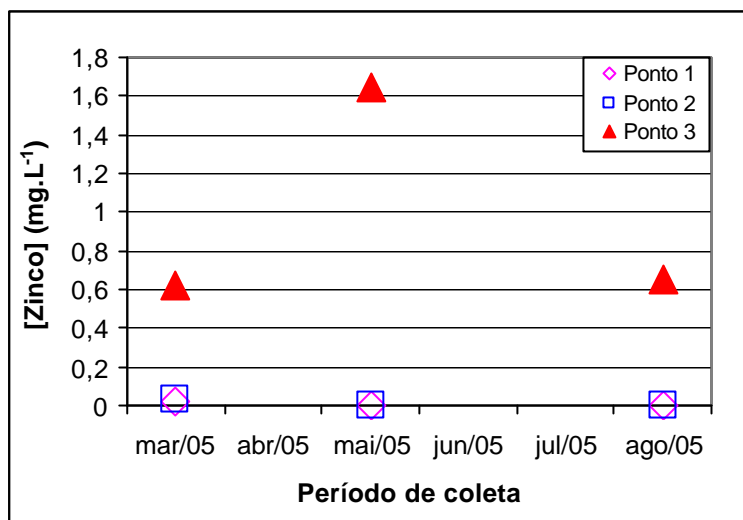


Apêndice I - Concentração de alumínio nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



Apêndice J - Concentração de manganês nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.





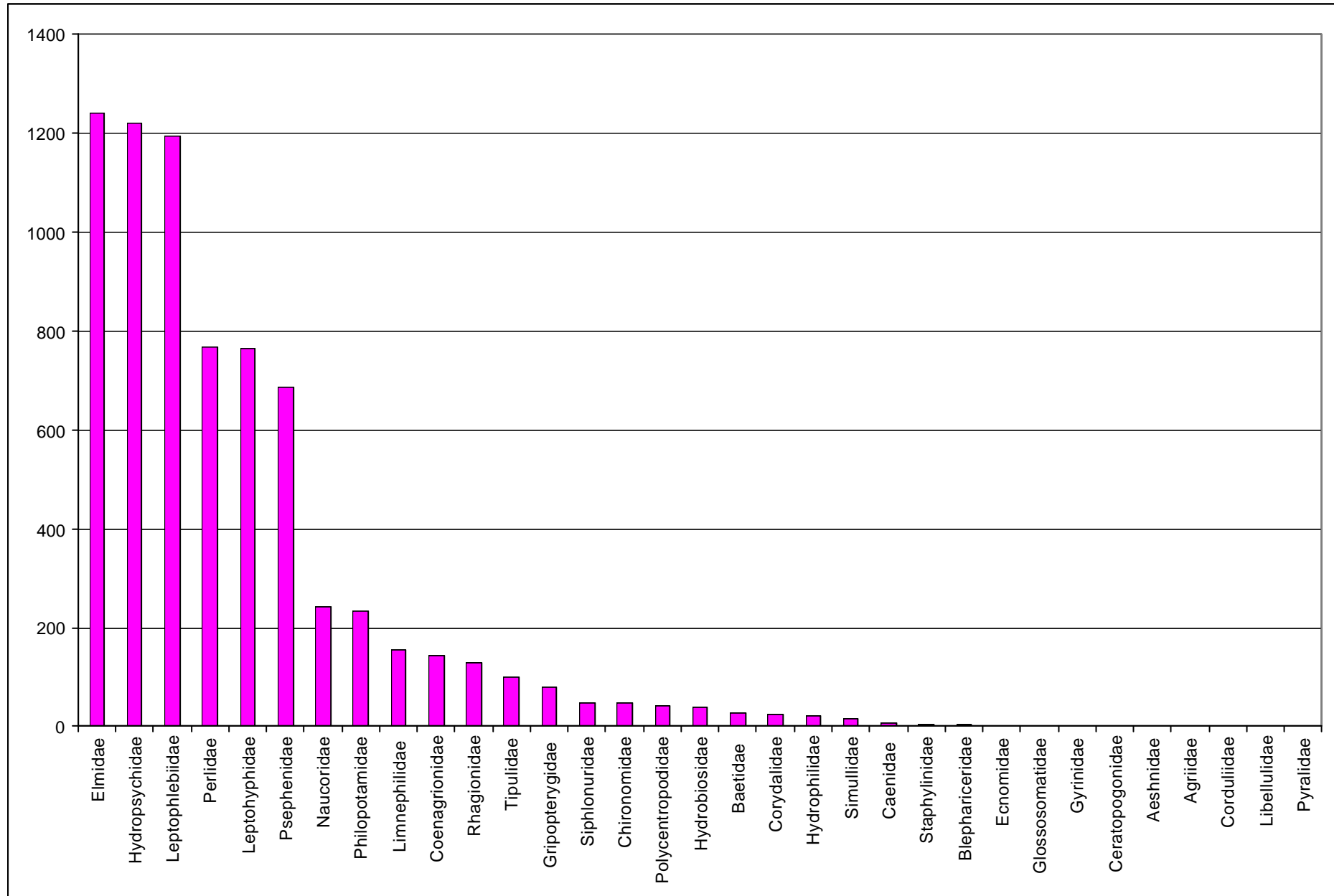
Apêndice L - Concentração de zinco nos três pontos amostrais no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

## Apêndice M – Insetos bentônicos coletados no período de setembro/04 a agosto/05

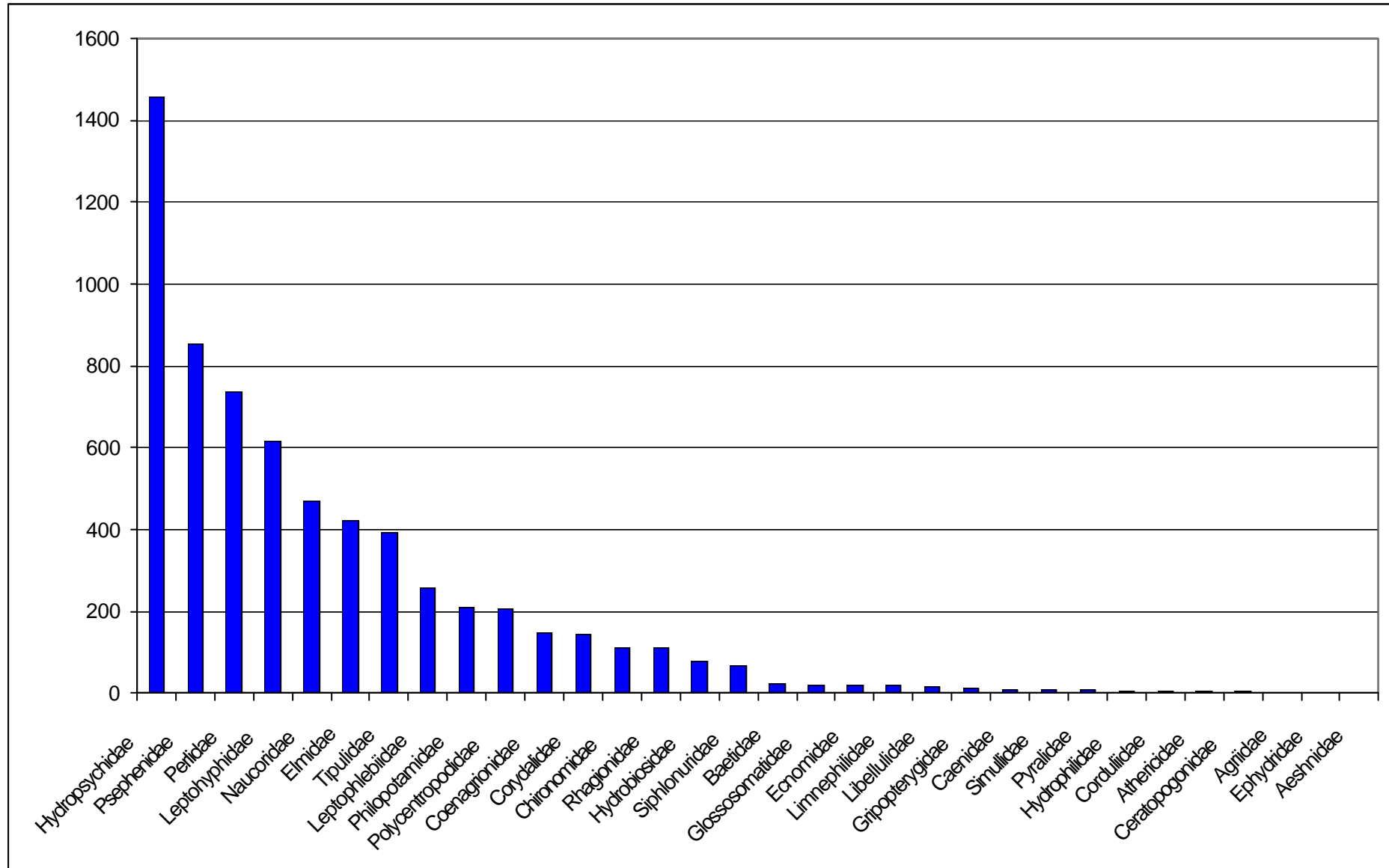
DATA	PONTO	03/09		17/9	01/10		26/10	01/11			13/11			28/12			12/01/05			26/01/05		
		01	03	02	02	03	01	01	02	03	01	02	03	01	02	03	01	02	03	01	02	03
PLECOPTERA	Gripopterygidae	-	-	-	-	-	05	05	03	-	08	03	-	06	-	-	05	-	-	03	-	-
	Perlidae	42	-	04	24	02	16	09	26	-	26	28	-	25	22	04	18	13	-	60	36	-
EPHEMEROPTERA	Baetidae	-	-	03	-	-	-	01	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-
	Caenidae	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	06	-	01	-	-	01	-	-	02	-	-
	Leptohyphidae	02	-	12	03	-	26	42	62	-	43	92	-	12	38	-	42	34	-	61	39	-
	Leptophlebiidae	07	-	06	09	-	82	109	05	-	181	12	-	57	07	-	91	03	-	118	05	-
	Siphonuridae	-	-	-	-	-	-	03	20	-	05	32	-	07	02	-	03	01	-	01	02	-
COLEOPTERA	Elmidae	09	-	09	08	-	15	16	08	-	25	23	-	44	23	-	44	27	-	136	26	-
	Gyrinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hydrophilidae	-	-	-	-	-	-	01	01	-	01	-	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-
	Psephenidae	01	-	15	20	02	04	-	16	-	12	32	01	08	28	-	07	19	01	29	49	01
	Staphylinidae	-	-	-	-	-	-	02	-	-	01	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPTERA	Athericidae	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Blephariceridae	02	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-
	Chironomidae	-	-	01	-	03	02	02	13	-	-	13	-	04	04	-	-	09	-	16	16	-
	Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rhagionidae	19	-	08	04	-	59	18	07	-	11	13	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	Simuliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	01	-	-	02	-	-
	Tipulidae	-	-	12	05	01	12	14	58	-	14	47	02	05	20	01	03	08	-	05	10	01
HEMIPTERA	Naucoridae	04	-	07	07	-	-	-	08	-	02	09	04	15	17	01	10	16	02	15	22	01
TRICOPTERA	Ecnomidae	-	-	-	-	-	-	-	03	-	-	01	-	-	03	-	-	01	-	-	-	-
	Glossosomatidae	-	-	02	-	-	-	-	04	-	-	08	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-
	Hydrobiosidae	01	-	-	-	-	-	01	01	-	-	-	-	09	12	-	-	04	-	04	02	-
	Hydropsychidae	05	-	05	10	04	07	14	48	-	43	40	-	34	88	01	43	119	01	56	138	-
	Limnephilidae	02	-	02	01	-	23	02	01	-	02	-	-	-	01	-	02	-	-	02	01	-
	Philopotamidae	01	-	01	01	-	-	-	02	-	03	-	-	06	04	-	05	26	-	08	35	-
	Polycentropodidae	02	-	-	-	-	05	08	-	-	03	08	-	04	11	-	03	06	-	06	05	-
ODONATA	Aeshnidae	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	01	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agrriidae	-	-	06	11	-	09	06	03	-	10	17	-	12	12	01	08	01	-	05	15	-
	Coenagrionidae	-	-	01	01	-	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-
	Libellulidae	-	-	01	01	-	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-
LEPIDOPTERA	Pyrilidae	-	-	-	01	-	-	01	-	-	03	-	01	-	-	-	-	-	-	01	-	
MEGALOPTERA	Corydalidae	05	05	02	10	-	01	-	03	02	-	02	02	-	03	01	01	03	02	-	08	03
SOMA		102	5	99	115	12	266	253	295	2	393	392	11	253	295	9	288	294	7	530	411	6

	<b>DATA</b>	16/02/2005			25/02/2005			18/03/2005			15/04/2005			29/04/2005			13/05/2005			03/06/2005		
	<b>PONTO</b>	01	02	03	01	02	03	01	02	03	01	02	03	01	02	03	01	02	03	01	02	03
PLECOPTERA	Gripopterygidae	06	-	-	10	-	-	08	01	-	01	-	-	02	-	-	02	-	-	01	-	-
	Perlidae	25	21	-	38	18	-	44	89	01	54	45	-	56	61	-	69	40	03	46	57	04
EPHEMEROPTERA	Baetidae	-	01	-	10	-	-	-	-	-	02	-	-	05	03	-	02	-	-	-	06	-
	Caenidae	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Leptohyphidae	41	32	02	163	08	-	103	14	-	52	21	-	41	44	-	18	26	05	21	32	01
	Leptophlebiidae	50	05	-	80	15	-	109	18	-	55	03	-	42	03	-	42	18	02	27	13	-
	Siphonuridae	-	-	-	07	-	01	-	-	-	02	-	-	09	-	-	-	-	-	-	01	02
COLEOPTERA	Elmidae	100	38	-	82	17	01	74	44	-	100	12	01	94	38	01	71	31	-	134	51	-
	Gyrinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hydrophilidae	-	-	-	03	-	-	01	-	-	-	-	-	01	-	-	-	01	-	-	-	-
	Psephenidae	22	84	08	30	38	05	77	34	06	27	21	13	80	49	04	44	62	18	57	36	21
	Staphylinidae																					
DIPTERA	Athericidae																					
	Blephariceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chironomidae	03	04	-	09	09	02	04	09	-	01	02	-	01	01	-	-	09	-	01	01	-
	Ephydriidae																					
	Rhagionidae	-	03	-	01	-	-	01	-	-	-	-	-	-	01	-	-	07	-	02	04	-
	Simuliidae	-	-	-	01	-	-	01	-	-	01	-	-	-	01	-	-	01	-	-	01	-
	Tipulidae	08	30	01	11	22	-	07	11	-	02	12	-	03	23	01	-	13	-	07	11	-
HEMIPTERA	Naucoridae	10	44	01	05	20	-	05	28	01	07	34	05	27	50	-	24	30	11	14	30	06
TRICOPTERA	Ecnomidae	03	-	-	-	03	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-
	Glossosomatidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	01	-	-	-	-	01	-	-
	Hydrobiosidae	01	-	-	02	01	-	08	11	-	05	02	-	04	08	-	01	05	-	02	11	-
	Hydropsychidae	105	63	06	240	46	02	145	129	01	107	80	-	86	115	-	77	110	09	92	136	01
	Limnephilidae	-	-	-	-	01	-	02	01	-	09	-	-	09	-	-	10	02	-	11	-	-
	Philopotamidae	22	10	-	30	19	-	44	58	-	21	10	-	20	06	-	13	15	01	15	06	01
	Polycentropodidae	03	24	01	-	25	-	-	29	-	05	23	-	-	30	-	01	04	-	-	-	-
ODONATA	Aeshnidae	-	01	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coenagrionidae	03	04	01	07	02	-	04	06	-	12	12	-	08	08	-	11	09	01	08	04	01
	Corduliidae	-	-	-	01	01	-	-	-	-	-	05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Libellulidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	03	-	-	-	-
LEPIDOPTERA	Pyrilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-
MEGALOPTERA	Corydalidae	02	10	01	02	04	01	-	25	-	02	12	02	01	12	01	02	07	03	03	11	01
	<b>TOTAL</b>	<b>405</b>	<b>374</b>	<b>21</b>	<b>732</b>	<b>249</b>	<b>12</b>	<b>638</b>	<b>507</b>	<b>9</b>	<b>466</b>	<b>294</b>	<b>22</b>	<b>489</b>	<b>455</b>	<b>7</b>	<b>388</b>	<b>393</b>	<b>53</b>	<b>443</b>	<b>413</b>	<b>36</b>

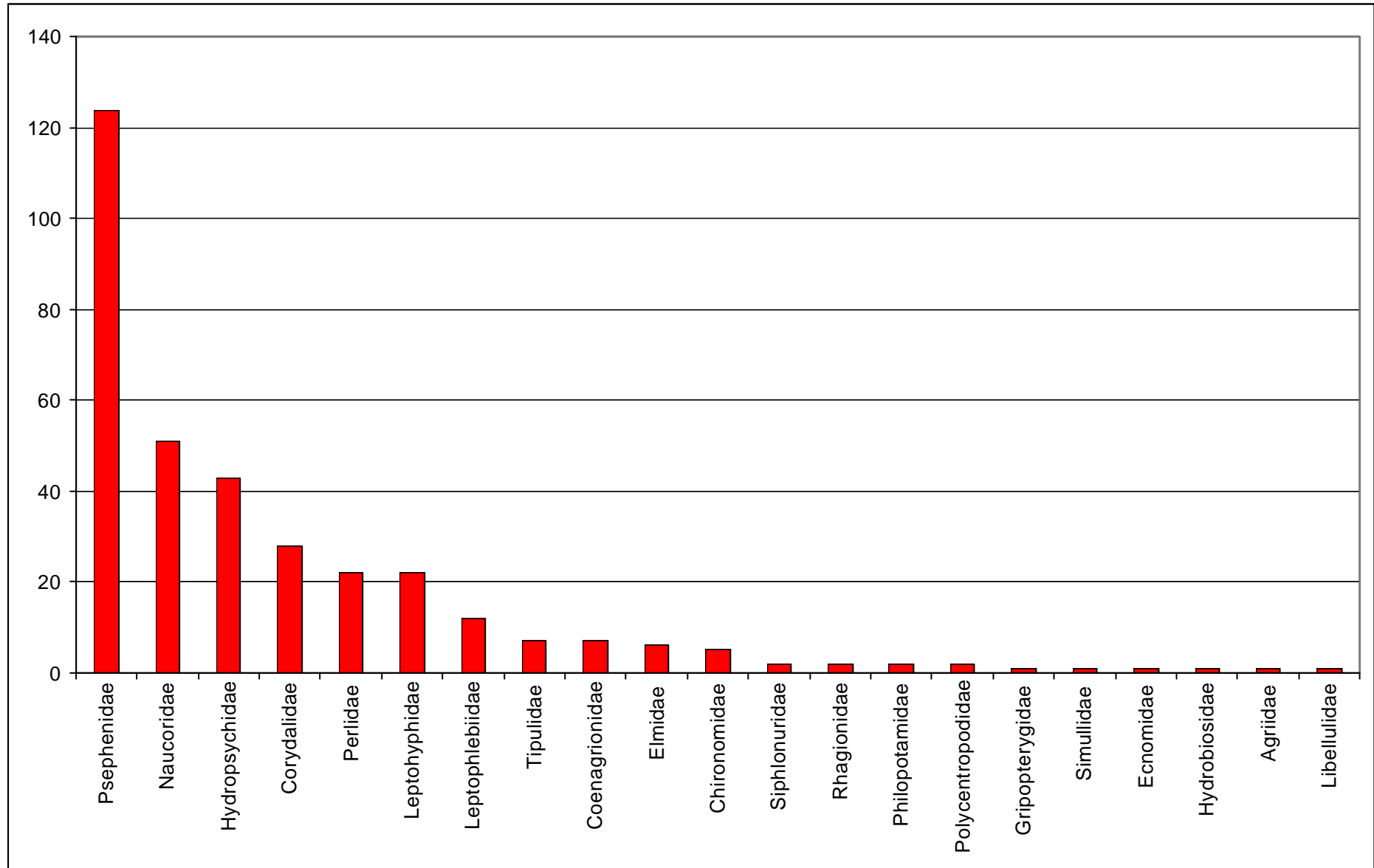
	DATA	24/06/2005			08/07/2005			29/07/2005			17/08/2005		
	PONTO	01	02	03	01	02	03	01	02	03	01	02	03
PLECOPTERA	Gripopterygidae	07	-	-	01	01	-	06	04	01	03	-	-
	Perlidae	92	68	01	64	83	01	55	67	01	27	34	05
EPHEMEROPTERA	Baetidae	-	03	-	-	01	-	06	04	-	02	-	-
	Caenidae	-	-	-	01	02	-	01	-	-	-	-	-
	Leptohyphidae	34	35	-	26	31	-	30	59	-	08	32	14
	Leptophlebiidae	37	34	-	31	41	-	43	40	-	32	19	10
	Siphonuridae	05	02	-	-	05	-	06	-	-	-	-	01
COLEOPTERA	Elmidae	86	12	-	97	22	01	75	22	-	37	11	02
	Gyrinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hydrophilidae	03	-	-	09	-	-	02	-	-	-	02	-
	Psephenidae	70	55	10	106	131	04	97	65	01	16	100	29
	Staphylinidae												
DIPTERA	Athericidae	-	-	-	-	-	-	-	03	-	-	-	-
	Blephariceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ceratopogonidae	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chironomidae	01	-	-	-	06	-	04	14	-	-	01	-
	Ephydriidae												
	Rhagionidae	02	08	-	07	20	-	09	23	-	-	14	02
	Simuliidae	-	-	-	-	-	-	05	03	-	05	04	-
	Tipulidae	05	24	-	01	33	-	02	43	-	01	10	-
HEMIPTERA	Naucoridae	11	38	03	45	52	08	44	46	01	04	12	07
TRICOPTERA	Ecnomidae	-	06	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-
	Glossosomatidae	-	01	-	-	-	-	-	03	-	-	-	-
	Hydrobiosidae	-	05	-	-	11	-	-	04	-	-	01	01
	Hydropsychidae	71	81	-	34	61	-	25	74	-	37	113	18
	Limnephilidae	17	01	-	23	05	-	32	02	-	10	-	-
	Philopotamidae	19	01	-	15	03	-	05	03	-	07	11	-
	Polycentropodidae	-	09	-	-	21	-	-	09	-	03	03	01
ODONATA	Aeshnidae												
	Agriidae	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-
	Coenagrionidae	12	05	-	10	07	-	20	12	-	-	12	03
	Corduliidae												
	Libellulidae	-	03	-	01	-	-	-	03	-	-	-	-
LEPIDOPTERA	Pyralidae												
MEGALOPTERA	Corydalidae	-	08	-	03	12	01	03	06	01	01	05	02
		472	400	14	474	549	15	470	510	5	193	384	95



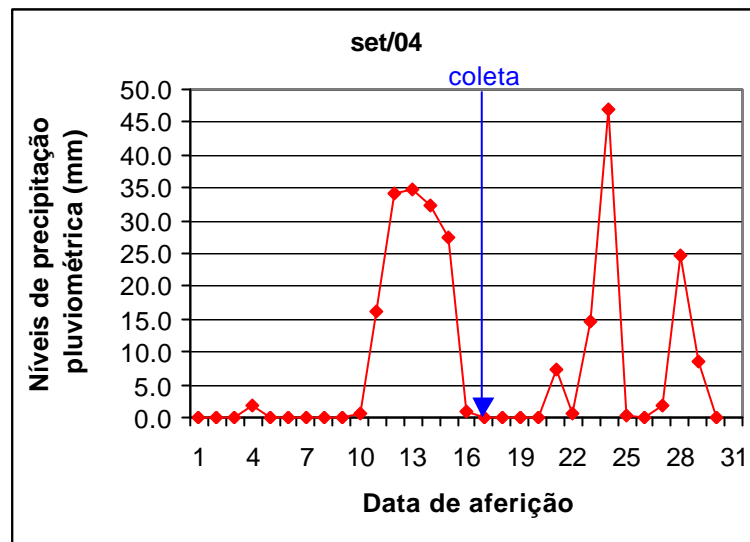
Apêndice N – Abundância dos insetos no P01 no período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



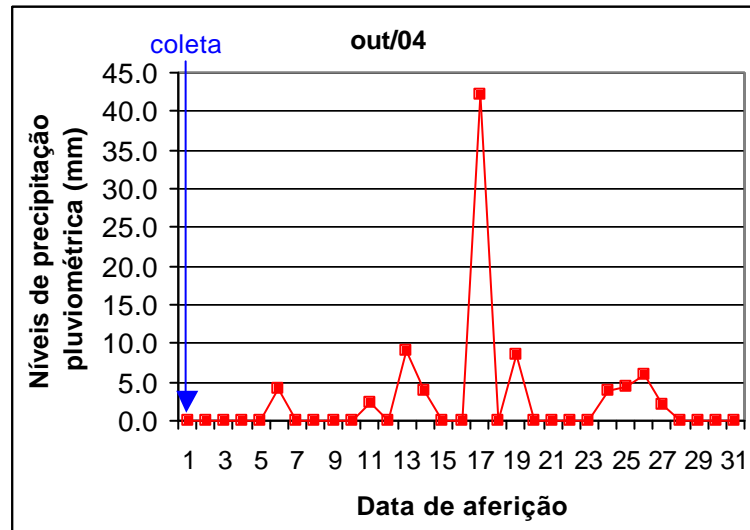
Apêndice O – Abundância dos insetos no P02 no período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.



Apêndice P – Abundância dos insetos no P03 no período de setembro/04 a agosto/05 no rio Mãe Luzia, Treviso/SC.

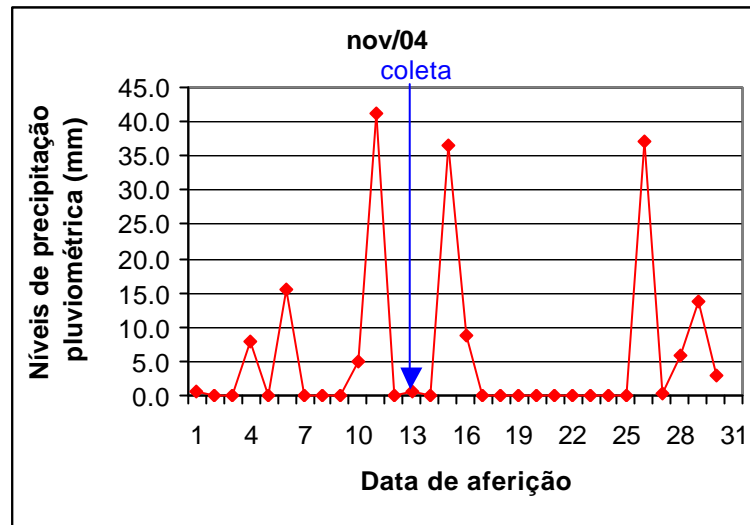


Apêndice Q - Níveis de precipitação pluviométrica do mês de setembro/04. Dados fornecidos pela EPAGRI para a Estação de Urussanga/SC.



Apêndice R - Níveis de precipitação pluviométrica do mês de outubro/04. Dados fornecidos pela EPAGRI para a Estação de Urussanga./SC.





Apêndice S - Níveis de precipitação pluviométrica do mês de novembro/04. Dados fornecidos pela EPAGRI para a Estação de Urussanga./SC.

## **ANEXOS**



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico-Químicas

### RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 2140/2004

#### Dados da Amostra

Data da Coleta: 23/11/04	Data de Entrada: 23/11/04	Período de Execução dos Ensaios: 23/11 a 10/12/2004	
Empresa: SIECESC - Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina			Fone: (48) 533-2751
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 - Bairro Universitário - Criciúma - SC			
Interessado: Renata Rodrigues			
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia			
Ponto de Coleta: Ponto Branco			
Coletor: Interessado			
Temp. Ar (°C): **	Temp. da Amostra (°C): 24,5	Condições Climáticas: tempo bom	Hora Coleta: 14:35

#### Resultados


Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
pH (28,3°C)	7,4	6,0 a 9,0	0,1	Potenciométrico
Acidez Total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	2,2	##	0,5	Volumétrico à pH 8,3
Condutividade (28,3°C) (mS.cm <sup>-1</sup> )	0,052	##	0,001	Condutométrico
Nitrogênio Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,1	10	0,1	Colorimétrico
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	7,3	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
Potencial Redox (mV - 28,3°C)	374,8	##	0,1	Potenciométrico
Alumínio (mg.L <sup>-1</sup> )	0,26	0,1	0,05	Colorimétrico
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	4,95	##	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Ferro Total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,08	##	0,02	Espectrof. Absorção Atômica
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	1,45	##	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Manganês (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,01	0,1	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Sulfatos Solúvel (mg.L <sup>-1</sup> )	4	250	2	Turbidimétrico
Sólidos Suspensos (mg.L <sup>-1</sup> )	4	1000	1	Gravimétrico
Turbidez (NTU)	0,6	Até 100	0,1	Nefelométrico


Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 20 - 18 de junho de 1986, Art ° 5 - Para as águas de Classe 2.

- Para análise de sulfatos a amostra foi filtrada em membrana porosidade 0,45µm.

\*\*\*\*\*

Criciúma, 13 de dezembro de 2004.

  
 Engª Química Mª Glória S. Santos  
 Responsável Técnico - CRQ n° 13300056

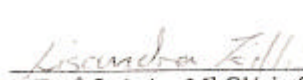

  
 Químico João Oto Schmitz Junior  
 Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288

Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico-Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 2138/2004				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 23/11/04	Data de Entrada: 23/11/04	Período de Execução dos Ensaios: 23/11 a 13/12/2004		
Empresa: SIECESC – Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina				Fone: (48) 533-2751
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 01a				
Coletor: Interessado				
Temp. Ar (°C): **	Temp. da Amostra (°C): 27,6	Condições Climáticas: tempo bom	Hora Coleta: 15:15	
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
pH (27,3°C)	7,5	6,0 a 9,0	0,1	Potenciométrico
Acidez Total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	3,1	##	0,5	Volumétrico à pH 8,3
Condutividade (27,3°C) (mS.cm <sup>-1</sup> )	0,075	##	0,001	Condutométrico
Nitrogênio Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,1	10	0,1	Colorimétrico
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	8,8	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
Potencial Redox (mV – 27,3°C)	407,3	##	0,1	Potenciométrico
Alumínio (mg.L <sup>-1</sup> )	0,29	0,1	0,05	Colorimétrico
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	6,50	##	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Ferro Total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,15	##	0,02	Espectrof. Absorção Atômica
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	2,35	##	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Manganês (mg.L <sup>-1</sup> )	0,03	0,1	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Sulfatos Solúvel (mg.L <sup>-1</sup> )	14	250	2	Turbidimétrico
Sólidos Suspensos ( mg.L <sup>-1</sup> )	4	1000	1	Gravimétrico
Turbidez (NTU)	1,0	Até 100	0,1	Nefelométrico
<p><b>Obs:</b> Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 20 – 18 de junho de 1986, Art ° 5 – Para as águas de Classe 2.</p> <p>- Para análise de sulfatos a amostra foi filtrada em membrana porosidade 0,45µm.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 13 de dezembro de 2004.				
 Engª Química Mª Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 2139/2004				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 23/11/04	Data de Entrada: 23/11/04	Período de Execução dos Ensaios: 23/11 a 10/12/2004		
Empresa: SIECESC – Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina		Fonc: (48) 533-2751		
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 03				
Coletor: Interessado				
Temp. Ar (°C): **	Temp. da Amostra (°C): 27,9	Condições Climáticas: tempo bom	Hora Coleta: 15:45	
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
pH (26,9°C)	2,7	6,0 a 9,0	0,1	Potenciométrico
Acidez Total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	330,0	##	0,5	Volumétrico à pH 8,3
Condutividade (26,9°C) (mS.cm <sup>-1</sup> )	1,379	##	0,001	Condutométrico
Nitrogênio Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,1	10	0,1	Colorimétrico
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,1	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
Potencial Redox (mV – 26,9°C)	301,5	##	0,1	Potenciométrico
Alumínio (mg.L <sup>-1</sup> )	16,60	0,1	0,05	Colorimétrico
Cálcio (mg.L <sup>-1</sup> )	58,00	##	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Ferro Total (mg.L <sup>-1</sup> )	94,00	##	0,02	Espectrof. Absorção Atômica
Magnésio (mg.L <sup>-1</sup> )	22,50	##	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Manganês (mg.L <sup>-1</sup> )	4,10	0,1	0,01	Espectrof. Absorção Atômica
Sulfatos Solúvel (mg.L <sup>-1</sup> )	536	250	2	Turbidimétrico
Sólidos Suspensos ( mg.L <sup>-1</sup> )	46	1000	1	Gravimétrico
Turbidez (NTU)	8,9	Até 100	0,1	Nefelométrico
<p><b>Obs:</b> Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA Nº 20 – 18 de junho de 1986, Art º 5 – Para as águas de Classe 2.</p> <p>- Para análise de sulfatos a amostra foi filtrada em membrana porosidade 0,45µm.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 13 de dezembro de 2004.				
 Engª Química Mª Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ nº 13300056		 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ nº 13100288		
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão,  
 Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 89806-000.  
 Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Data de Emissão: 26/11/2004 Certificado N°: **4456 / 2004** Via: 1 Amostra N°: **5215**

**DADOS DA AMOSTRA**

**Cliente:** SIEDESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE S (36) **Endereço:** RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIVERSITÁRIO **Cidade:** CRICIÚMA  
**Interessado:** RENATA COELHO RODRIGUES **Coletor:** INTERESSADO.  
**Descrição:** Água - Água do Rio Mão Luzia **Lote:** Ponto Branco  
**Data de Produção:** 00/00/0000 00:00 **Data de Coleta:** 23/11/2004 14:30 **Data de Entrada no Laboratório:** 23/11/2004 17:04 **Data de Início das Análises:** 23/11/2004 17:30

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	2,3E+01	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	2,3E+01	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

**Observação:** Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$ .

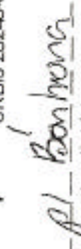
Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- a) A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- b) Não se admite qualquer responsabilidade referente à avaliação da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- c) Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- d) O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável Técnico:   
 Clair Maria Martinello Ballarigon  
 CRBio 28248-03D

  
 Miriam Fabiola Colombo  
 CRQ 13400621





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 89806-000.  
Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

### CERTIFICADO DE ANÁLISES

Certificado N°: 4454 / 2004

Via: 1

Amostra N°: 5213

Data de Emissão: 26/11/2004

#### DADOS DA AMOSTRA

Cliente: SIECESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE S (38) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIVERSITÁRIO Cidade: CRICIÚMA

Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES

Coletor: INTERESSADO.

Descrição: Água - Água do Rio Mãe Luzia

Lote: AR 01 a

Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 23/11/2004 16:00 Data de Entrada no Laboratório: 23/11/2004 16:54 Data de início das Análises: 23/11/2004 17:40

#### RESULTADOS

Análise	Unidade	Resultado	Limite inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	1,7E+02	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	1,7E+02	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

#### Cláusulas de Responsabilidade:

- A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável Técnico:   
Clair Maria Martinello Baillargeon  
CRBio 28248-03D

  
Técnico: Miriam Fabiola Colombo  
CRQ 13400621



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
 Caixa Postal 3187, Criciúma, SC, 89095-000.  
 Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Data de Emissão: 26/11/2004

Certificado N°: 4455 / 2004

Via: 1

Amostra N°: 5214

**DADOS DA AMOSTRA**

Cliente: SIECSC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE S (38) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIVERSITÁRIO Cidade: CRICIÚMA

Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES

Coletor: INTERESSADO.

Descrição: Água - Água do Rio Mãe Luzia

Lote: AR 03

Data de Produção: 00/00/0000 00:00

Data de Entrada no Laboratório: 23/11/2004 17:03

Data de Início das Análises: 23/11/2004 17:35

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	Ausente	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	Ausente	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$ .

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável Técnico: Clair Maria Martinello Baillargeon  
 CRBio 26248-03D

Técnico: Miriam Fabíola Colombo  
 CRQ 13400621





SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAEC – Laboratório de Águas, Efluentes e Carvão  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.: 88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

## RELATÓRIO DE ANÁLISES N°. 0084-2005

Descrição da amostra: BIOMONITORAMENTO PONTO CONTROLE

Procedência: X

Cliente: SIECESC

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER – 73 – B. UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 29/03/05

Hora de Coleta: 14h30min

Data de Recebimento: 29/03/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Resultado	Método
pH (28,0°C)	6,90	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	4,0	Titulométrico
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	33,3	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl <sup>-</sup> )	2,7	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Condutividade (µS/cm) (25°C)	48,43	Conduvímétrico
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	14	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	N.D.	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	41	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	18,5	Espectrofotométrico
Alumínio (mg/L)	1,31	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	N.D.	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	N.D.	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	N.D.	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,02	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não Detectado.

- Convênio de Cooperação Técnica N° 01/04 – 11° Distrito DNPM;
- 11° DS/DNPM – Processo N° 48.411.915.245/04
- DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral
- Monitoramento Ambiental da Qualidade das Águas das Bacias Hidrográficas da Região Carbonífera do Sul de SC.

  
 Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 23 de Março de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.



SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAEC – Laboratório de Águas, Efluentes e Carvão  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.:88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

## RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº. 0083/2005

Descrição da amostra: BIOMONITORAMENTO AR-1A

Procedência: X

Cliente: SIECESC

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER – 73 – B. UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 29/03/05

Hora de Coleta: 15h40min

Data de Recebimento: 29/03/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Resultado	Método
pH (28,1°C)	7,05	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	4,0	Titulométrico
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	20,5	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl <sup>-</sup> )	2,1	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Condutividade (µS/cm) (25°C)	56,74	Condutivimétrico
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	30	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	0	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	91	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	18,8	Espectrofotométrico
Alumínio (mg/L)	1,31	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	N.D.	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	N.D.	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	N.D.	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,03	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não Detectado.

- Convênio de Cooperação Técnica Nº 01/04 – 11º Distrito DNPM;
- 11º DS/DNPM – Processo Nº 48.411.915.245/04
- DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral
- Monitoramento Ambiental da Qualidade das Águas das Bacias Hidrográficas da Região Carbonífera do Sul de SC.

Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 23 de Março de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.





SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAEC – Laboratório de Águas, Efluentes e Carvão  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.:88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

## RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº. 0085/2005

Descrição da amostra: BIOMONITORAMENTO AR-03

Procedência: X

Cliente: SIECESC

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER – 73 – B. UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 29/03/05

Hora de Coleta: 15h10min

Data de Recebimento: 29/03/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Resultado	Método
pH (29,1°C)	4,53	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	202,0	Titulométrico
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	0,0	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl <sup>-</sup> )	3,5	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Condutividade (µS/cm) (25°C)	774,10	Condutivimétrico
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	1001	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	3	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	156	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	180,7	Espectrofotométrico
Alumínio (mg/L)	15,50	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	N.D.	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	65,56	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	2,34	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,62	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não Detectado.

- Convênio de Cooperação Técnica Nº 01/04 – 11º Distrito DNPM;
- 11º DS/DNPM – Processo Nº 48.411.915.245/04
- DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral
- Monitoramento Ambiental da Qualidade das Águas das Bacias Hidrográficas da Região Carbonífera do Sul de SC.

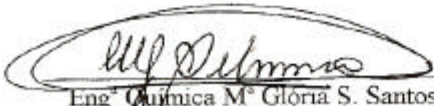

Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 23 de Março de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 0523/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 29/03/05	Data de Entrada: 29/03/05	Período de Execução dos Ensaios: 29/03/2005		
Empresa: SIECESC – Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina			Fone: (48) 533-1520	
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: Ponto Branco				
Coletor: Interessado				
Temp. Ar (°C): **	Temp. da Amostra realizada pelo cliente (°C): 24,9		Hora Coleta: 14:30	
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	8,9	Não inferior a 5 mg L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
<p>Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 20 – 18 de junho de 1986, Art ° 5 – Para as águas de Classe 2.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 31 de março de 2005.				
 Eng. Química M. Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Oto Schmitz Júnior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				






Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 0524/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 29/03/05		Data de Entrada: 29/03/05		Período de Execução dos Ensaios: 29/03/2005
Empresa: SIECESC - Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina				Fone: (48) 533-1520
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 - Bairro Universitário - Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 01a				
Coletor: Interessado				
Temp. Ar (°C): **		Temp. da amostra realizada pelo cliente (°C): 28,4		Hora Coleta: 15:40
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	9,1	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
<p>Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 20 - 18 de junho de 1986, Art ° 5 - Para as águas de Classe 2.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 31 de março de 2005.				
 Eng. Dinica M. Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.				



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 0525/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 29/03/05	Data de Entrada: 29/03/05	Período de Execução dos Ensaios: 29/03/2005		
Empresa: SIECESC – Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina		Fone: (48) 533-1520		
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 03				
Coletor: Interessado				
Temp. Ar (°C): **	Temp. da amostra realizada pelo cliente (°C): 28,4		Hora Coleta: 15:10	
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	0,5	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 20 – 18 de junho de 1986, Art ° 5 – Para as águas de Classe 2. *****				
Criciúma, 31 de março de 2005.				
Engª Química Mª Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.				





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 88806-000.  
Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

### CERTIFICADO DE ANÁLISES

Data de Emissão: 04/04/2005 Certificado N°: 6786 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 8341

#### DADOS DA AMOSTRA

Cliente: SIECESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE S (38) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIVERSITÁRIO Cidade: CRICIÚMA

Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES

Coletor: INTERESSADO.

Descrição: Água - Rio Mãe Luzia - Ponto Controle.

Lote:

Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 29/03/2005 14:30 Data de Entrada no Laboratório: 29/03/2005 17:06 Data de Início das Análises: 29/03/2005 17:15

#### RESULTADOS

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	3,3E+01	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	3,3E+01	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$ .

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

#### Cláusulas de Responsabilidade:

- A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico:   
Cláudia Teresinha Baillargeon  
CRQ 28248-03D

Técnico: Miriam Fabíola Colombo  
CRQ 13400621



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 88808-000.  
Fone/Fax: 48 443 0037 443 0067

Página: 1 de 1

### CERTIFICADO DE ANÁLISES

Certificado N°: 6787 / 2005

Via: 1

Amostra N°: 8342

Data de Emissão: 04/04/2005

#### DADOS DA AMOSTRA

Cliente: SIECESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE S (38) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIVERSITÁRIO Cidade: CRICIÚMA

Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES

Coletor: INTERESSADO.

Descrição: Água - Rio Mãe Luzia - ARO1A.

Lote:

Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 29/03/2005 15:40 Data de Entrada no Laboratório: 29/03/2005 17:08 Data de Início das Análises: 29/03/2005 17:17

#### RESULTADOS

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	7,9E+01	Ausente		STANDARD METHODS, 1996, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	7,9E+01	Ausente		STANDARD METHODS, 1996, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$ .

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

#### Cláusulas de Responsabilidade:

- A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico:   
Cláudia Martins Martinello Baillargeon

CRBio 289246-030

Técnico: Miriam Fabíola Colombo

CRQ 13400621





**Unesc**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 86806-000.  
Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Data de Emissão: 04/04/2005 Certificado N°: 6788 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 8343

**DADOS DA AMOSTRA**

Cliente: SIECESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE S (36 Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIVERSITÁRIO Cidade: CRICIÚMA

Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES

Coletor: INTERESSADO.

Descrição: Água - Rio Mãe Luzia - AR03

Lote:

Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 29/03/2005 15:10 Data de Entrada no Laboratório: 29/03/2005 17:09 Data de Início das Análises: 29/03/2005 17:18

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	Ausente	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	Ausente	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 = 3,2.10<sup>3</sup> = 3,2E+03.

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- a) A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- b) Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- c) Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- d) O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico: Clair Miriam Medinello Baillargeon  
CRBIO 26248-030

Técnico: Miriam Fabiola Colombo  
CRG 13400621



SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAEC – Laboratório de Águas, Efluentes e Carvão  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.:88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

### RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº.0170/2005

Descrição da amostra: BIOMONITARAMENTO PONTO BRANCO

Procedência: X

Cliente: SIECESC

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER – 73 – B. UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 31/05/05

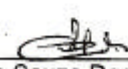
Hora de Coleta: 15h20min.

Data de Recebimento: 31/05/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Mínimo Detectável	Resultado	Método
pH (21,4°C)	0,00	<b>7,69</b>	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>3,5</b>	Titulométrico
Alcalinidade à Fenolftaleína (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Titulação Potenciométrica
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Relação Estequiométrica entre a Alcalinidade Total e à Fenolftaleína
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>20,0</b>	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl <sup>-</sup> )	1,0	<b>1,8</b>	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Cloro Residual Livre (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Cloro Residual Total (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Condutividade (µS/cm) (25°C)	0,01	<b>55,02</b>	Condutivimétrico
Dureza Cálcica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Dureza Magnésiana (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Cálculo
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	10	<b>27</b>	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	1	<b>N.D.</b>	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	10	<b>25</b>	Gravimétrico
Sólidos Totais (mg/L)	10	X	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	1,0	<b>12,0</b>	Espectrofotométrico
Turbidez (NTU)	0,00	X	Nefelométrico
Alumínio (mg/L)	0,00	<b>0,89</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Magnésio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Potássio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Sódio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não detectado.

  
 Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 01 de Novembro de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.





SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAEC – Laboratório de Águas, Efluentes e Carvão  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.:88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

### RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº.0168/2005

Descrição da amostra: BIOMONITORAMENTO AR-01-A

Procedência: X

Cliente: SIECESC

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER – 73 – B. UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 31/05/05

Hora de Coleta: 14h50min.

Data de Recebimento: 31/05/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Mínimo Detectável	Resultado	Método
pH (22,2°C)	0,00	<b>7,23</b>	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>4,0</b>	Titulométrico
Alcalinidade à Fenolftaleína (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Titulação Potenciométrica
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Relação Estequiométrica entre a Alcalinidade Total e à Fenolftaleína
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>23,1</b>	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl)	1,0	<b>3,2</b>	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Cloro Residual Livre (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Cloro Residual Total (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Condutividade (µS/cm) (25°C)	0,01	<b>83,22</b>	Conduvímétrico
Dureza Cálcica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Dureza Magnésiana (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Cálculo
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	10	<b>36</b>	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	1	<b>N.D.</b>	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	10	<b>17</b>	Gravimétrico
Sólidos Totais (mg/L)	10	X	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	1,0	<b>13,5</b>	Espectrofotométrico
Turbidez (NTU)	0,00	X	Nefelométrico
Alumínio (mg/L)	0,00	<b>0,86</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	0,00	<b>0,20</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Magnésio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Potássio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Sódio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não detectado.

Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 01 de Novembro de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.





SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAEC – Laboratório de Águas, Efluentes e Carvão  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.:88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

### RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº.0169/2005

Descrição da amostra: BIOMONITORAMENTO AR-03

Procedência: X

Cliente: SIECESC

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER – 73 – B. UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 31/05/05

Hora de Coleta: 14h30min.

Data de Recebimento: 31/05/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Mínimo Detectável	Resultado	Método
pH (22,4°C)	0,00	<b>3,98</b>	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>457,5</b>	Titulométrico
Alcalinidade à Fenolftaleína (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Titulação Potenciométrica
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Relação Estequiométrica entre a Alcalinidade Total e à Fenolftaleína
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>N.D.</b>	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl)	1,0	<b>11,1</b>	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Cloro Residual Livre (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Cloro Residual Total (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Condutividade (µS/cm) (25°C)	0,01	<b>1.096,60</b>	Condutivimétrico
Dureza Cálcica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Dureza Magnésiana (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Cálculo
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	10	<b>879</b>	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	1	<b>N.D.</b>	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	10	<b>206</b>	Gravimétrico
Sólidos Totais (mg/L)	10	X	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	1,0	<b>612,4</b>	Espectrofotométrico
Turbidez (NTU)	0,00	X	Nefelométrico
Alumínio (mg/L)	0,00	<b>21,82</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	0,00	<b>133,60</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Magnésio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	0,00	<b>4,76</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Potássio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Sódio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,00	<b>1,65</b>	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não detectado.

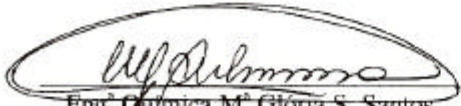
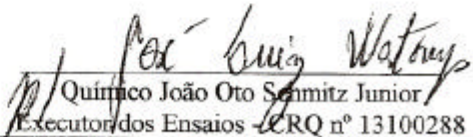
  
 Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 01 de Novembro de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.



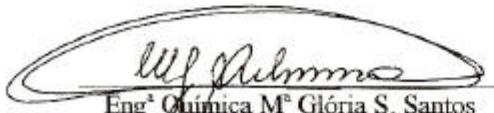
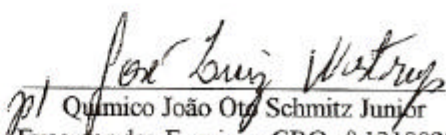
Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 1012/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 31/05/05		Data de Entrada: 31/05/05		Período de Execução dos Ensaios: 31/05/2005
Empresa: SIECESC – Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina				Fone: (48) 533-1520
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: Ponto Branco				
Coletor: Interessado				
Temperatura Ar (°C): **		Temperatura da Amostra (°C): **		Hora Coleta: 15:20
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	9,0	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
<p>Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357 – 17 de março de 2005, Artº 15 – Para as águas de Classe 2.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 06 de junho de 2005.				
 Eng. Química M. Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ nº 13300056		 Eng. Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ nº 13100288		
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				



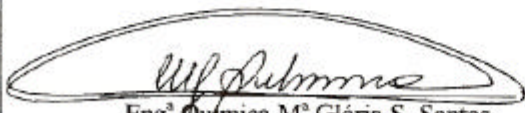



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 1013/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 31/05/05	Data de Entrada: 31/05/05	Período de Execução dos Ensaios: 31/05/2005		
Empresa: SIECESC – Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina		Fone: (48) 533-1520		
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 01a				
Coletor: Interessado				
Temperatura Ar (°C): **		Temperatura da amostra (°C): 23,7	Hora Coleta: 14:50	
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	8,9	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 357 – 17 de março de 2005 Art ° 15 – Para as águas de Classe 2. *****				
Criciúma, 06 de junho de 2005.				
 Eng.ª Química M.ª Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Otávio Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 1014/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 31/05/05	Data de Entrada: 31/05/05	Período de Execução dos Ensaios: 31/05/2005		
Empresa: SIECESC – Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina			Fone: (48) 533-1520	
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 03				
Coletor: Interessado				
Temperatura Ar (°C): **		Temperatura da amostra (°C): **		Hora Coleta: 14:30
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,1	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
<p>Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 357 – 17 de março de 2005 Art ° 15 – Para as águas de Classe 2.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 06 de junho de 2005.				
 Engª Química Mª Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.				





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
 Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 88806-000.  
 Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Data de Emissão: 02/06/2005 Certificado N°: 7873 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 9898

**DADOS DA AMOSTRA**

**Cliente:** SIEDESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE SANTA CATARINA (38933) **Endereço:** RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIV. **Cidade:** CRICIÚMA  
**Interessado:** RENATA COELHO RODRIGUES **Coletor:** INTERESSADO.  
**Descrição:** Água - Ponto de controle - rio Mãe Luzia. **Lote:**  
**Data de Produção:** 00/00/0000 00/00 **Data de Coleta:** 31/05/2005 15:20 **Data de Entrada no Laboratório:** 31/05/2005 16:27 **Data de Início das Análises:** 31/05/2005 16:40

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	9,3E+00	Ausente	Ausente	STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	6,9E+00	Ausente	Ausente	STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

**Observação:** Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 = 3,2.10<sup>3</sup> = 3,2E+03.

**Interpretação dos Resultados:**

**Conclusão:**

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- a) A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- b) Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- c) Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- d) O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico:  Clair Maria **Martinho Ballarigon**  
 CRBQ 26246-03D

Técnico: **Miriam Fabíola Colombo**  
 CRQ 13400621





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, Km 4,5 - Bairro Sangão,  
Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 88806-000.  
Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

### CERTIFICADO DE ANÁLISES

Data de Emissão: 02/06/2005 Certificado N°: 7875 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 9901

#### DADOS DA AMOSTRA

Cliente: SIECESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE SANTA CATARINA (38933) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIV Cidade: CRICIÚMA  
Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES Coletor: INTERESSADO.  
Descrição: Água - Ponto AR 1a - rio Mãe Luzia. Lote:  
Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 31/05/2005 14:50 Data de Entrada no Laboratório: 31/05/2005 16:30 Data de Início das Análises: 31/05/2005 17:00

#### RESULTADOS

Análise	Unidade	Resultado	Limite inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	2,2E+02	Ausente		STANDARD METHODS, 1996, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	4,9E+01	Ausente		STANDARD METHODS, 1996, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$ .

Interpretação  
dos

Resultados:

Conclusão:

#### Cláusulas de Responsabilidade:

- A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- O laboratório não se torna responsável em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico: Clair Maria Martarello Baillargeon  
CRBio 262/88-030

Técnico: Miriam Fabíola Colombo  
CRQ 13400621



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão,  
 Caixa Postal 31057, Cricúma, SC, 88906-000.  
 Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Certificado N°: 7874 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 9899

Data de Emissão: 02/06/2005

**DADOS DA AMOSTRA**

Cliente: SIEESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE SANTA CATARINA (38933) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIV. Cidade: CRICÚMA  
 Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES Coletor: INTERESSADO.  
 Descrição: Água - Ponto AR 03 - rio Mãe Luzia. Lote:  
 Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 31/05/2005 14:30 Data de Entrada no Laboratório: 31/05/2005 16:29 Data de Início das Análises: 31/05/2005 16:50

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	Ausente	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	Ausente	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 = 3,2.10³ = 3,2E+03.

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

Responsável técnico: Clair Maria Machado Ballarçon  
 CRBio 08248-03D  
  
 Técnico: Miriam Fabíola Colombo  
 CRQ 13400621

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- a) A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- b) Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- c) Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- d) O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.





SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAQUA – Laboratório de Análises Químicas e Ambientais  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.:88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

### RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº. 0206/2005

Descrição da amostra: BIOMONITORAMENTO PONTO CONTROLE

Procedência: X

Cliente: SIECESC – PROJETO MEIO AMBIENTE

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER - 73 - BAIRRO UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 23/08/05

Hora de Coleta: 15h30min.

Data de Recebimento: 23/08/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Mínimo Detectável	Resultado	Método
pH (24,6°C)	0,00	<b>6,22</b>	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>7,6</b>	Titulométrico
Alcalinidade à Fenolftaleína (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Titulação Potenciométrica
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Relação Estequiométrica entre a Alcalinidade Total e à Fenolftaleína
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>16,6</b>	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl <sup>-</sup> )	1,0	<b>6,1</b>	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Cloro Residual Livre (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Cloro Residual Total (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Condutividade (µS/cm) (25°C)	0,01	<b>60,7</b>	Condutivimétrico
Dureza Cálcica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Dureza Magnésiana (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Cálculo
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	10	<b>121</b>	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	1	<b>N.D.</b>	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	10	<b>213</b>	Gravimétrico
Sólidos Totais (mg/L)	10	X	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	1,0	<b>14,5</b>	Espectrofotométrico
Turbidez (NTU)	0,00	X	Nefelométrico
Alumínio (mg/L)	0,00	<b>0,05</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	0,00	<b>0,28</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Magnésio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Potássio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Sódio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não detectado.

  
 Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 14 de setembro de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.





SATC - Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAQUA - Laboratório de Análises Químicas e Ambientais.  
 Rua Pascoal Meller, 73 - Bairro Universitário - Criciúma/SC - CEP: 88 805-380  
 Fone: 0 XX 48 - 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 - 431-7515  
 E-mail: laec@satc.edu.br

### RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº.0207/2005

Descrição da amostra: BIOMONITORAMENTO AR.01A

Procedência: X

Cliente: SIECESC - PROJETO MEIO AMBIENTE

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER - 73 - BAIRRO UNIVERSITÁRIO - CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 23/08/05

Hora de Coleta: 15h05min.

Data de Recebimento: 23/08/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Mínimo Detectável	Resultado	Método
pH (25,2°C)	0,00	<b>5,90</b>	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>3,1</b>	Titulométrico
Alcalinidade à Fenolftaleína (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Titulação Potenciométrica
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Relação Estequiométrica entre a Alcalinidade Total e à Fenolftaleína
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>18,0</b>	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl <sup>-</sup> )	1,0	<b>5,6</b>	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Cloro Residual Livre (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Cloro Residual Total (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Condutividade (µS/cm) (25°C)	0,01	<b>93,8</b>	Conduvímétrico
Dureza Cálcica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Dureza Magnésiana (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Cálculo
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	10	<b>108</b>	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	1	<b>N.D.</b>	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	10	<b>107</b>	Gravimétrico
Sólidos Totais (mg/L)	10	X	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	1,0	<b>15,5</b>	Espectrofotométrico
Turbidez (NTU)	0,00	X	Nefelométrico
Alumínio (mg/L)	0,00	<b>0,37</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	0,00	<b>0,53</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Magnésio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	0,00	<b>0,01</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Potássio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Sódio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não detectado.

  
 Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 - 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 14 de setembro de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.





SATC – Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina  
 LAQUA – Laboratório de Análises Químicas e Ambientais  
 Rua Pascoal Meller, 73 – Bairro Universitário – Criciúma/SC – CEP.:88.805-380  
 Fone: 0 XX 48 – 431-7516 Fone/Fax: 0 XX 48 – 431-7515  
 E-mail: laeo@satc.edu.br

### RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº. 0208/2005

Descrição da amostra: AR-03

Procedência: AR-03

Cliente: SIECESC – PROJETO MEIO AMBIENTE

Endereço do Cliente: RUA PASCOAL MELLER - 73 - BAIRRO UNIVERSITÁRIO – CRICIÚMA/SC.

Data de Coleta: 23/08/05

Hora de Coleta: 14h45mim.

Data de Recebimento: 23/08/05

Considerações: Os Resultados contidos neste relatório tem significado restrito à amostra analisada.

Análise	Mínimo Detectável	Resultado	Método
pH (25,8°C)	0,00	<b>4,28</b>	Potenciométrico
Acidez Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>222,9</b>	Titulométrico
Alcalinidade à Fenolftaleína (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Titulação Potenciométrica
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	X	Relação Estequiométrica entre a Alcalinidade Total e à Fenolftaleína
Alcalinidade Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,0	<b>N.D.</b>	Titulação Potenciométrica
Cloretos (mg/L Cl <sup>-</sup> )	1,0	<b>6,4</b>	Titulométrico do Nitrato de Prata (Mohr)
Cloro Residual Livre (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Cloro Residual Total (mg/L)	0,00	X	Colorimétrico
Condutividade (µS/cm) (25°C)	0,01	<b>632,0</b>	Conduvímétrico
Dureza Cálcica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Dureza Magnésiana (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Cálculo
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2,0	X	Titulométrico do EDTA-Na
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	10	<b>557</b>	Gravimétrico
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	1	<b>2</b>	Cone de Imhoff
Sólidos Suspensos (mg/L)	10	<b>322</b>	Gravimétrico
Sólidos Totais (mg/L)	10	X	Gravimétrico
Sulfatos (mg/L)	1,0	<b>284,4</b>	Espectrofotométrico
Turbidez (NTU)	0,00	X	Nefelométrico
Alumínio (mg/L)	0,00	<b>15,27</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Cobre (mg/L)	0,00	<b>N.D.</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Ferro (mg/L)	0,00	<b>74,28</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Magnésio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Manganês (mg/L)	0,00	<b>2,72</b>	Espectrometria de Absorção Atômica
Potássio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Sódio (mg/L)	0,00	X	Espectrometria de Absorção Atômica
Zinco (mg/L)	0,00	<b>0,65</b>	Espectrometria de Absorção Atômica

Observação: N.D. = Não detectado.



Gilda de Souza Rodrigues da Silva  
 CRQ 13.300436 – 13ª Região  
 Gerente Técnico

Criciúma, 14 de setembro de 2005.

Este relatório não poderá ser reproduzido sem autorização formal.



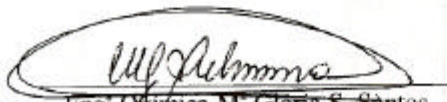
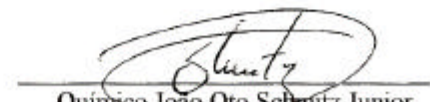
Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 1648/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 23/08/05		Data de Entrada: 23/08/05		Período de Execução dos Ensaios: 23/08/2005
Empresa: SIECESC - Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina				Fone: (48) 533-1520
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 - Bairro Universitário - Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: Ponto Branco				
Coletor: Interessado				
Temperatura Ar (°C): **		Temp. da Amostra realizada pelo cliente (°C): 21,7		Hora Coleta: 14:45
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	9,4	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
<p>Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 357 - 17 de março de 2005, Art ° 15 - Para as águas de Classe 2.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 29 de agosto de 2005.				
 Eng.ª Química M.ª Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056			 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288	
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				







Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 1649/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 23/08/05	Data de Entrada: 23/08/05	Período de Execução dos Ensaios: 23/08/2005		
Empresa: SIECESC - Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina				Fone: (48) 533-1520
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 - Bairro Universitário - Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 01a				
Coletor: Interessado				
Temp. Ar (°C): **	Temp. da amostra realizada pelo cliente (°C): 21,2		Hora Coleta: 15:05'	
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	9,4	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
<p>Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 357 - 17 de março de 2005, Art° 15 - Para as águas de Classe 2.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 29 de agosto de 2005.				
 Eng. Química M. Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Análises Físico - Químicas

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 1650/2005				
Dados da Amostra				
Data da Coleta: 23/08/05	Data de Entrada: 23/08/05	Período de Execução dos Ensaios: 23/08/2005		
Empresa: SIECESC - Sind. Da Ind. De Extração de Carvão de Santa Catarina				Fone: (48) 533-1520
Endereço: Rua Pascoal Meller, 73 - Bairro Universitário - Criciúma - SC				
Interessado: Renata Rodrigues				
Descrição da Amostra: Água Rio Mãe Luzia				
Ponto de Coleta: AR 03				
Coletor: Interessado				
Temp. Ar (°C): **		Temp. da amostra realizada pelo cliente (°C): 21,7		Hora Coleta: 14:45
Resultados				
Parâmetro	Resultado Obtido	Máximo Permitido <sup>(1)</sup>	Mínimo Detectável	Método de Análise
Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	< 0,1	Não inferior a 5 mg.L <sup>-1</sup>	0,1	Iodométrico / modificação com azida
<p>Obs: Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA N° 357 - 17 de março de 2005, Art ° 15 - Para as águas de Classe 2.</p> <p>*****</p>				
Criciúma, 29 de agosto de 2005.				
 Eng. Química M. Glória S. Santos Responsável Técnico - CRQ n° 13300056		 Químico João Oto Schmitz Junior Executor dos Ensaios - CRQ n° 13100288		
<b>Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.</b>				





**Unesc**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 89506-000.  
Fone/Fax: 48 443 0037 443 0067

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Data de Emissão: 26/08/2005 Certificado N°: 9294 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 11843

**DADOS DA AMOSTRA**

Cliente: SIECESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE SANTA CATARINA (389333) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIV Cidade: CRICIÚMA  
Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES Coletor: INTERESSADO.  
Descrição: Água - Ponto de controle Lote:  
Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 23/08/2005 15:30 Data de Entrada no Laboratório: 23/08/2005 16:40 Data de Início das Análises: 23/08/2005 17:00

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	2,2E+02	Ausente	Ausente	STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 = 3,2.10³ = 3,2E+03.

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- a) A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- b) Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- c) Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- d) O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico: Clair Maria Trentinello-Salliarleon  
CRBio 25248-03D

Técnico: Miriam Fabíola Colombo  
CRQ 13400621



**Unesc**

Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão,  
 Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 88906-000,  
 Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Data de Emissão: 26/08/2005 Certificado N°: 9292 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 11841

**DADOS DA AMOSTRA**

Ciente: SIECESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE SANTA CATARINA (36933) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIV. Cidade: CRICIÚMA  
 Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES Coletor: INTERESSADO.  
 Descrição: Água - AR 01a - Lote:  
 Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 23/08/2005 15:05 Data de Entrada no Laboratório: 23/08/2005 16:38 Data de Início das Análises: 23/08/2005 17:10

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	2,4E+03	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	4,9E+02	Ausente		STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de resultado, limite inferior de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$ .

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

Responsável técnico:

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- a) A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.  
 b) Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.  
 c) Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.  
 d) O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico:   
 Clair Maria Martinello Bailargeon  
 CRBio 28248-03D

Técnico: Miriam Fabíola Colombo  
 CRQ 13400621





Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT  
 Laboratório de Microbiologia

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão.  
 Caixa Postal 3167, Criciúma, SC, 88808-000.  
 Fone/Fax: 48 443 0037 443 0057

**unesc**

Página: 1 de 1

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

Data de Emissão: 26/08/2005 Certificado N°: 9293 / 2005 Via: 1 Amostra N°: 11842

**DADOS DA AMOSTRA**

Cliente: SIEDESC - SIND. DA IND. DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DE SANTA CATARINA (36933) Endereço: RUA PASCOAL MELLER, 73 - CX. P. 37 - UNIV Cidade: CRICIÚMA  
 Interessado: RENATA COELHO RODRIGUES Coletor: INTERESSADO.  
 Descrição: Água - AR 03 - Lote:  
 Data de Produção: 00/00/0000 00:00 Data de Coleta: 23/08/2005 14:45 Data de Entrada no Laboratório: 23/08/2005 16:39 Data de início das Análises: 23/08/2005 17:05

**RESULTADOS**

Análise	Unidade	Resultado	Limite Inferior de Detecção	Máximo Permitido	Método de Análise
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.
Contagem de Coliformes a 45 °C (fecais)	NMP/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	STANDARD METHODS, 1998, 20 ed. Section 9221, p.9-47-9-56.

Observação: Os valores apresentados nas colunas de detecção e limite máximo permitido estão expressados em notação científica, sendo equivalentes ao seguinte exemplo: 3200 =  $3,2 \cdot 10^3 = 3,2E+03$ .

Interpretação dos Resultados:

Conclusão:

**Cláusulas de Responsabilidade:**

- a) A identificação do material a ser analisado é responsabilidade do cliente.
- b) Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada pelo laboratório. Salvo menção expressa, a amostragem foi realizada pelo Cliente.
- c) Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido às análises.
- d) O laboratório não se torna responsável, em nenhum caso, de interpretação ou uso indevido que se possa fazer dos resultados, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa, está totalmente proibida ou pelo uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no certificado, em prejuízo ou benefício de marcas comerciais que o cliente tenha podido citar como identificação das amostras submetidas ao estudo.

Responsável técnico:  Clair Maria ~~Mestriello~~ Ballarigeon  
 CRBio 26246-03D

Técnico: Miriam Fabíola Colombo  
 C.R.Q. 13-400621



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)