

CENTRO UNIVERSITÁRIO FIEO

EDUARDO GIMENES MARTINS

**EFEITOS DO REFINAMENTO TAXONÔMICO EM CHIRONOMIDAE
(DIPTERA) NO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RIOS
ATRAVÉS DO ÍNDICE DE COMUNIDADE BENTÔNICA**

OSASCO / SP
2006

CENTRO UNIVERSITÁRIO FIEO

EDUARDO GIMENES MARTINS

**EFEITOS DO REFINAMENTO TAXONÔMICO EM CHIRONOMIDAE
(DIPTERA) NO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RIOS
ATRAVÉS DO ÍNDICE DE COMUNIDADE BENTÔNICA**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Biológicas do Centro Universitário FIEO – UniFIEO, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Mônica Luisa Kuhlmann

OSASCO / SP
2006

Martins, Eduardo Gimenes

Efeitos do refinamento taxonômico em Chironomidae (Diptera) no monitoramento da qualidade dos rios através do Índice de Comunidade Bentônica / Eduardo Gimenes Martins. – Osasco / SP, Nov. 2006
59 fls.

Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Ciências Biológicas, Centro Universitário FIEO

1. Índice de Comunidade Bentônica - ICB
3. Refinamento taxonômico

2. Chironomidae
4. Ecossistemas lóticos

EDUARDO GIMENES MARTINS

**EFEITOS DO REFINAMENTO TAXONÔMICO EM CHIRONOMIDAE
(DIPTERA) NO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RIOS
ATRAVÉS DO ÍNDICE DE COMUNIDADE BENTÔNICA**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Biológicas do Centro Universitário FIEO – UniFIEO, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Lopes Crispino

Prof. Dr. Sílvio Miranda Prada

Osasco, 27 de novembro de 2006.

*Carmem Gimenes Martins
minha amada mãe a quem dedico este trabalho*

*Mulher que mesmo nas situações mais difíceis,
não se dobrou e nos mostrou com todos seus exemplos,
de honestidade, simplicidade, trabalho, garra e dedicação....*

"O verdadeiro sentido da vida"

Agradecimentos

À Deus, por me dar o dom da vida e por ouvir todas minhas preces;

À CETESB, pela oportunidade de estágio e pela bolsa auxílio concedida;

À Dra. Mônica Luisa Kuhlmann, pela primordial orientação, paciência nas horas e horas de microscopia e por todos conhecimentos transmitidos;

À Helena Mitiko Watanabe, pelos valiosos ensinamentos em ecologia e pela ajuda “muitas vezes solicitada” durante as triagens de amostras da rede;

À todos do Laboratório do Setor de Comunidades Aquáticas (CETESB), pela amizade e pelos muitos ensinamentos;

À Profa. Dra. Susana Trivinho-Strixino (UFSCar), por sua atenção e pela confirmação de alguns gêneros de Chironomidae;

Ao meu primo José Batista Barbosa, pelo incentivo inicial e pela ajuda financeira

Ao Marcelo “Zuk” Morita, pela revisão do Abstract;

À todos amigos da turma, por estes quatro anos de convivência, por todas as festas, baladas e saídas a campo;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho;

E um agradecimento muito especial:

À minha pequena Priscila Fuentes, pelo apoio, ajuda, confiança, “por suportar” meu estresse, e ouvir todas minhas “pirações”

"Preciso de pouco, na cabeça um grande sonho e nos pés o caminhar"
(Vida Alves)

Resumo

Atualmente, é reconhecido que para se compreender e conservar a estrutura e o funcionamento de ecossistemas lóticos é necessário considerar a sua biota. Os dois grupos biológicos mais recomendados para avaliar a qualidade das águas são as algas e a comunidade bentônica. Na prática, o bentos é sem dúvida a biota que tem sido mais utilizada em biomonitoramento. A comunidade bentônica é formada por animais e vegetais e estes animais bentônicos vivem sempre associados ao substrato. Entre os macroinvertebrados bentônicos, a família Chironomidae é altamente diversificada em espécies nos ambientes lóticos e verifica-se sua ocorrência em áreas impactadas e não impactadas, demonstrando diferentes graus de tolerância e sensibilidade dentro da família. Desde 2002, a CETESB vem utilizando o Índice de Comunidade Bentônica (ICB), um índice multimétrico, obtido a partir da fusão de diversos índices descritores da estrutura da comunidade bentônica, em sua rede de monitoramento para assim refletir a qualidade das águas, voltada para a conservação da vida aquática. Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da identificação genérica dos organismos da família Chironomidae na sensibilidade dos índices descritores utilizados no monitoramento de ambientes lóticos e propor alterações no ICB para adequação de seu uso. Foi utilizado material coletado em dez pontos de amostragem que fizeram parte de diversos projetos da CETESB, conduzidos ao longo de diferentes anos. Os pontos foram escolhidos segundo um ranking de classificação de qualidade baseado no ICB onde os organismos foram identificados até família para a maioria dos taxa, com exceção de Chironomidae, em que se atingiu nível de subfamílias e tribos. Os dados originais dos pontos compreenderam a abordagem um, e a abordagem dois foi gerada à partir da identificação das larvas da família Chironomidae. As variáveis ambientais foram submetidas a uma Análise de Agrupamento e Análise de Componente Principal (ACP) e os dados bióticos de ambas abordagens sofreram Análise de Agrupamento e foi calculado o Intervalo de Confiança (IC) entre os descritores (Riqueza - S, Índice de Comparação Seqüencial - ICS, Índice de Diversidade de Shannon-Wiener - H', Dominância de grupos tolerantes - TDT e Riqueza de taxa sensíveis - Ssens) em ambas abordagens. Todas as análises de agrupamento e ACP foram efetuadas pelo software FITOPAC versão 1.6. Baseado nas análises em relação as variáveis ambientais pode-se afirmar que existe um gradiente ambiental entre os pontos estudados. Na abordagem um foram classificados 47 taxa, e por sua vez na abordagem dois 88 taxa, devido a identificação genérica dos Chironomidae. A taxocenose Chironomidae, na abordagem um foi representada por quatro taxa (as tribos Chironomini e Tanytarsini de Chironominae, e as subfamílias Tanypodinae e Orthoclaadiinae), com o refinamento taxonômico, a abordagem dois apresentou 45 gêneros desta família. Os valores de intervalo de confiança para as médias de S, ICS e H' nas réplicas aumentaram na abordagem dois, evidenciando que estes aumentos não foram significantes para a sensibilidade do ICB. Baseado nos resultados apresentados concluiu-se que a identificação genérica dos organismos da família Chironomidae, dentro dos dados utilizados neste estudo, não alterou a sensibilidade dos índices descritores (S, ICS e H') utilizados no ICB, portanto sendo desnecessárias eventuais alterações no ICB.

Palavras Chave:

1. Índice de Comunidade Bentônica – ICB;
2. Chironomidae;
3. Refinamento taxonômico;
4. Ecossistemas lóticos

Abstract

Actually, it is recognized that to understand and to conserve the structure and the functioning of lotic ecosystems it is necessary to consider its biota. The two biological groups more recommended to evaluate the quality of waters are the algae and the benthic community. In practice, the benthos is without a doubt the biota that has been more used in biomonitoring. The benthic community is formed by animals and vegetables and these benthic animals always live associated to the substratum. In the benthic macroinvertebrates, the Chironomidae family is highly diversified in species in lotic environments and verifies its occurrence in impacted and non impacted areas, demonstrating different degrees of tolerance and sensibility inside the family. Since 2002, the CETESB has been using the Benthic Community Index (BCI), a multimetric index, gotten from the fusing of diverse describing indexes of the structure of the benthic community, in its net of monitoring thus to reflect the quality of waters, backed toward the conservation of the aquatic life. This work has as objective to evaluate the influence of the generic identification of the organisms of the Chironomidae family in the sensitivity of the describing indexes used in the monitoring of lotic environments and to consider alterations in the BCI for adequacy of its use. It was used material collected in ten points of sampling that had been part of diverse projects of the CETESB, lead throughout different years. The points had been chosen according to a ranking of classification of quality based on the BCI where the organisms had been identified until family for the majority of the taxa, with exception of Chironomidae, where reached level of subfamilies and tribes. The original data of the points will be understood as approach one, and approach two was generated from identification of the larvae of the Chironomidae family. The environmental variables had been submitted to a Cluster Analysis and Principal Components Analysis (PCA) and the biotic data of both approaches had suffered Cluster Analysis and were calculated the Reliable Interval between the describers (Riches - S, Sequential of Comparison Index - SCI, Diversity Index of Shannon-Wiener - H', Tolerance Groups Dominance - TDT e Riches of Sensitive Taxa - Ssens) in both approaches. All the Cluster Analyses and the PCA had been effected by the software FITOPAC version 1.6. Based in the analyses in relation to the environmental variables it can be affirmed that exist an ambiental gradient between the studied points. In the approach one had been classified 47 taxa, and in turn in which had 88 taxa approach two, the generic identification of the Chironomidae. The taxocenose Chironomidae, in the approach one was represented by four taxa (the tribes Chironomini and Tanytarsini of Chironominae, and the subfamilies Tanytarsinae and Orthocladinae), with the taxonomic refinement, approach two presented 45 genus of this family. The values of reliable interval for the averages of the S, SCI and H' in the replies increased in approach two, evidencing that these increases had not been significant for the sensitivity of the BCI. Based in the presented results I come to the conclusion that the generic identification of the organisms of the Chironomidae family, inside of the data used in this study, did not modify the sensibility of the describing indexes (S, SCI and H') used in the BCI, therefore being unnecessary eventual alterations in the BCI.

Keywords:

1. Benthic Community Index – BCI; 2. Chironomidae; 3. Taxonomic refinement; 4. Lotic ecosystems

Lista de figuras

Figura 1 - Representantes da macrofauna bentônica	15
Figura 2 - Cápsulas cefálicas das sub-famílias / tribos de Chironomidae	17
Figura 3 - Mapa hidrográfico do estado de São Paulo, ilustrando os pontos de coleta utilizados no trabalho	22
Figura 4 - Pegadores utilizados nas coletas	24
Figura 5 - Dendograma referente ao agrupamento das variáveis ambientais para os pontos de coleta	30
Figura 6 - Gráficos Box Whisker gerados para cada variável ambiental analisada pelo agrupamento	31
Figura 7 - Representação da análise ACP, efetuada nas variáveis ambientais dos pontos de coleta	32
Figura 8 - Abundância relativa dos organismos para os pontos de coleta (abordagem um)	38
Figura 9 - Abundância relativa dos organismos para os pontos de coleta (abordagem dois)	39
Figura 10 - Taxocenose Chironomidae dos pontos de coleta (abordagem um)	40
Figura 11 - Taxocenose Chironomidae dos pontos de coleta (abordagem dois)	40
Figura 12 - Intervalo de Confiança da riqueza (S) entre abordagens um e dois	42
Figura 13 - Intervalo de Confiança do ICS entre abordagens um e dois	42
Figura 14 - Intervalo de Confiança do H' entre abordagens um e dois	43
Figura 15 - Dendograma referente ao agrupamento dos dados bióticos para os pontos de coleta, para a abordagem um	44
Figura 16 - Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem um	45
Figura 17 - Dendograma referente ao agrupamento dos dados bióticos para os pontos de coleta, para a abordagem dois	47
Figura 18 - Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem dois	48

Lista de tabelas

Tabela I - ICB _{RIO} , utilizado em rios na rede de monitoramento da CETESB.	19
Tabela II - Localização e ano de amostragem dos pontos selecionados	21
Tabela III - Valores guias estabelecidos pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME)	26
Tabela IV - Dados ambientais dos pontos de coleta	29
Tabela V - Dados bióticos dos pontos de coleta, classificados segundo a abordagem um	35
Tabela VI - Dados bióticos dos pontos de coleta, classificados segundo a abordagem dois	36
Tabela VII - Resultados dos índices descritores da comunidade, calculados para todos os pontos na abordagem um	37
Tabela VIII - Resultados dos índices descritores da comunidade, calculados para todos os pontos na abordagem dois	37

Lista de abreviaturas e siglas

ACP – Análise de Componente Principal

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

DT – Densidade total

EPT – Ephemeroptera, Plecoptera e Thichoptera

H' – Índice de Diversidade de Shannon-Wiener

IC – Intervalo de Confiança

ICB – Índice de Comunidade Bentônica

ICF – Índice de Comunidade Fitoplanctônica

ICS – Índice de Comparação Sequencial

ICZ – Índice de Comunidade Zooplantônica

IQA – Índice de Qualidade das Águas

IVA – Índice de Preservação da Vida Aquática

PEL – Probable Effect Level

S – Riqueza

SMA – Secretaria do Meio Ambiente

Ssens – Riqueza de taxa sensíveis

T/DT – Dominância de grupos tolerantes

TEL – Threshold Effect Level

UGRHI – Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

Sumário

INTRODUÇÃO.....	12
OBJETIVO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
1. Pontos de coleta.....	20
2. Variáveis ambientais.....	23
3. Variáveis bióticas.....	23
3.1 Coleta e análise do material.....	23
4. Análise dos dados.....	25
4.1 Variáveis ambientais.....	25
4.2 Variáveis bióticas.....	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
1. Variáveis ambientais.....	28
2. Variáveis bióticas.....	33
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
GLOSSÁRIO.....	59

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas lóticos vem sendo empregados desde a antiguidade pelo homem como fonte de recursos e como via para a eliminação de resíduos, desencadeando um processo de degradação histórica nestes ecossistemas. Após a Revolução Industrial, esse processo vem se agravando, em consequência de uma maior produção de materiais residuais, da introdução de novos contaminantes e do rápido aumento da concentração populacional nas cidades (ALONSO & CAMARGO, 2005). Na atualidade existem numerosas causas de degradação da qualidade da água e decorrente perda de biodiversidade das comunidades biológicas que nela vivem, tais como a contaminação por matéria orgânica e o enriquecimento de nutrientes, a eliminação ou a degradação das matas ciliares, a retificação e canalização de rios e a presença de contaminantes orgânicos e inorgânicos persistentes (WETZEL, 2001 apud ALONSO & CAMARGO, 2005), tornando essencial o monitoramento e o controle da qualidade de nossas águas.

Os métodos tradicionais de avaliação das condições gerais dos ambientes aquáticos estão baseados em variáveis físicas e químicas. Esse monitoramento traz algumas vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, como a identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água, a detecção precisa da variável modificada e a determinação destas concentrações alteradas. Mas, também apresenta algumas desvantagens, como ser limitado pela sensibilidade do aparelho ou do método analítico empregado, ter caráter instantâneo, além do fato de as substâncias químicas que afetam a qualidade da água serem numerosas e variarem contínua e irregularmente em concentração (CETESB, 1993; WILHM & DORRIS, 1968). Dessa forma, atualmente,

é reconhecido que para se compreender e conservar a estrutura e o funcionamento de sistemas lóticos é necessário considerar a sua biota (LORENZ *et al.*, 1997).

As comunidades biológicas refletem a integridade ecológica dos ecossistemas, fornecendo uma medida agregada dos impactos decorrentes de diferentes agentes antrópicos, que podem vir a exibir efeitos aditivos, sinérgicos ou antagonísticos (BARBOUR *et al.*, 1999). Além de responderem a níveis de contaminantes não detectáveis pela metodologia química e inserirem o componente temporal no biomonitoramento.

A hipótese fundamental ao adotar-se organismos indicadores (assembléias de espécies ou comunidades) para avaliação da qualidade da água é que a presença do indicador reflete seu ambiente. Deste modo, que sua presença em abundância significa que suas necessidades físicas, químicas e nutricionais estão sendo satisfeitas (JOHNSON *et al.*, 1993).

Segundo Rosenberg & Resh (1993) o biomonitoramento caracteriza-se pelo uso sistemático de respostas biológicas nas avaliações de alterações no ambiente, dentro de um programa de controle de qualidade. Um bom bioindicador deve ser de fácil amostragem e identificação, ainda tendo de apresentar uma ampla distribuição geográfica, para possibilitar estudos comparativos (KUHLMANN, 2001).

Em levantamento realizado por Hellawell (1986 apud ROSENBERG & RESH, 1993) foi observado que os dois grupos biológicos mais recomendados para avaliar a qualidade das águas eram as algas e a comunidade bentônica. Na prática, o bentos é sem dúvida a biota que tem sido mais utilizada em biomonitoramento (ROSENBERG & RESH, 1993).

A comunidade bentônica (do grego *bénthos* = profundidade) habita os substratos de fundo dos ecossistemas aquáticos e é formada por animais

(zoobentos), vegetais (fitobentos), bactérias e fungos (ESTEVEES, 1998). Estes animais bentônicos (Fig. 1) podem viver sobre o substrato (Epifauna), movendo-se ativamente ou fixando-se ao substrato, nadar na coluna de água próxima ao fundo (Hiperbentos), enterrar-se, habitando tubos ou galerias por eles construídos sob a superfície (Infauna), ou também explorar o espaço entre os grãos que formam o substrato (Fauna intersticial) (KUHLMANN & WATANABE, 2005).

Segundo Kuhlmann & Watanabe (2005) o zoobentos ainda pode ser classificado, segundo a malha de seleção empregada no seu estudo, em macro, meio e microbentos, a saber:

- Macrobentos (ou macrofauna) compõe-se de organismos retidos em redes de abertura entre 200-500 μm , englobando espécies de Insecta, Annelida (principalmente Oligochaeta e Hirudinea), Nemertinea, Crustacea (Decapoda, Amphipoda e Isopoda), Mollusca (Bivalvia e Gastropoda) e alguns Turbellaria e Bryozoa (Fig. 1).
- Meiobentos (ou meiofauna), por sua vez, é retido em redes de abertura entre 40-200 μm , correspondendo a espécies de Nematoda, microcrustáceos (Cladocera, Copepoda: Cyclopoida e Harpacticoida, e Ostracoda), Tardigrada, Gastrotricha e pequenos Turbellaria, Oligochaeta e Bryozoa.
- Microbentos (ou microfauna) são os organismos que passam pelas redes de 40 μm , composta por espécies de Rotifera e, principalmente, Protozoa.

Por seu tamanho pequeno e conseqüente dificuldade de estudo, pouco se tem conhecido das associações de meio e microfauna, embora suas importâncias nos ecossistemas não possam ser ignoradas (KUHLMANN & WATANABE, 2005).

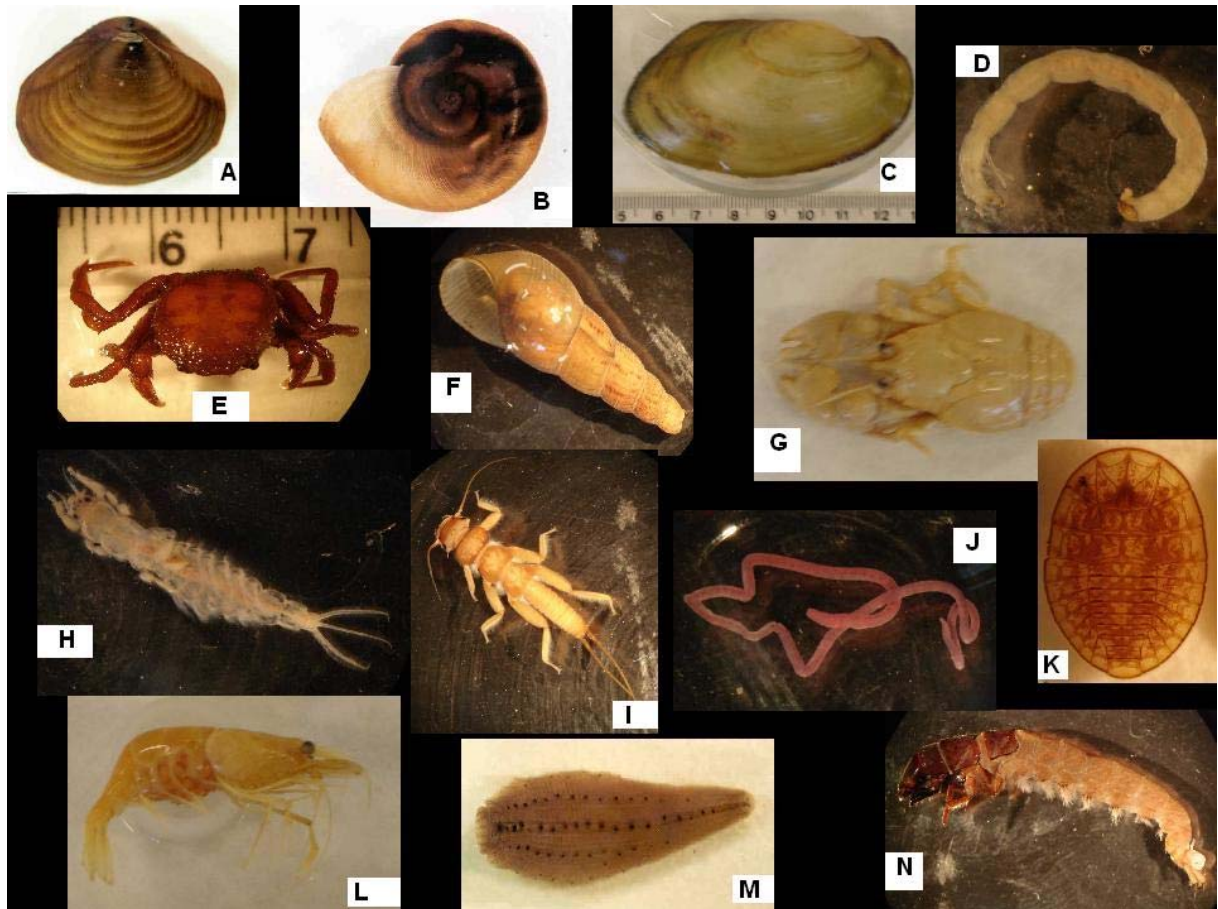


Figura 1 – Representantes da macrofauna bentônica. (A) Bivalvia: Corbiculidae, (B) Gastropoda: Lymnaeidae, (C) Bivalvia: Mycetopodidae, (D) Diptera: Chironomidae, (E) Decapoda: Trichodactylidae, (F) Gastropoda: Thiaridae, (G) Decapoda: Aeglidae, (H) Ephemeroptera: Ephemeridae, (I) Plecoptera: Gripopterygidae, (J) Oligochaeta: Tubificidae, (K) Coleoptera: Psephenidae, (L) Decapoda: Palaemonidae, (M) Hirudinea: Glossiphoniidae, e (N) Trichoptera: Hydropschydae. (Foto: KUHLMANN, M.L., 2006)

Os estudos da estrutura da comunidade bentônica têm adquirido caráter especial e essencial nos trabalhos de avaliação de impactos sobre os ecossistemas aquáticos. As alterações na organização destas comunidades representam importantes informações para o biomonitoramento (BRIGANTE, 2003). A utilização do bentos em programas de monitoramento é possível em razão de características peculiares a estas comunidades, como: (I) abundância em todos os sistemas aquáticos; (II) capacidade nula ou limitada de locomoção; (III) no decorrer de seu ciclo de vida, estão continuamente sujeitos ao rigor do ambiente; (IV) ciclo de vida longo, possibilitando assim a explicitação de padrões temporais de alterações causadas por perturbações, e (V) amplo espectro de respostas a diversos graus e

tipos de poluição (ROSENBERG & RESH, 1993). Estes organismos são considerados bioindicadores porque, em presença de determinadas condições ambientais, como algum nível de poluição, os grupos mais resistentes podem se tornar numericamente dominantes, enquanto outros grupos mais sensíveis podem se tornar raros ou desaparecer (MACKIE, 1998 apud MANDAVILLE, 2000).

Entre os macroinvertebrados bentônicos, a família Chironomidae é altamente diversificada em espécies nos ambientes lóticos. Seu nome provém do grego *chir(o)*, que traduz a idéia de mão (CRANSTON, 1995; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1999) e designa um grupo da ordem Diptera, cujos representantes apresentam, na fase adulta, hábito postural de manter as pernas anteriores levantadas, como se fossem braços estendidos.

Família com ampla distribuição mundial, ocorre em todas as regiões zoogeográficas (CRANSTON, 1995; COFFMAN & FERRINGTON, 1984) e é composta por 11 sub-famílias, das quais quatro ocorrem no Brasil, sendo elas: Telmatogetoninae (exclusivamente marinha), Tanypodinae (Fig. 2 D), Ortocladiinae (Fig. 2 B) e Chironominae (Fig. 2 A-C) (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995).

O catálogo de Chironomidae neotropicais (SPIES & REISS, 1996) indica um total de 155 gêneros e 709 espécies. No Brasil, estão registradas 168 espécies distribuídas em 32 gêneros.

De acordo com Trivinho-Strixino & Strixino (1995, 1999) seus representantes formam um dos mais importantes grupos de insetos aquáticos, participando significativamente da composição faunística nos mais variados biótopos, onde geralmente ocorrem elevadas densidades numéricas, na condição de larvas.

Nos ecossistemas lóticos, as larvas colonizam o substrato e a vegetação aquática, mostrando ampla faixa de condições nas quais podem viver o que, de

acordo com Trivinho-Strixino & Strixino (1999), reflete a elevada capacidade adaptativa do grupo.

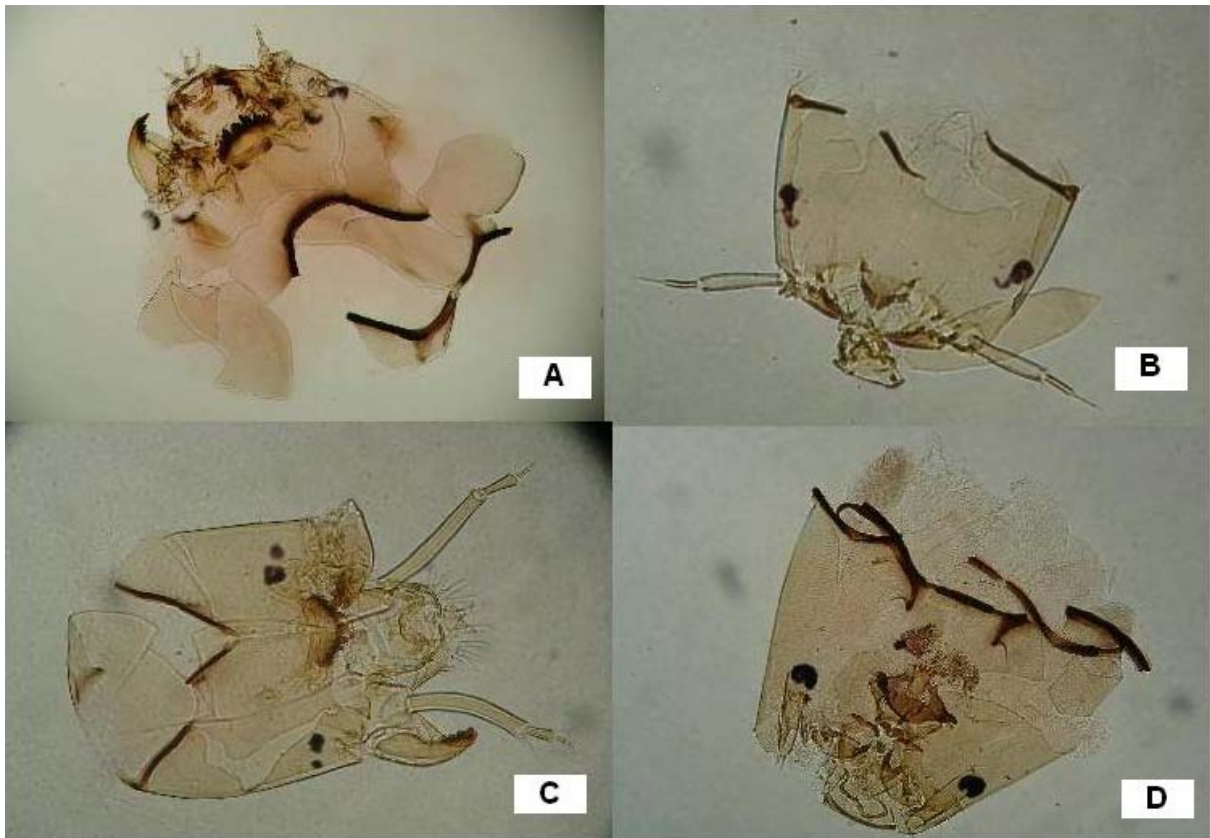


Figura 2 – Cápsulas cefálicas das sub-famílias / tribos de Chironomidae. (A) Chironominae: Chironomini, (B) Orthocladinae, (C) Chironominae: Tanytarsini, e (D) Tanypodinae.

Diante disso, alguns gêneros são considerados indicadores de condições ambientais particulares e a proporção que mantêm na comunidade pode ser usada em estudos de avaliação do ambiente e em monitoramento (LINDEGAARD, 1995). Por outro lado, participam ativamente do metabolismo intermediário do ecossistema aquático e formam importante elo da cadeia alimentar. Embora hábitos predatórios ocorram, sua grande maioria pode ser considerada herbívora detritívora, permanecendo vinculada ao ciclo de decomposição da matéria orgânica, sendo possível observar a participação diferencial de algas, fibras vegetais, restos de animais, detritos variados, esporos e hifas de fungos na dieta alimentar das larvas (BERG, 1995).

A quase totalidade do ciclo de vida de quironomídeos transcorre na água: após a deposição da massa de ovos diretamente sobre a água, entre vegetação aquática ou restos de folhas, inicia-se o período larval com quatro instares (PINDER, 1995). Segue curto período de pupa, que termina na emergência do imago (macho e fêmea). O adulto aéreo e terrestre vive de poucos dias a algumas semanas e via de regra não se alimenta, mas desempenha funções exclusivamente reprodutivas, quando forma enxameamentos para o acasalamento (LANGTON, 1995). A duração do ciclo de vida pode variar de poucos dias até alguns anos, dependendo da espécie e, sobretudo, da temperatura da água e da disponibilidade do alimento (PINDER, 1995). Segundo Strixino & Trivinho-Strixino (1985 apud TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1999) no Brasil as condições climáticas determinam ciclo de vida curto, favorecendo o desenvolvimento e crescimento contínuos e possibilitando a existência de diversas gerações/ano.

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) utiliza, desde 1975, o Índice de Qualidade das Águas (IQA), para servir de informação básica de qualidade da água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI's) do Estado de São Paulo. Com a Resolução SMA nº 65/1998 (SÃO PAULO, 1998) foi criado o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA), composto por avaliações de toxicidade e eutrofização das águas, e ficou prevista a implantação de índices das diferentes comunidades aquáticas no monitoramento biológico da qualidade das águas. Desde 2002, a CETESB vem utilizando esses índices biológicos: o Índice de Comunidade Fitoplanctônica (ICF), o Índice de Comunidade Zooplanctônica (ICZ) e o Índice de Comunidade Bentônica (ICB), para assim refletir a qualidade das águas, voltada para a conservação da vida aquática.

O ICB é um índice multimétrico, obtido a partir da fusão de diversos índices descritores da estrutura da comunidade bentônica, como: Riqueza (S), Índice de Comparação Seqüencial (ICS), Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), Dominância de grupos tolerantes (T/DT) e Riqueza de taxa sensíveis (Ssens) (Tabela I). O valor final que gera o diagnóstico, ou a classificação final da qualidade do habitat, será simplesmente a média aritmética do ranking dos índices parciais. Como medida de padronização, atualmente a identificação dos organismos da família Chironomidae atinge, em rios, o nível de subfamília / tribo, e o restante da biota o nível de família. Para o cálculo do ICB, apenas um dos índices de diversidade (H' ou ICS) é considerado, dando-se preferência ao ICS.

Tabela I – ICB_{RIO}, utilizado em rios na rede de monitoramento da CETESB.

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Ssens
PÉSSIMA	5			AZÓICO		
RUIM	4	≤ 5	≤ 3,00	≤ 1,00	> 0,75	0
REGULAR	3	6 – 13	> 3,00 - ≤ 9,50	> 1,00 - ≤ 1,50	≥ 0,50 - ≤ 0,75	1
BOA	2	14 – 20	> 9,50 - ≤ 20,00	> 1,50 - ≤ 2,50	> 0,25 - < 0,50	2
ÓTIMA	1	≥ 21	> 20,00	> 2,50	≤ 0,25	≥ 3

Grande parte dos protocolos de avaliação consideram a família Chironomidae como altamente tolerante e generalista, e seu nível de identificação em projetos de biomonitoramento raramente ultrapassa família. Porém, em estudos realizados por Roque *et al.* (2000), verificou-se que esta família ocorre em áreas impactadas e não impactadas, demonstrando diferentes graus de tolerância e sensibilidade dentro da família e esses autores sugerem que o dado em família é deficitário para as avaliações ambientais.

Porém, com a identificação das larvas de Chironomidae ao nível genérico, outra proposta de classificação da qualidade da água, baseada no ICB, deverá ser desenvolvida e o custo-benefício desta análise avaliado, já que há maior gasto de tempo para executá-lo, nem sempre compatível com as metas do monitoramento.

OBJETIVO

Avaliar a influência da identificação genérica dos organismos da família Chironomidae na sensibilidade dos índices descritores utilizados no monitoramento de ambientes lóticos e propor alterações no ICB para adequação de seu uso.

MATERIAL E MÉTODOS

Todo material identificado, bem como os equipamentos utilizados para a identificação pertencem ao Setor de Comunidades Aquáticas (EAHC) da CETESB e foram gentilmente cedidos para a realização deste trabalho.

1. Pontos de coleta

Foi utilizado material coletado em dez pontos de amostragem que fizeram parte de diversos projetos da CETESB, conduzidos ao longo de diferentes anos. Os pontos adotados, bem como sua localização e o ano em que foram realizadas as coletas, estão relacionados na Tabela II e ilustrados na Figura 3.

Os pontos foram escolhidos segundo um ranking de classificação de qualidade baseado no ICB (Tabela I), onde os organismos foram identificados até família para a maioria dos taxa, com exceção de Chironomidae, em que se atingiu nível de sub-famílias e tribos.

Optou-se pela adoção de dois pontos nos níveis de classificação ruim e bom, e quatro pontos para o regular, pois este foi subdividido em regular para ruim e regular para bom, tendo em vista as muitas possibilidades de ambiente que possam

entrar nesta faixa de qualidade. Já para os níveis péssimo e ótimo, de menor frequência de ocorrência, foi somente usado um ponto, cada qual retratando as condições extremas de qualidade, essencial para a definição de classes intermediárias de qualidade.

Tabela II – Localização e ano de amostragem dos pontos selecionados

Classe ICB	Ponto	Latitude (S)	Longitude (O)	Descrição	UGRHI	Ano	Referência
Péssima	PINH02	23°42'18"	46°40'32"	Rio Pinheiros, na usina elevatória de Pedreira, no centro do canal	6	2002	CETESB, 2003b
Ruim	PIRA03 ♦	22°41'28"	47°22'46"	Rio Piracicaba, 300 m. a jusante do Ribeirão Tatu	5	2003	CETESB, 2004
	CRIS03	23°20'04"	46°49'34"	Ribeirão dos Cristais, na captação da ETA de Cajamar	6	2003	CETESB, 2004
Regular para Ruim	PIRA02 ♦	22°41'28"	47°22'46"	Rio Piracicaba, 300 m. a jusante do Ribeirão Tatu	5	2002	CETESB, 2003b
	ATIB03	22°45'09"	47°09'17"	Rio Atibaia, a jusante do lançamento da Societal S/A (antiga Shell)	5	2003	CETESB, 2004
Regular para Boa	SOVO02	23°34'33"	47°26'19"	Rio Sorocaba, a jusante da barragem de Votorantim	10	2002	CETESB, <i>no prelo</i>
	SAPU05	-	-	Rio Sapucaí, 3,5 km a jusante da ponte na SP425 que liga Guaíra a Miguelópolis	8	2005	CETESB, 2006
Boa	SOCE03	23°10'21"	47°48'47"	Rio Sorocaba, na captação de Cerquilha	10	2003	CETESB, 2004
	TIET05 ♦	23°33'55"	46°01'28"	Rio Tietê, na captação da SABESP em Biritiba-Mirim	6	2005	CETESB, 2006
Ótima	TIET03 ♦	23°33'55"	46°01'28"	Rio Tietê, na captação da SABESP em Biritiba-Mirim	6	2003	CETESB, 2004

♦ Pontos com mesma localização porém amostrados em diferentes anos

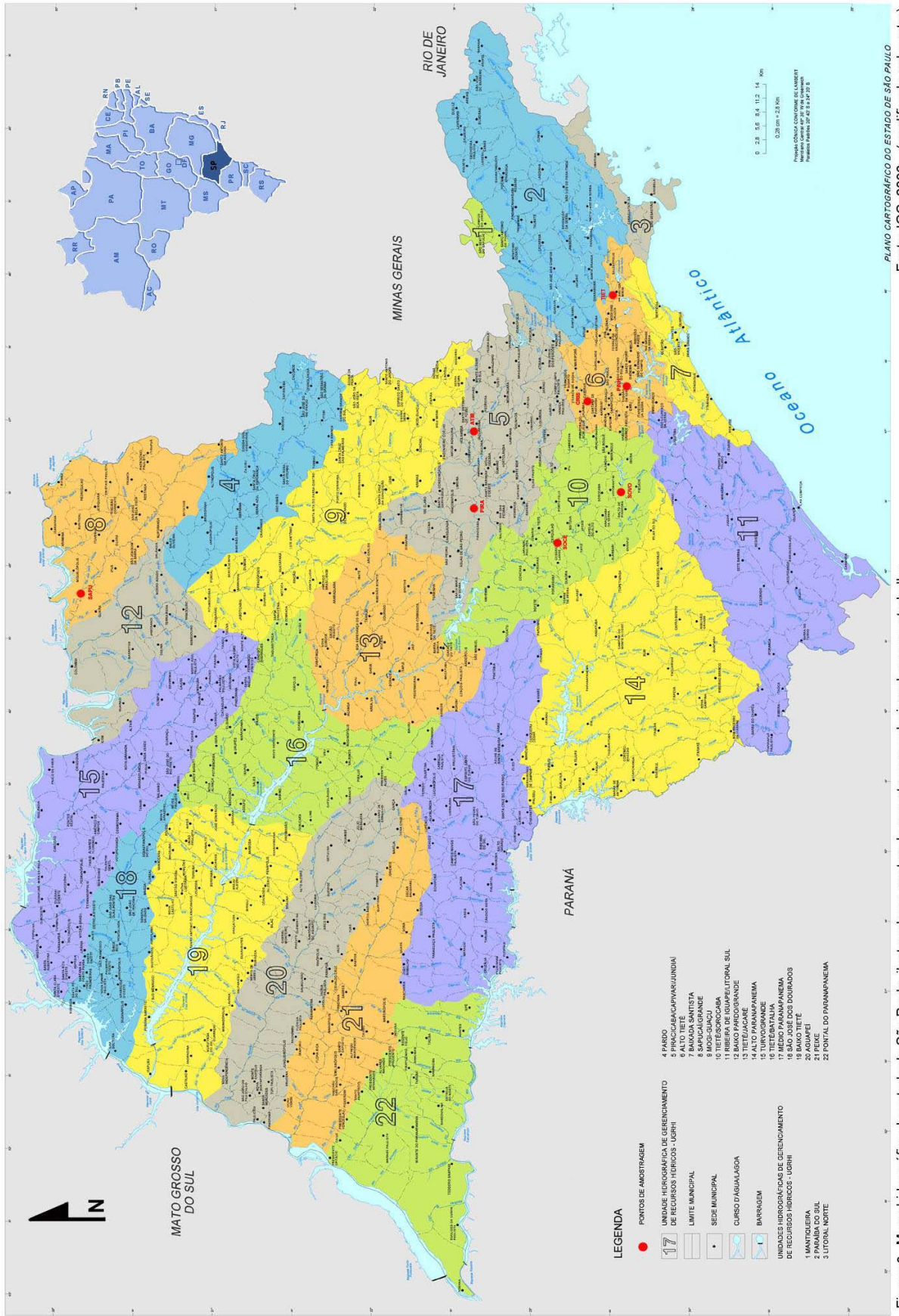


Figura 3 - Mapa hidrográfico do estado de São Paulo, ilustrando os pontos de amostragem selecionados para o trabalho

PLANO CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO
 Fonte: IGC, 2006 (modificado pelo autor)

2. Variáveis ambientais

A análise das variáveis físicas, químicas e microbiológicas dos rios identifica fontes potenciais de estresse ao ambiente e pode fornecer informações importantes para se tentar entender a distribuição de determinados organismos nesses ecossistemas, pois estes fatores do ambiente são os principais determinantes da estrutura do bentos (ROSENBERG *et al.*, 1997).

A análise dos parâmetros mensuráveis mais importantes que afetam direta ou indiretamente a composição da comunidade bentônica, foram realizadas pelos Laboratórios do Departamento de Análises Ambientais (EA) da CETESB e os dados obtidos serão utilizados neste estudo (CETESB, 2003b, 2004, 2006, *no prelo*).

3. Variáveis Bióticas

3.1 Coleta e análise do material

Todas as coletas foram padronizadas em relação ao período de amostragem (inverno) e ao tipo de hábitat amostrado (margem deposicional).

As amostras de sedimento foram coletadas em triplicata com o auxílio dos pegadores Petit Ponar 232 cm² (Fig. 4 A) ou van Veen 272 cm² (Fig. 4 B), tendo sido acondicionadas em sacos plásticos resistentes, revestidos com um segundo saco devidamente etiquetado. A fixação e o preparo das amostras seguiram a Norma Técnica CETESB L5.309 (CETESB, 2003a), sendo a amostra imediatamente preservada com formaldeído 40% neutralizado, em volume suficiente para que a concentração final de cada amostra ficasse entre 4 e 10%.

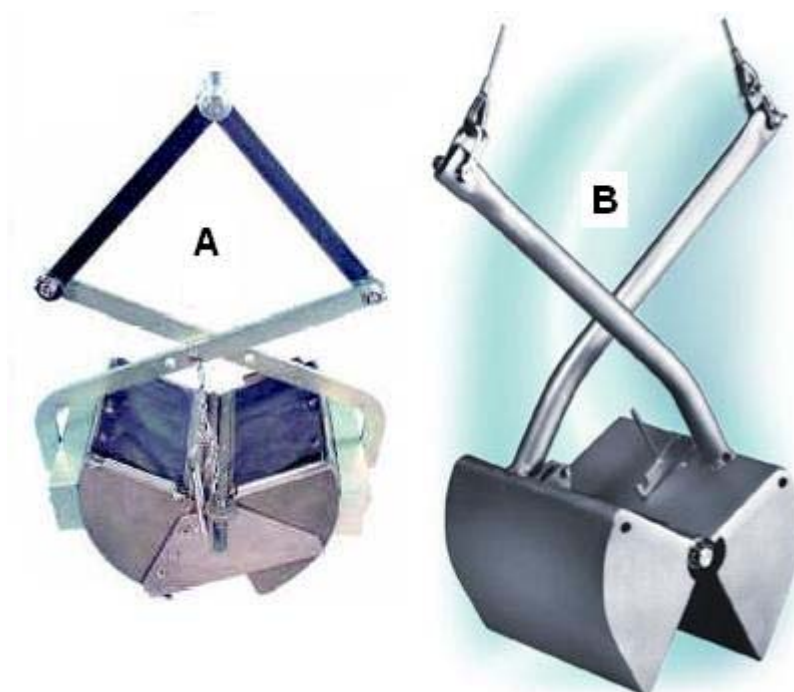


Figura 4 – Pegadores utilizados nas coletas. (A) Petit Ponar - 232 cm² (foto: www.fishfarmsupply.ca) e (B) van Veen - 272 cm² (foto: www.hydrobios.de)

Em laboratório, o material foi lavado sob água corrente, em rede com abertura de malha 0,5mm e colocado em potes de vidro devidamente etiquetados. Em seguida, adicionou-se álcool etílico 70° GL em volume suficiente para preencher mais de 50% do frasco, e 15mL de solução de rosa de bengala.

Após a preparação, as amostras foram dispostas em placas de Petri para triagem à lupa com auxílio de pinças e estiletes e os organismos capturados foram armazenados em frascos de vidro etiquetados e preenchidos com álcool 70° GL.

Os dados originais serão chamados, neste trabalho, de abordagem um, nela os organismos foram identificados até família, exceto os Chironomidae, onde se atingiu nível de sub-famílias e tribos, a contagem e identificação dos organismos foi feita com o auxílio de estereomicroscópio, microscópio óptico e bibliografia especializada (MERRITT & CUMMINS, 1984; PENNAK, 1989; THORP & COVICH, 1991; BRINKHURST & MARCHESE, 1992).

Já na abordagem dois, gerada neste trabalho, as larvas da família Chironomidae foram identificadas ao nível genérico com o auxílio de microscópio óptico e as chaves de identificação de Epler (1995) e Trivinho-Strixino & Strixino (1995). Para tanto, foram confeccionadas lâminas semi-permanentes de suas cápsulas cefálicas utilizando-se meio de Hoyer, conforme procedimento descrito por Trivinho-Strixino & Strixino (1995).

4. Análise dos dados

4.1 Variáveis ambientais

O grau de contaminação química do sedimento, com vistas a proteção da vida aquática, foi classificado segundo os valores guias estabelecidos pelo “Canadian Council of Ministers of the Environment” (Tabela III) (CCME, 2001 apud CETESB, 2006). Baseado em concentrações totais e na probabilidade de ocorrência de efeito deletério sobre a biota, o menor limite – TEL (Threshold Effect Level) representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos. O maior limite – PEL (Probable Effect Level) representa a concentração acima da qual é freqüentemente esperado o citado efeito adverso para os organismos. Na faixa entre TEL e PEL situam-se os valores onde ocasionalmente espera-se tais efeitos (CETESB, 2006).

As variáveis ambientais (físicas, químicas e microbiológicas) foram submetidas a uma Análise de Agrupamento e a uma Análise de Componente Principal (ACP). Em ambos os casos foram utilizados dados por ponto de coleta, submetidos a uma transformação por standardização.

Tabela III – Valores guias estabelecidos pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME)

Variáveis	unidade	TEL ¹	PEL ²	
Metais e metalóides				
Arsênio	µg/g	5,9	17	
Cádmio	µg/g	0,6	3,5	
Chumbo	µg/g	35	91,3	
Cobre	µg/g	35,7	197	
Cromo	µg/g	37,3	90	
Mercúrio	µg/g	0,17	0,486	
Níquel	µg/g	18	35,9	
Zinco	µg/g	123	315	
Pesticidas organoclorados				
BHC, gama (Lindane)	µg/kg	0,94	1,38	
Clordano	µg/kg	4,5	8,9	
DDD, p, p' -	µg/kg	3,54	8,51	
DDE, p, p' -	µg/kg	1,42	6,75	
DDT, p, p' -	µg/kg	1,19	4,77	
Dieldrin	µg/kg	2,85	6,67	
Endrin	µg/kg	2,67	62,4	
Heptacloro epóxido	µg/kg	0,6	2,74	
Compostos Clorados				
PCBs totais	µg/kg	34,1	277	
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos				
Grupo A	Benzo(a)antraceno	µg/kg	31,7	385
	Benzo(a)pireno	µg/kg	31,9	782
	Criseno	µg/kg	57,1	862
	Dibenzo(a,h)antraceno	µg/kg	6,22	135
	Acenafteno	µg/kg	6,71	88,9
	Acenaftileno	µg/kg	5,87	128
	Antraceno	µg/kg	46,9	245
Grupo B	Fenantreno	µg/kg	41,9	515
	Fluoranteno	µg/kg	111	2355
	Fluoreno	µg/kg	21,2	144
	2-Metilnaftaleno	µg/kg	20,2	201
	Naftaleno	µg/kg	34,6	391
Pireno	µg/kg	53	875	

¹ = concentrações abaixo deste valor são raramente associados a efeitos biológicos adversos

² = concentrações acima deste valor são frequentemente associadas a efeitos biológicos adversos

(CETESB,2006)

Na Análise de Agrupamento, foi utilizada a Distância Euclidiana Simples (DES) $= \sqrt{\sum (na - nb)^2}$, onde: na = densidade do taxa i na amostra a e nb = densidade do taxa i na amostra b) com agrupamento dos pontos pelo Método de Ward. Após o agrupamento foi calculada a correlação cofenética, sendo valores desta, aceitáveis quando superiores a 0,8 (VALENTIM, 2000).

As duas análises foram efetuadas pelo software FITOPAC versão 1.6 (SHEPHERD, 2004).

Aquelas variáveis cujas concentrações foram, na maioria dos pontos de coleta, abaixo do limite de detecção, não realizadas (nr) ou não detectadas (ND), foram retiradas desta análise. Assim, foram consideradas nessas análises as variáveis: velocidade, oxigênio dissolvido de fundo, condutividade elétrica superficial, nitrogênio amoniacal de fundo, clorofila superficial, coliformes fecais, diâmetro médio, % de areia no sedimento, resíduo volátil, cobre, níquel e zinco.

4.2 Variáveis Bióticas

Nas abordagens um e dois, foram calculados os seguintes índices descritores da estrutura das comunidades bentônicas:

- Riqueza (S) corresponde à soma das categorias taxonômicas encontradas na amostra.
- Índice de Comparação Seqüencial (ICS) (Cairns & Dickson, 1971), em cujo cálculo foi empregado software desenvolvido pelo Prof. Dr. Aristotelino Monteiro Ferreira para a CETESB.
- Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ($H' = -\sum p_i \log_2 p_i$, onde: p_i = abundância relativa dos taxa) (Washington, 1984).
- Dominância de grupos tolerantes (T/DT, onde: T = densidade de tolerantes e DT = densidade total de organismos da amostra), tendo sido considerados tolerantes, Tubificidae sem queta capilar, Naididae e *Chironomus* de Chironomidae-Chironomini.

- Riqueza de taxa sensíveis (Ssens): considerando-se sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini.

A partir destes dados através do Microsoft Excel™ foi calculado a média e o Intervalo de Confiança (IC) entre réplicas dos descritores para cada ponto de coleta.

Os dados foram submetidos ainda a uma análise por agrupamento, empregando-se o coeficiente de Distância de Bray Curtis (BC = $(\sum |nia - nib|) / \sum (nia + nib)$), onde: *nia* = abundância relativa do taxa *i* na amostra *a*, e *nib* = abundância relativa do taxa *i* na amostra *b*), agrupando os pontos pelo método de média de grupo (UPGMA) através do software FITOPAC versão 1.6 (SHEPHERD, 2004). Previamente à análise, os dados sofreram transformações logarítmicas ($\log_{10}(x+1)$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Variáveis ambientais

A tabela IV exhibe os resultados das variáveis ambientais analisadas. Nela observa-se que o ponto PINH02 (péssimo) ultrapassa o TEL para as variáveis Cu, Cr, Ni, Zn e PCB's, já o ponto PIRA03 (ruim) ultrapassa o TEL nas variáveis Cu, Cr e Ni e PEL para Zn. Os pontos ATIB03 (regular para ruim) e SOVO02 (regular para bom) apresentaram valores superiores ao TEL nas variáveis Cu e Cr e apenas ATIB03 excede TEL em Ni e PEL em Zn. Dentre os pontos de melhor qualidade apenas TIET03 apresentou valores superior ao TEL com relação aos PCB's.

Os pontos PINH02, PIRA03, PIRA02, ATIB03, SOCE03 e TIET05 apresentaram valores de oxigênio dissolvido na água (OD) inferiores a faixa ótima (5,5 – 9,5 mg/l) para manutenção da vida aquática (CETESB, 2006).

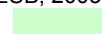
Tabela IV – Dados ambientais dos pontos de coleta

	PÉSSIMO	RUIM		REGULAR P/ RUIM		REGULAR P/ BOM		BOM		ÓTIMO
	PINH02	PIRA03	CRIST03	PIRA02	ATIB03	SOVO02	SAPU05	SOCE03	TIET05	TIET03
Profundidade (m)	3,00	1,50	1,03	3,00	2,27	4,00	3,17	1,70	1,50	2,00
Velocidade (m/s)	nr	0,25	0,19	nr	0,20	nr	7,85	0,42	nr	0,61
Transparência (m)	0,30	0,40	0,60	0,60	1,00	1,80	1,50	0,50	1,00	1,90
ZONA FÓTICA (m)	0,81	1,08	1,63	1,63	2,71	nr	4,06	1,35	2,71	5,15
O.D. superfície (mg/L)	2,20	2,20	6,60	5,20	4,10	8,90	8,16	3,60	5,05	7,10
O.D. fundo (mg/L)	0,80	2,20	6,50	nr	4,00	8,60	8,38	3,60	4,95	7,10
pH superfície	7,20	7,20	6,70	7,20	7,20	7,70	6,73	6,90	6,40	6,60
pH fundo	nr	nr	nr	7,10	nr	7,60	6,98	nr	6,40	nr
Temperatura sup. (oC)	30,50	20,30	14,30	20,80	20,00	19,00	21,10	17,90	18,70	18,80
Temperatura fundo (oC)	27,00	20,10	13,80	21,90	18,80	20,50	21,20	17,50	18,70	18,80
Condutividade sup. (mS/cm)	332,00	586,00	99,50	283,00	492,00	84,50	61,60	170,60	28,30	30,80
Condutividade fundo (mS/cm)	388,00	586,00	99,70	283,00	nr	85,10	63,50	169,50	28,30	30,50
Namoniaco fundo (mg/L)	9,79	2,61	0,88	1,55	2,89	<0,02	0,17	2,76	0,26	0,09
Clorofila superfície. (mg/L) *	116,28	7,42	4,28	1,15	3,47	0,40	0,40	3,12	1,87	4,28
Coli. fecal sup. (NMP/100mL)	110000,00	38000,00	36,00	68000,00	6400,00	40,00	28,00	136,00	108,00	6,00
Ptotal superfície (mg/L)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	0,03	nr	<0,03	nr
Diâmetro médio sed. (fi) *	2,18	5,73	6,64	4,37	6,95	3,50	3,87	6,13	2,81	2,91
% AREIA *	82,17	30,83	1,70	66,14	10,90	52,89	75,91	27,40	80,20	81,37
% SILTE *	10,60	35,84	63,82	20,32	38,91	16,56	10,25	40,53	8,74	10,77
% ARGILA *	7,22	33,33	34,48	13,54	50,19	30,57	13,84	32,07	9,08	7,87
Umidade sedimento (%) *	47,07	67,33	45,73	42,33	66,30	44,57	nr	40,33	nr	48,60
Resíduo volátil sedimento (%) *	4,37	11,67	6,23	3,23	12,93	5,13	2,33	4,33	14,00	6,30
As sed. (µg/g)	nr	0,70	0,25	nr	0,42	4,75	nr	1,52	nr	<0,2
Cd sed. (µg/g)	<0,35	0,42	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,50	<0,35	<0,50	<0,35
Pb sed. (µg/g)	<25,0	<25	<25	<25,0	27,50	<25	<15,0	<25	<15,0	<25
Cu sed. (µg/g)	87,30	129,00	11,70	9,18	98,00	57,30	21,60	9,46	3,83	3,90
Cr sed. (µg/g)	46,00	45,60	17,60	15,50	78,70	38,50	24,50	<15	7,71	<15
Hg sed. (µg/g)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,01	<0,10	<0,01	<0,10
Ni sed. (µg/g)	22,40	16,20	<3,50	<7,00	23,50	16,00	4,54	<3,50	<4,0	<3,5
Zn sed. (µg/g)	159,00	446,00	44,30	84,60	365,00	49,30	22,50	23,60	19,30	14,50
PCBs sed. (µg/kg)	50,40	ND	ND	<20	<20	<20	<20,00	ND	<20,00	75,30
Aldrin sed. (µg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,25	ND	<1,25	ND
BHC sed. (µg/kg)	nr	NR	nr	nr	nr	nr	nr	ND	nr	nr
alfa-BHC (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<2,50	nr	<2,50	nr
beta-BHC (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<2,50	nr	<2,50	nr
delta-BHC (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<2,50	nr	<2,50	nr
DDE sed. (ug/kg)	ND	<2,5	ND	ND	<2,50	<2,50	<2,50	<2,5	<2,50	<2,50
DDT sed. (ug/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<2,50	ND	<2,50	ND
Dieldrin (ug/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,25	ND	<1,25	<1,25
Endosulfan I (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<5,00	nr	<5,00	nr
Endosulfan II (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<5,00	nr	<5,00	nr
Endosulfan sulfato (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<5,00	nr	<5,00	nr
Endrin (µg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<3,75	ND	<3,75	ND
Heptachlor (µg/kg)	ND	ND	ND	ND	NR	ND	<1,25	ND	<1,25	ND
Heptachloro epóxido (µg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,25	ND	<1,25	ND
Hexaclorobenzeno (µg/kg)	nr	NR	nr	nr	NR	nr	<0,50	NR	<0,50	NR
Lindane sed. (µg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1,25	ND	<1,25	ND
Methoxychlor (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<2,50	nr	<2,50	nr
Mirex (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<2,50	nr	<2,50	nr
TDE sed. (µg/kg)	ND	nr	nr	ND	ND	ND	<2,50	ND	<2,50	ND
Toxaphene (mg/kg)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	<50,00	nr	<50,00	nr

(*) médias entre réplicas

(CETESB, 2003b, 2004, 2006, *no prelo*)**Legenda:**
 > TEL

 > PEL

 OD < 5,5 mg L⁻¹

A figura 5 mostra o resultado da análise de agrupamento com algumas das variáveis. Segundo Valentim (2000) a correlação cofenética obtida (0,8289) é um resultado aceitável. Podemos observar a formação de dois conjuntos de grupos distintos, que dividem-se em quatro grupos. O primeiro grupo é formado apenas pelo ponto PINH02, o segundo grupo compõem-se dos pontos PIRA03 e ATIB03, o terceiro é constituído por PIRA02, CRIS03 e SOCE03 e o quarto e último grupo composto pelos pontos: SAPU05, SOVO02, TIET05 e TIET03.

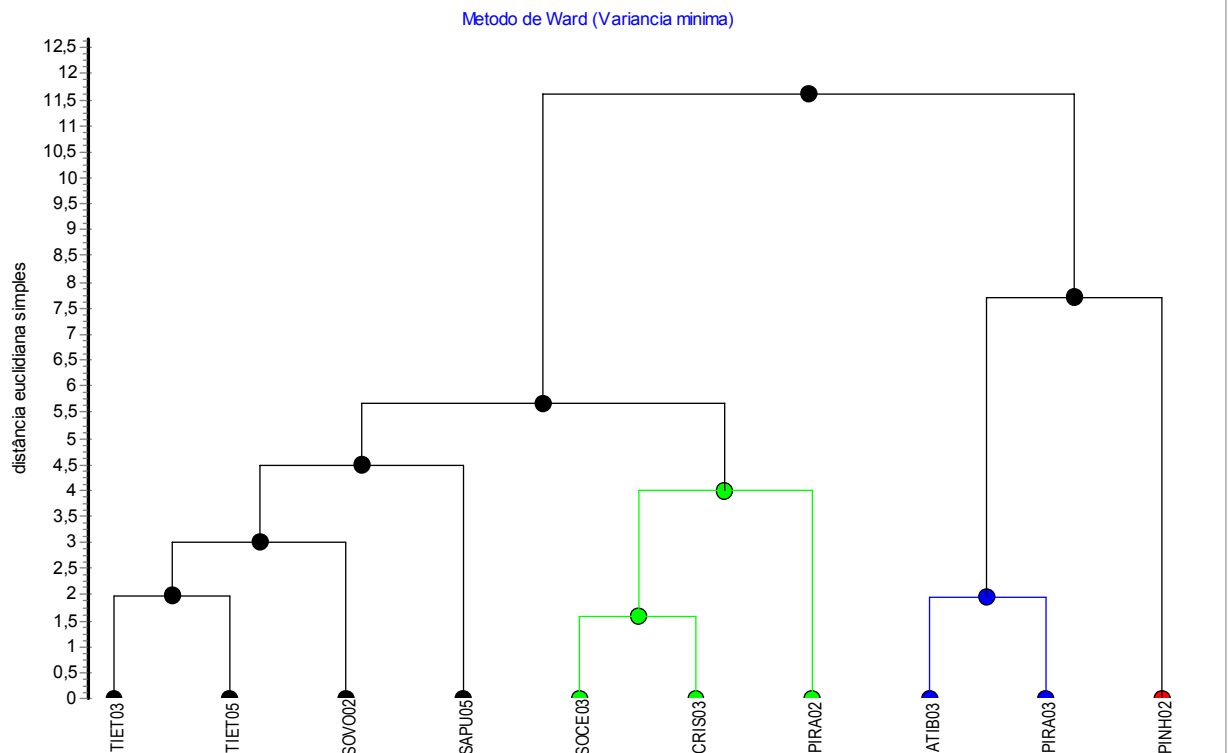


Figura 5 – Dendrograma referente ao agrupamento das variáveis ambientais para os pontos de coleta (Correlação cofenética: 0,8289)

Os gráficos Box Whisker gerados para cada variável analisada em relação a seus grupos, podem ser observados na figura 6, e explicam as características de cada grupo.

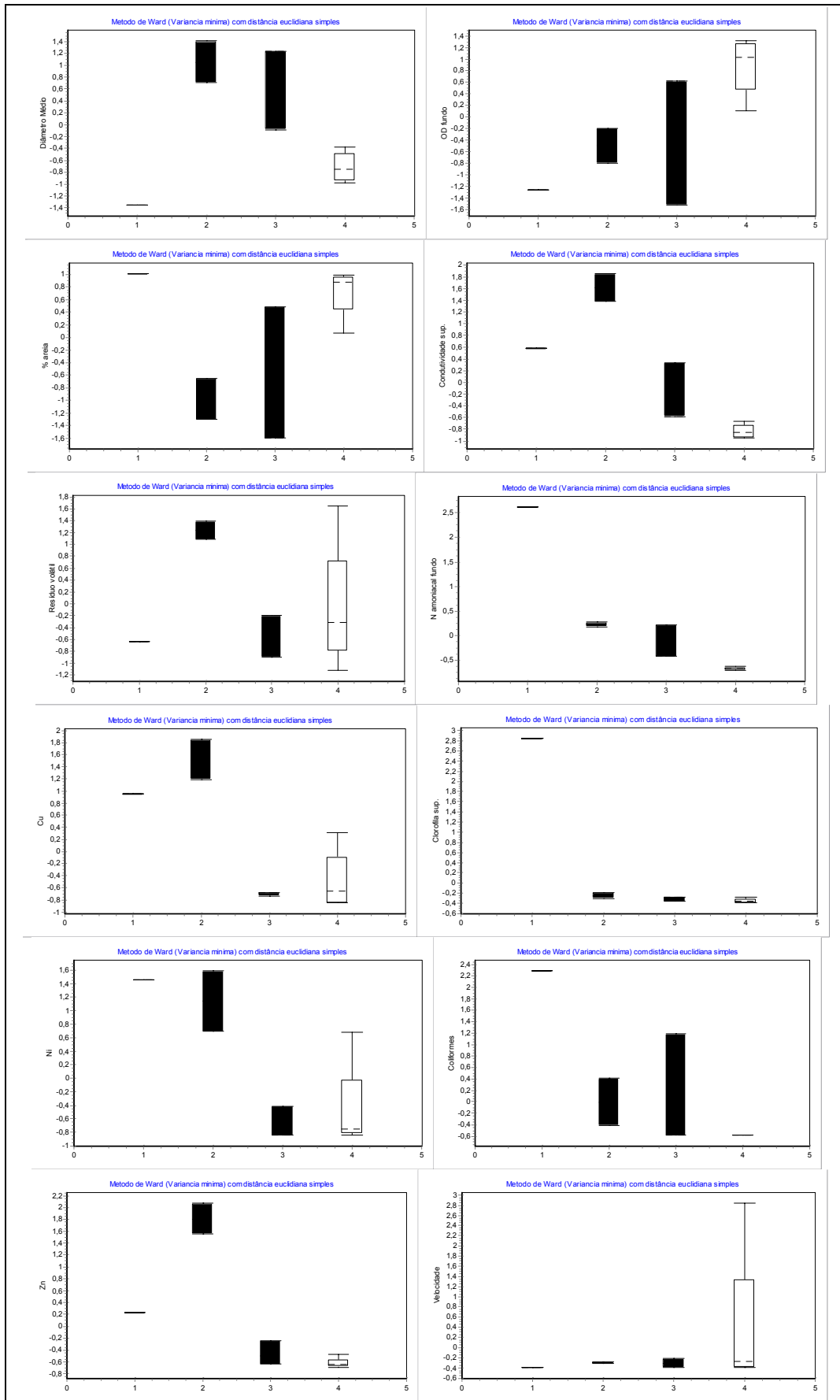


Figura 6 – Gráficos Box Whisker gerados para cada variável ambiental analisada pelo agrupamento

O isolamento do grupo um (PINH02) se deve principalmente aos elevados valores de nitrogênio amoniacal de fundo (9,79 mg/L), clorofila superficial (116,2 µg/L) e coliformes fecais (110000,0 NMP/100 mL).

A distinção do grupo dois (PIRA03 e ATIB03) em relação aos grupos três (PIRA02, CRIS03 e SOCE03) e quatro (SAPU05, SOVO02, TIET05 e TIET03), se deu pelas diferenças das variáveis de metais (Cu, Ni e Zn) e pelos elevados valores de condutividade elétrica.

O grupo três (PIRA02, CRIS03 e SOCE03) separou-se do quatro (SAPU05, SOVO02, TIET05 e TIET03) principalmente por apresentar uma granulometria mais fina (> diâmetro médio).

A figura 7 exibe o resultado da Análise de Componentes Principais para as variáveis ambientais. Verifica-se a separação dos pontos nos mesmos grupos obtidos pela Análise de Agrupamento. Ou seja, as duas estratégias de análise multivariada resultaram similares.

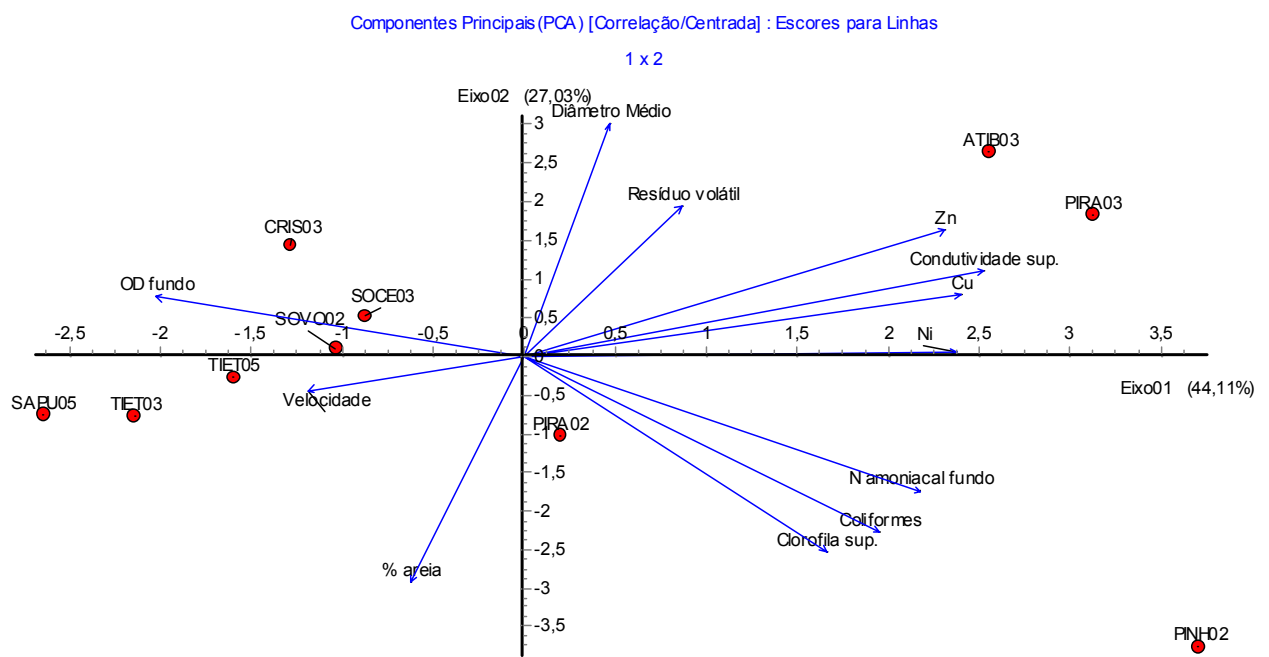


Figura 7 – Representação da análise ACP, efetuada nas variáveis ambientais dos pontos de coleta

Os eixos 01 e 02 respondem por pouco mais que 71% da variabilidade dos dados considerados na análise. A partir do gráfico, verifica-se que a distribuição dos pontos deve-se, principalmente, a variáveis como OD de fundo, velocidade, Ni e Cu, por apresentarem maior correlação com o eixo 01. No eixo 02, a granulometria apresenta maior correlação, representada pelas variáveis diâmetro médio, inferindo positivamente e o percentual de areia, negativamente. Nitrogênio amoniacal de fundo, coliformes fecais e clorofila superficial separam o ponto PINH02 das demais localidades. Neste ponto foram obtidos os maiores valores para as variáveis consideradas. O eixo 03 (não representado graficamente) explica aproximadamente 10% da variabilidade dos resultados. Nessa componente, nenhuma das variáveis apresentou forte correlação com o referido eixo.

Baseado no apresentado em relação as variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água e sedimento, pode-se afirmar que existe um gradiente de qualidade ambiental entre os pontos estudados, expresso principalmente pelo eixo 01 da Análise de Componente Principal (ACP).

2. Variáveis Bióticas

As tabelas V e VI mostram os valores (ind./m²) dos organismos classificados nas abordagens um e dois, respectivamente.

Na abordagem um, como já mencionado, os organismos foram classificados em nível de família, com exceção de Chironomidae, onde se atingiu níveis de sub-família / tribos na classificação. Nesta abordagem foram identificados 47 taxa e na abordagem dois, 88 taxa, devido à identificação genérica dos Chironomidae (fig. 8 e 9).

Essa diferença decorre do fato de que a taxocenose Chironomidae, na abordagem um (fig. 10), foi representada por quatro taxa (as tribos Chironomini e Tanytarsini de Chironominae, e as subfamílias Tanypodinae e Orthoclaadiinae) e com o refinamento taxonômico, a abordagem dois apresentou 45 gêneros desta família (fig. 11).

O cálculo dos índices descritores da comunidade bentônica (S, ICS, H' e T/DT) foi efetuado para ambas abordagens e seus resultados podem ser observados nas tabelas VII e VIII.

Tabela V – Dados bióticos dos pontos de coleta, classificados segundo a abordagem um.

Taxa / Pontos	PINH02	PIRA03	CRIS03	PIRA02	ATIB03	SOVO02	SAPU05	SOCE03	TIET05	TIET03
Bryozoa						70				
Fredericellidae									465	84
Paludicellidae									4750	1233
Plumatellidae										112
Nemertea							12	14	429	322
Turbellaria		14	22159	42				224	110	1317
Anellida										
Oligochaeta										
Aelossomatidae		14	560		28924			14		
Enchytraeidae									135	
Haplotaxidae						42				
Lumbriculidae				56						
Naididae		38042	53449	22453	1163	56	159	2115	4089	10225
Opistocystidae					42					84
Tubificidae cqc		140	168	182		14		2269	12	98
Tubificidae sqc		18461	442106	73997	7830	70	86	350	1286	5617
Hirudinea										
Erboddeliidae		14		28	112			28		
Glossiphoniidae		7830	308	4006	2031			1779	416	602
Mollusca										
Bivalvia										
Corbiculidae				14	56		147	56		
Hyriidae								42	12	
Mycetopodidae										14
Sphaeriidae			196	490			49	6163	61	196
Gastropoda										
Ancylidae				406	14				294	2045
Physidae				4706						
Planorbidae			14						37	574
Thiaridae				28	1317					
Arthropoda										
Hydracarina						70	24		257	98
Coleoptera										
Elmidae							12	28		
Gyrinidae									12	42
Hydroptilidae										56
Torrindicolidae						14				
Diptera										
Ceratopogonidae			14			14	73	28	12	182
Chironomidae										
Chironominae										
Chironomini		224		129155	182	1709	269	2045	1310	10001
Tanytarsini				98		434			1212	2801
Tanypodinae			56		28	644	24		196	1793
Orthoclaeniinae			28	112				378	380	2059
Dolichopodidae										28
Empididae										140
Muscidae						28				
Psychodidae				14						
Ephemeroptera										
Baetidae										238
Caenidae						84				42
Tricorythidae								98	12	168
Hemiptera										
Corixidae									135	
Plecoptera										
Gripopterygidae										14
Trichoptera										
Leptoceridae							24		24	84
Odonata										
Coenagrionidae			14							14
Gomphidae				56		14	73	42		28
Libellulidae									12	

(CETESB, 2003b, 2004, 2006, *no prelo*)

Tabela VI (cont.) – Dados bióticos dos pontos de coleta, classificados segundo a abordagem dois

Taxa / Pontos	PINH02	PIRA03	CRIS03	PIRA02	ATIB03	SOVO02	SAPU05	SOCE03	TJET05	TJET03	
<i>Procladius</i>	Azóico					126					
<i>Tanypus</i>					28	56					
<i>Zavrelimyia</i>										14	
<i>Tanypodinae n.i.</i>										28	
Orthoclaadiinae											
<i>Corynoneura</i>				28	84				56	220	168
<i>Cricotopus</i>									14		1121
<i>Labrundinia</i>										12	98
<i>Lopescladius</i>										86	112
<i>Nanocladius</i>					28				308	61	560
<i>Thienemaniella</i>											28
Dolichopodidae											140
Empididae											
Muscidae							28				
Psychodidae					14						
Ephemeroptera											
Baetidae											238
Caenidae							84				42
Tricorythidae									98	12	168
Hemiptera											
Corixidae									135		
Plecoptera											
Gripopterygidae										14	
Trichoptera											
Leptoceridae							24		24	84	
Odonata											
Coenagrionidae			14							14	
Gomphidae				56		14	73	42		28	
Libellulidae									12		

Tabela VII – Resultados dos índices descritores da comunidade, calculados para todos os pontos na abordagem um.

	PINH02	PIRA03	CRIS03	PIRA02	ATIB03	SOVO02	SAPU05	SOCE03	TJET05	TJET03
DT	Azóico	64739	519073	235844	41698	3264	955	15673	15659	40311
S		8	12	17	10	14	12	18	24	31
DOM		0,59	0,85	0,55	0,69	0,52	0,28	0,39	0,30	0,25
ICS		4,51	-	-	4,69	9,18	10,19	14,28	19,74	26,28
H'		1,39	0,76	1,60	1,40	2,21	2,43	2,60	3,04	3,21
T/DT		0,87	0,95	0,61	0,22	0,04	0,26	0,16	0,35	0,40
Ssens		0	0	0	0	2	1	1	3	7

Tabela VIII – Resultados dos índices descritores da comunidade, calculados para todos os pontos na abordagem dois.

	PINH02	PIRA03	CRIS03	PIRA02	ATIB03	SOVO02	SAPU05	SOCE03	TJET05	TJET03
DT	Azóico	64739	519073	235844	41698	3264	955	15673	15659	40311
S		9	13	23	11	28	16	24	48	62
DOM		0,59	0,85	0,53	0,69	0,42	0,18	0,39	0,30	0,25
ICS		5,08	-	-	5,38	22,68	14,69	18,88	40,12	54,95
H'		1,39	0,79	1,73	1,42	3,39	3,48	2,76	3,51	4,06
T/DT		0,87	0,95	0,61	0,22	0,04	0,26	0,16	0,35	0,40
Ssens		0	0	0	0	2	1	1	3	7

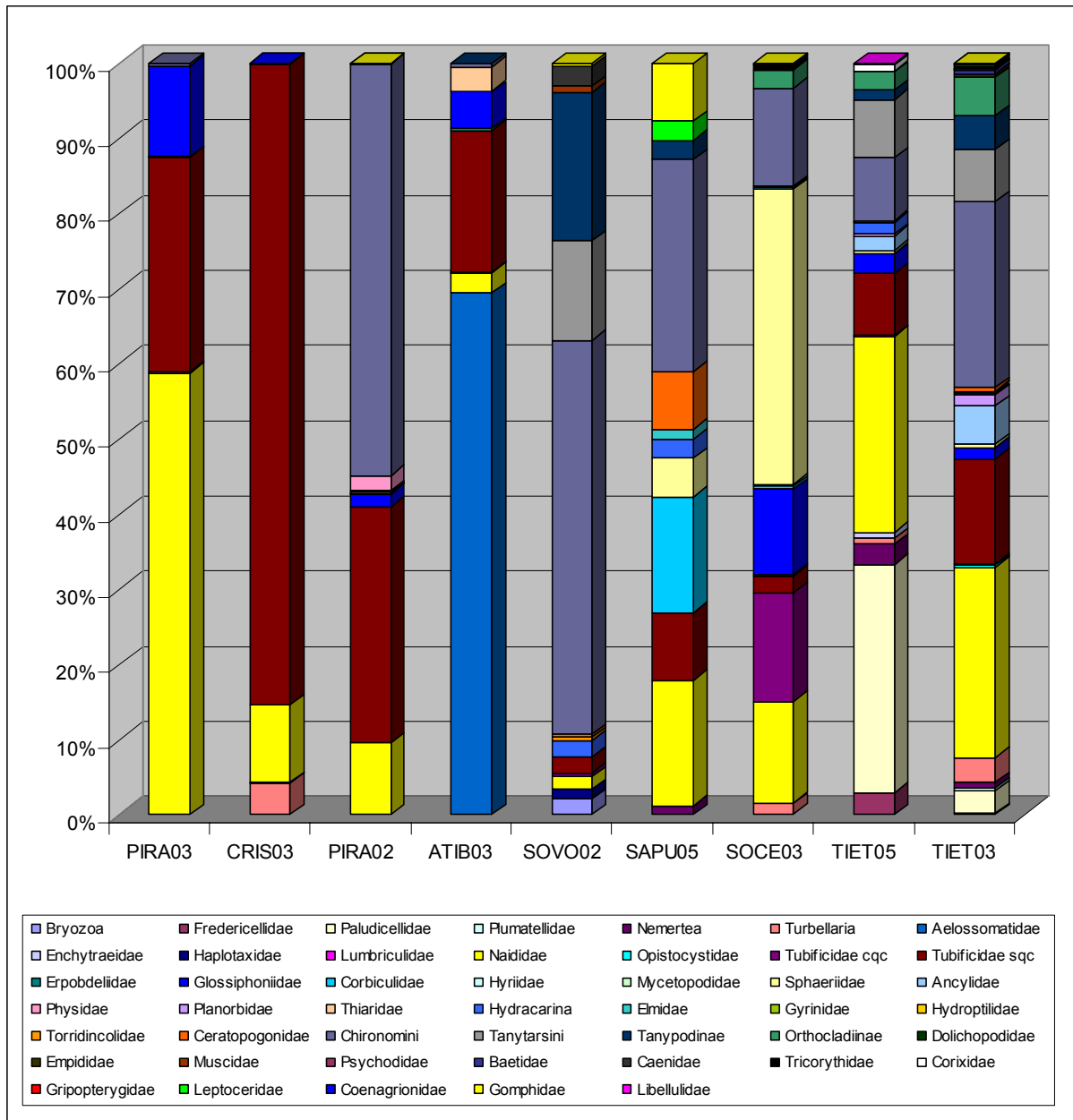


Figura 8 – Abundância relativa dos organismos para os pontos de coleta (abordagem um)

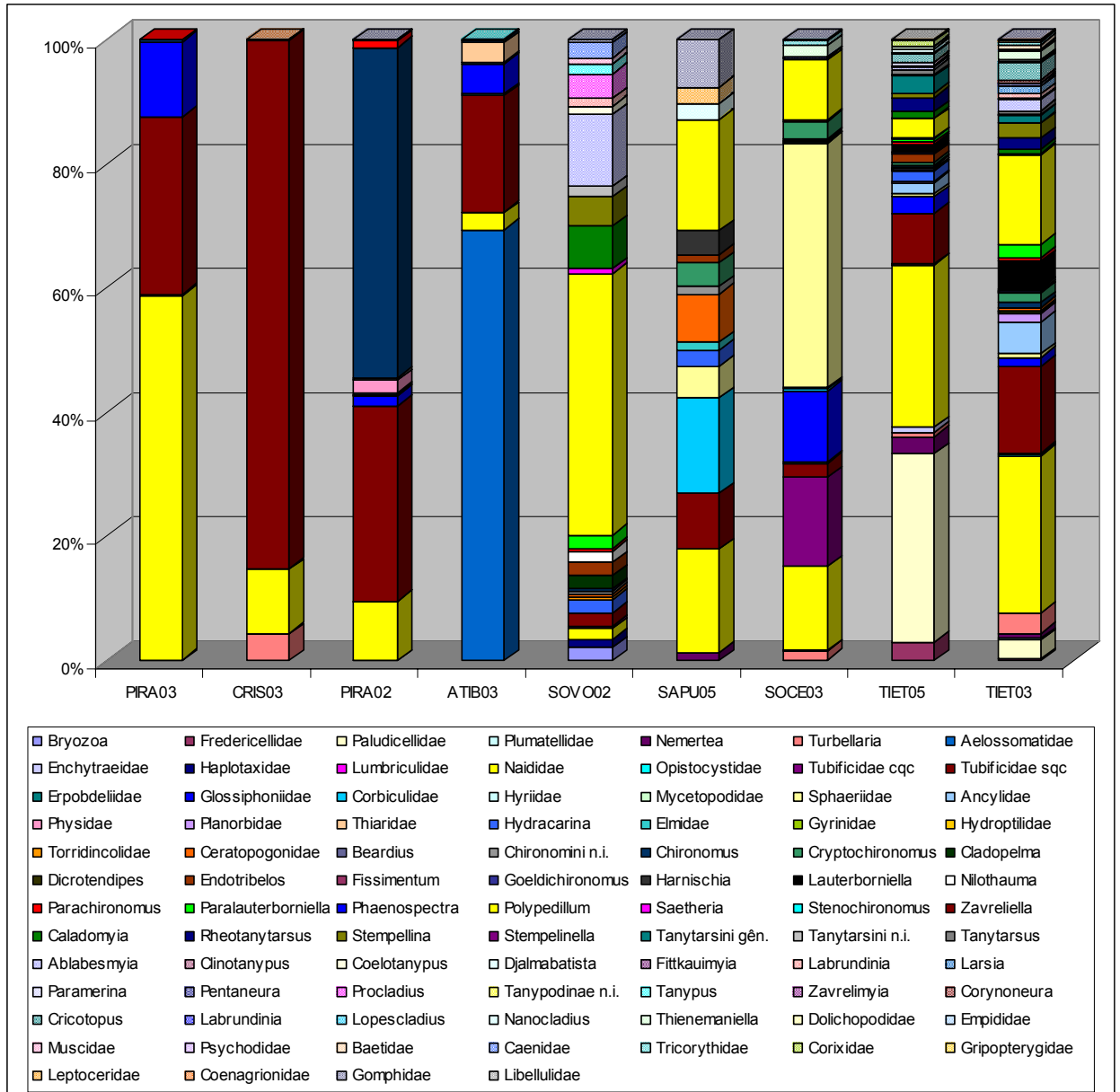


Figura 9 – Abundância relativa dos organismos para os pontos de coleta (abordagem dois)

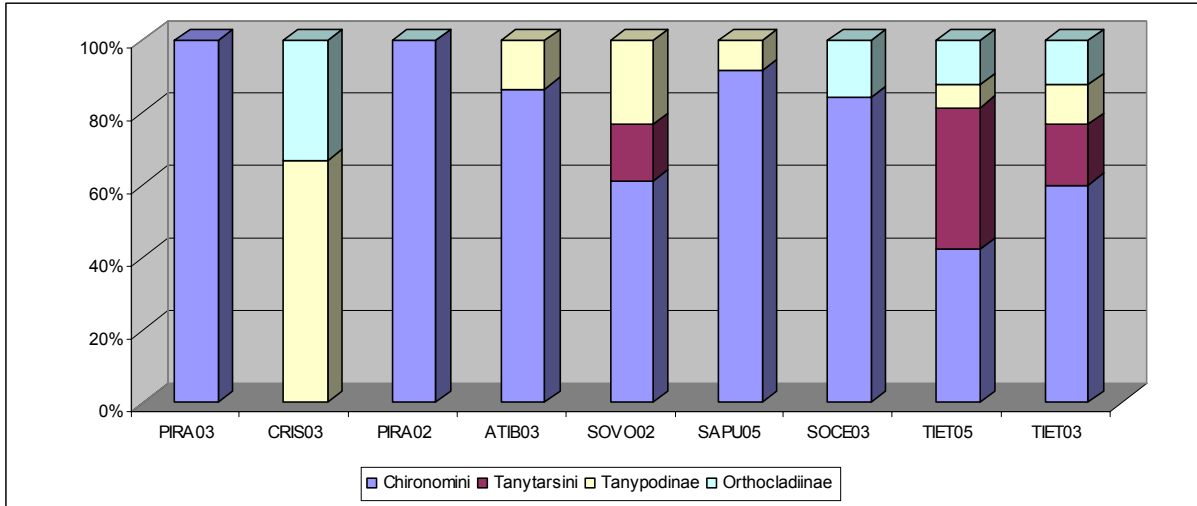


Figura 10 – Taxocenose Chironomidae dos pontos de coleta (abordagem um)

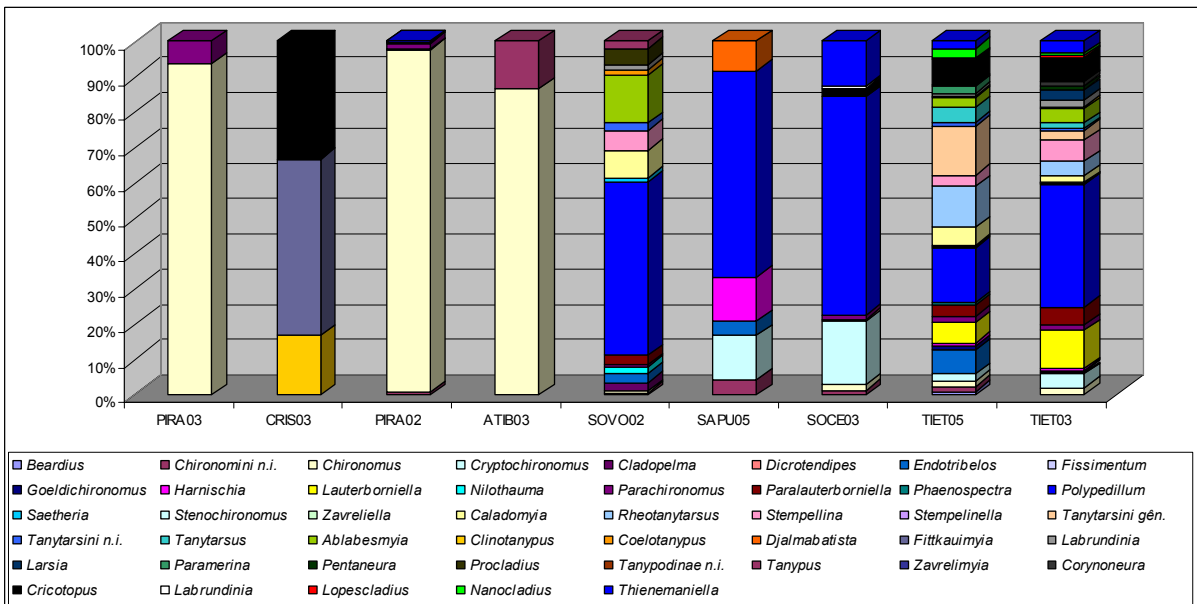


Figura 11 – Taxocenose Chironomidae dos pontos de coleta (abordagem dois)

Com relação a riqueza (S) podemos observar que em todos os pontos houve um aumento de seu valor, desde aumentos pequenos, com o acréscimo de um taxa (PIRA03, CRIS03 e ATIB03), a aumentos mais expressivos, onde o número de taxa classificados dobrou (SOVO02, TIET05 e TIET03), embora tenha existido diferenças entre estes valores nas duas abordagens, esta alteração não foi significativa para a sensibilidade do ICB, pois os valores de intervalo de confiança para as médias da riqueza nas réplicas aumentou na abordagem dois, sobrepondo-se a abordagem um em todos os casos (fig. 12).

Os valores do ICS e do índice de diversidade de Shannon (H') também sofreram aumentos na abordagem dois em relação à abordagem um. Nos pontos SOVO02, TIET05 e TIET03 os valores do ICS sofreram um aumento expressivo enquanto que o H' para todos pontos sofreu um discreto aumento. Mas, em ambos casos, o intervalo de confiança para as médias do ICS (fig. 13) e do H' (fig.14) nas réplicas aumentou na abordagem dois em relação a um, sendo assim uma alteração não significativa para a sensibilidade do ICB, pois os valores de intervalo de confiança, assim como ocorreu para as médias da riqueza, aumentaram na abordagem dois, sobrepondo-se a abordagem um.

Os valores de ICS não foram calculados para os pontos CRIS03 e PIRA02, pois o programa utilizado neste cálculo, não é executável com densidades tão elevadas.

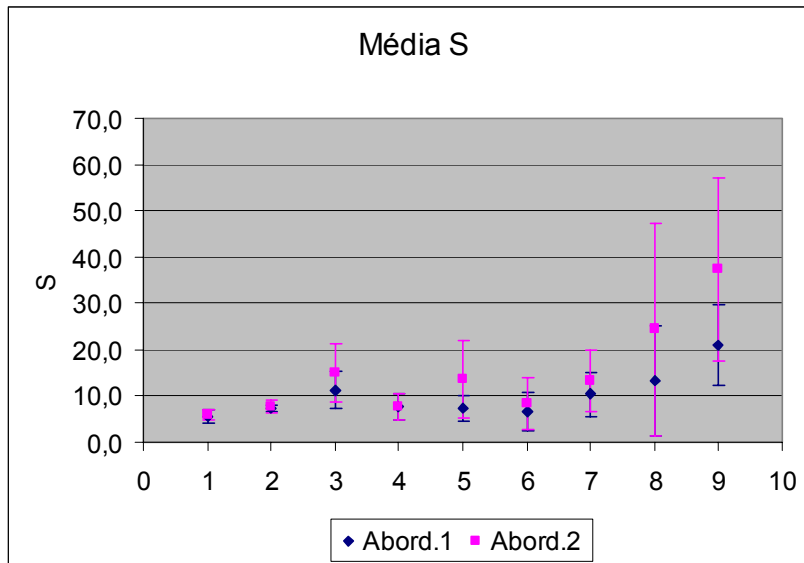


Figura 12 – Intervalo de Confiança da riqueza (S) entre abordagens um e dois. Pontos: 1-PIRA03, 2-CRIS03, 3-PIRA02, 4-ATIB03, 5-SOVO02, 6-SAPU05, 7-SOCE03, 8-TIET05 e 9-TIET03

O T/DT e o Ssens, entre as abordagens um e dois permaneceu o mesmo, tendo em vista os organismos considerados tolerantes e sensíveis serem os mesmos para ambas abordagens.

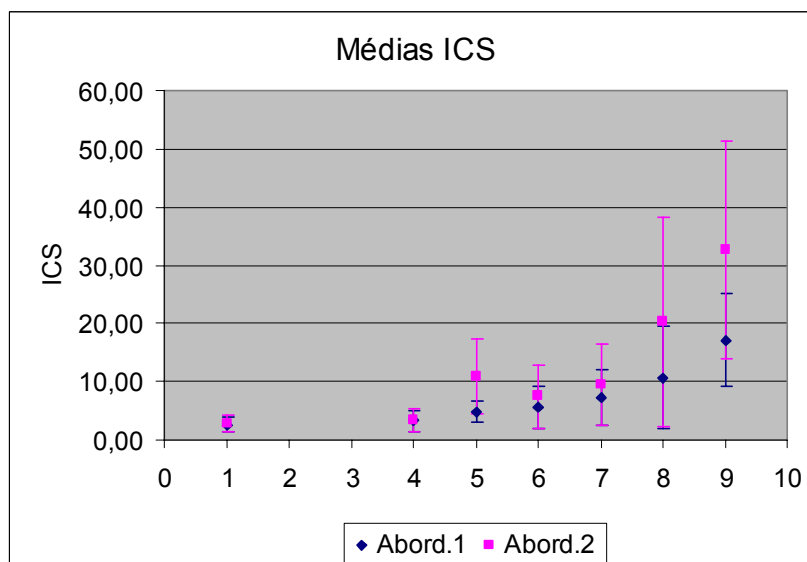


Figura 13 – Intervalo de Confiança do ICS entre abordagens um e dois. Pontos: 1-PIRA03, 2-CRIS03, 3-PIRA02, 4-ATIB03, 5-SOVO02, 6-SAPU05, 7-SOCE03, 8-TIET05 e 9-TIET03

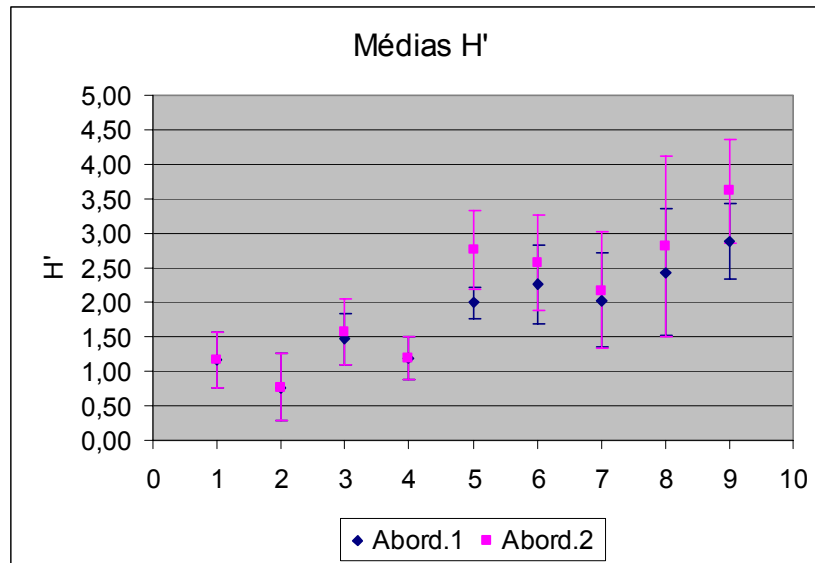


Figura 14 – Intervalo de Confiança do H' entre abordagens um e dois. Pontos: 1-PIRA03, 2-CRIS03, 3-PIRA02, 4-ATIB03, 5-SOVO02, 6-SAPU05, 7-SOCE03, 8-TIET05 e 9-TIET03

Os dados bióticos, após sofrerem transformação logarítmica foram ainda submetidos a uma análise de agrupamento.

O agrupamento dos dados da abordagem um, apresentou um valor de correlação cofenética de 0,8353. Na figura 15 observa-se a formação de dois conjuntos de grupo distintos, onde o primeiro grupo formado pelos pontos SOVO02 e SAPU05 destaca-se do restante dos pontos. No segundo conjunto distinguem-se três grupos, sendo eles: o segundo grupo composto por TIET03 e TIET05, o terceiro por PIRA02 e SOCE03 e finalmente PIRA03, ATIB03 e CRIS03 formando o quarto grupo.

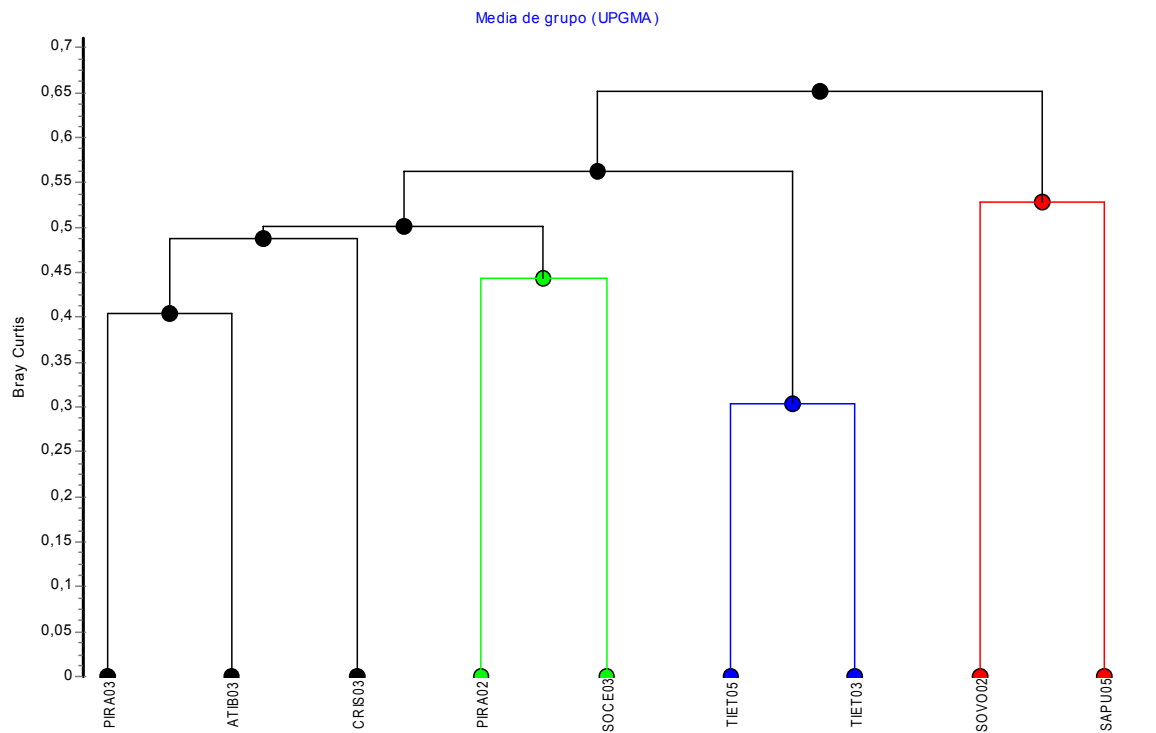


Figura 15 – Dendrograma referente ao agrupamento dos dados bióticos para os pontos de coleta para a abordagem um (Correlação cofenética: 0,8353)

Os gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados em relação a seus grupos na abordagem um, podem ser observados na figura 16, e explicam as características de cada grupo.

O grupo um (SOVO02 e SAPU05) distinguiu-se dos demais grupos por possuir uma baixa densidade de Tubificidae sqc (sem queta capilar) e Naididae e por não apresentar organismos da subfamília Orthoclaadiinae de Chironomidae. O grupo dois (TIET03 e TIET05) separou-se do restante dos grupos por ser o único a apresentar em sua composição, famílias de Bryozoa (Fredericellidae, Paludicellidae e Plumatellidae) e famílias dos EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera).

O grupo três (PIRA02 e SOCE03) uniu-se ao mesmo conjunto do grupo quatro (PIRA03, ATIB03 e CRIS03) e distinguiu-se dos grupos um e dois por possuir elevadas densidades de Tubificidae cqc (com queta capilar) e Thiaridae, e

distanciou-se do grupo quatro, mesmo estando dentro do mesmo conjunto, por suas densidades de Chironomini, *Chironomus* e Sphaeridae.

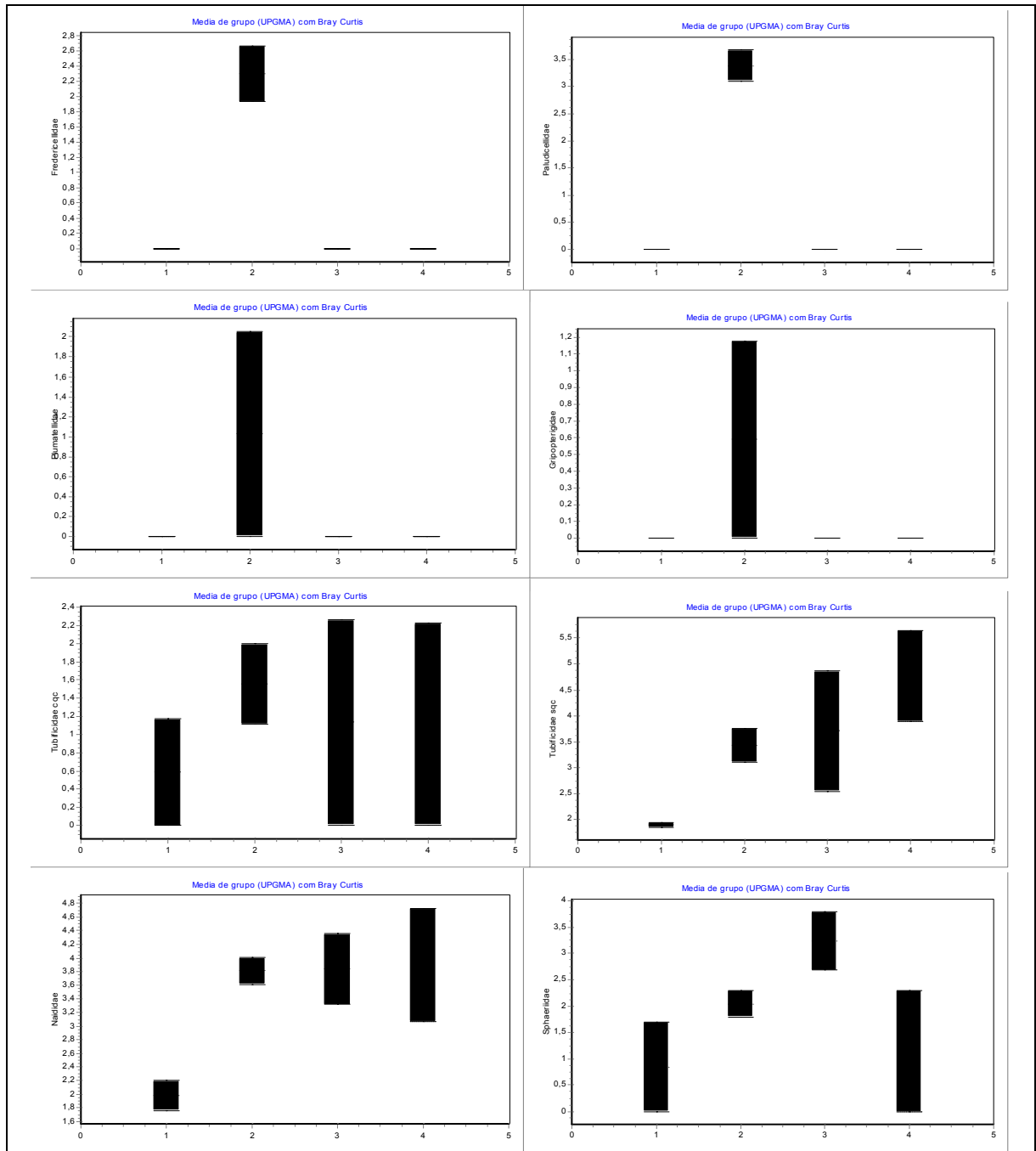


Figura 16 – Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem um

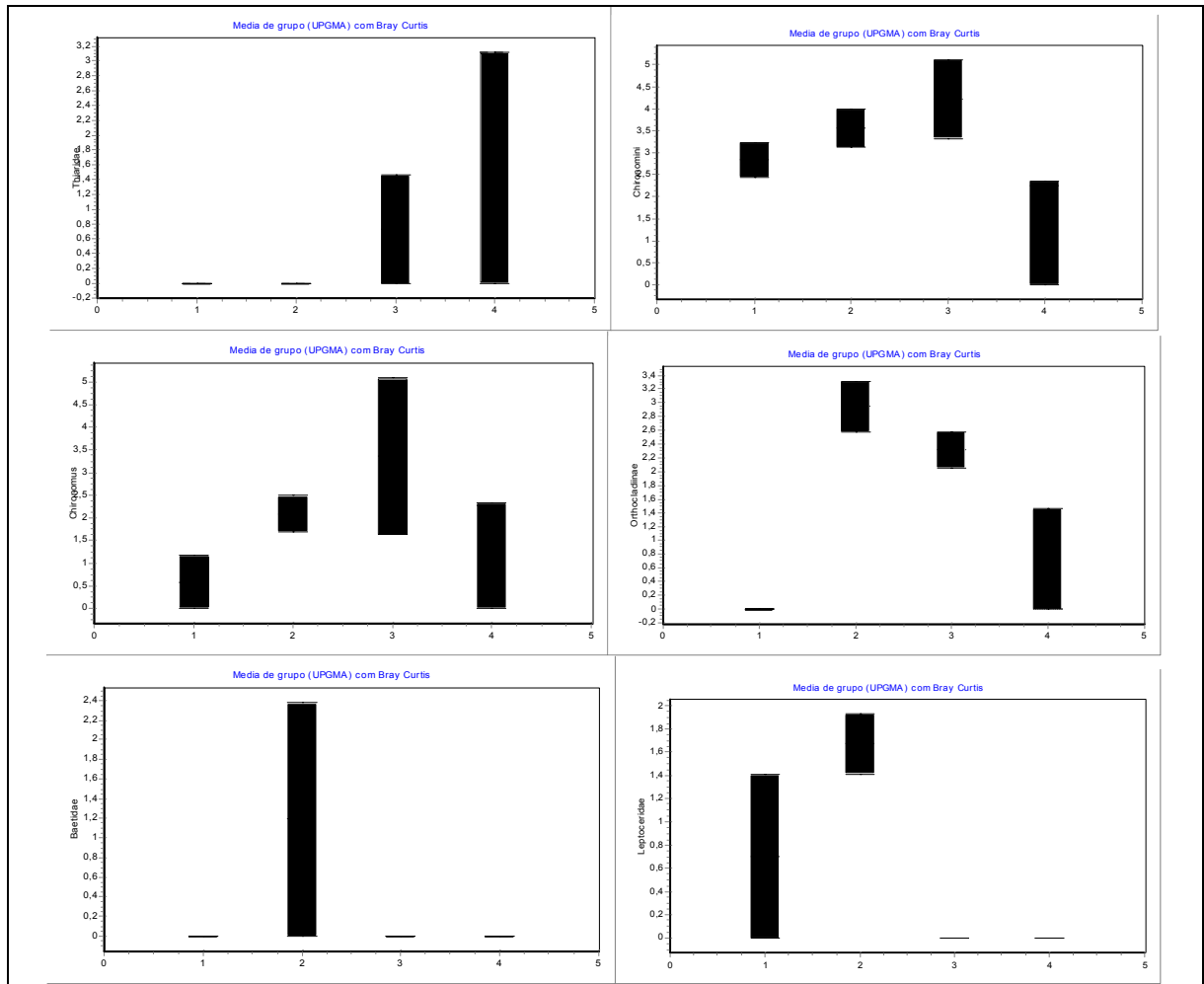


Figura 16 (cont.) – Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem um

O agrupamento dos dados da abordagem dois, obteve valor de correlação cofenética de 0,8017 e está representado graficamente na figura 17. Observa-se uma pequena alteração em relação a abordagem um, em que o segundo grupo, formado por TIET03 e TIET05, une-se ao conjunto do grupo um. Ficando a composição dos grupos da seguinte forma: o primeiro grupo é composto por SOVO02, SAPU05, TIET03 e TIET05. O segundo grupo compõem-se por PIRA02 e SOCE03 e o terceiro por PIRA03, ATIB03 e CRIS03, sendo estes inalterados da abordagem um, onde eram os grupos três e quatro, respectivamente.

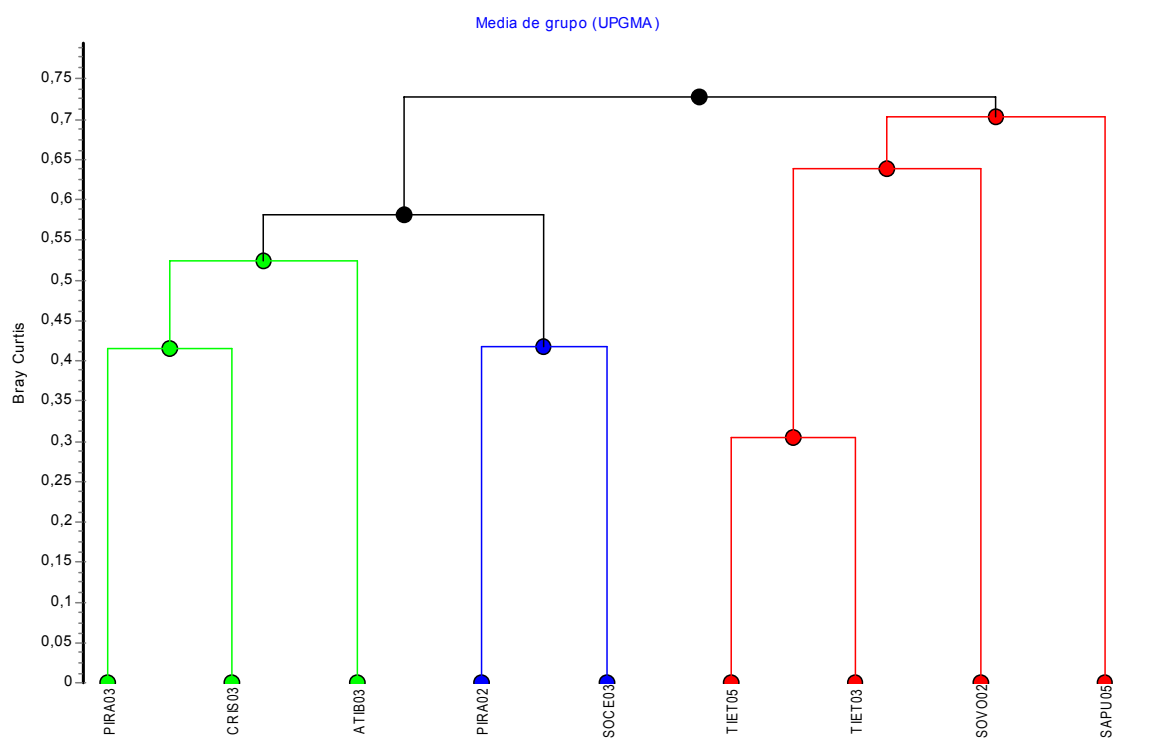


Figura 17 – Dendrograma referente ao agrupamento dos dados bióticos para os pontos de coleta para a abordagem dois (Correlação cofenética: 0,8017)

Os gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados em relação a seus grupos na abordagem dois, podem ser observados na figura 18, e explicam as características de cada grupo.

Observa-se que a formação do grupo um (SOVO02, SAPU05, TIET03 e TIET05) dentro da abordagem dois, se deu principalmente pela presença de táxons ausentes nos grupos dois e três, como famílias de Odonata, EPT, Bryozoa, Coleoptera, Hemíptera, Diptera e principalmente por gêneros de Chironominae, Tanypodinae e Orthoclaadiinae de Chironomidae. A formação dos grupos dois e três manteve-se inalterada em relação ao agrupamento da abordagem um.

Isto mostra que a abordagem dois foi capaz de aproximar os pontos cuja biota estava em melhores condições de riqueza, neste caso distinguindo claramente os pontos de qualidade ótima, boa e regular para boa dos pontos de qualidade ruim e regular para ruim, a única exceção neste caso é o ponto SOCE03, classificado pelo

ICB como bom, mas que foi agrupado em ambas abordagens com o PIRA02 (considerado regular para ruim) devido as suas semelhanças qualitativas na biota.

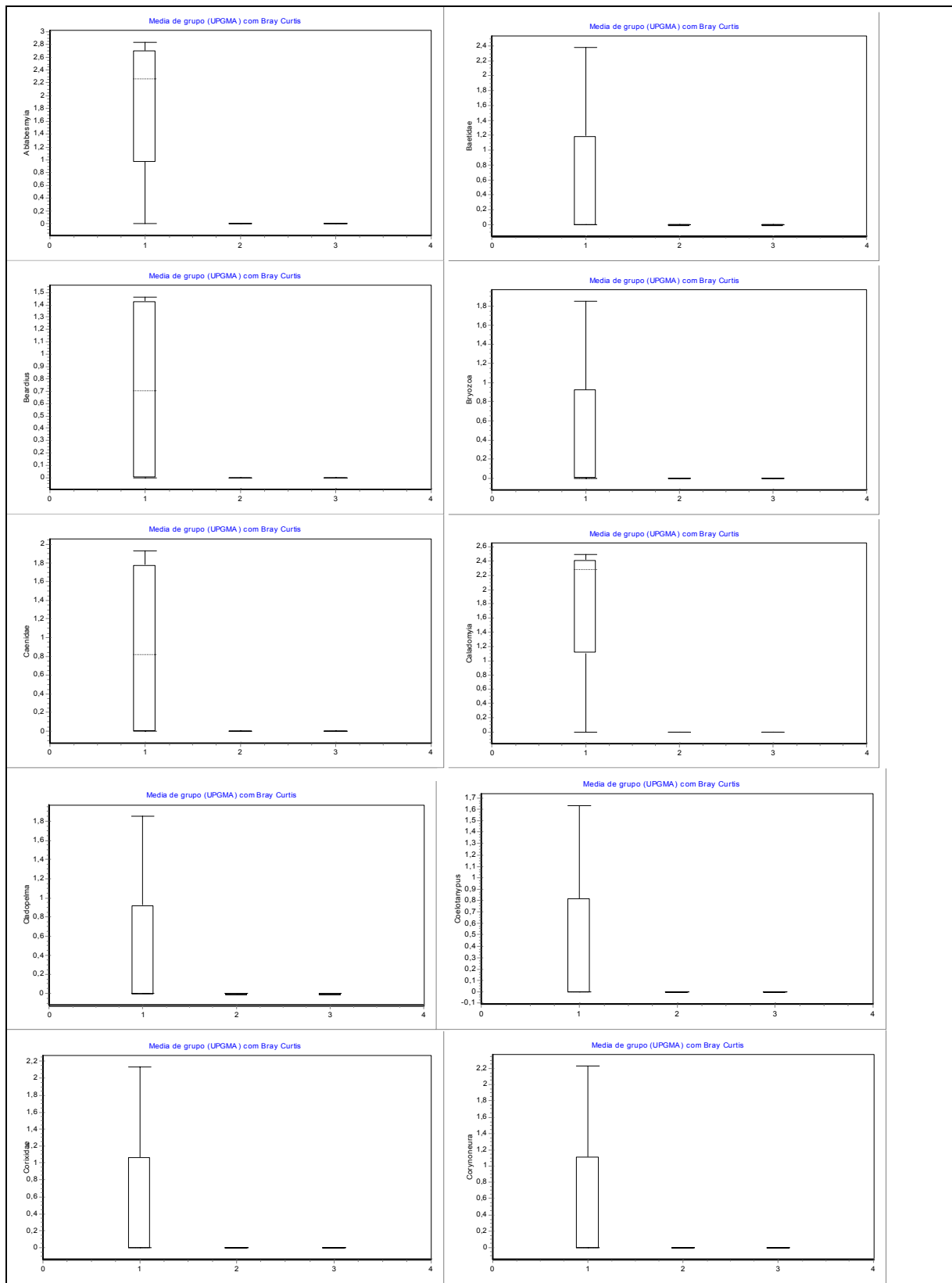


Figura 18 – Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem dois.

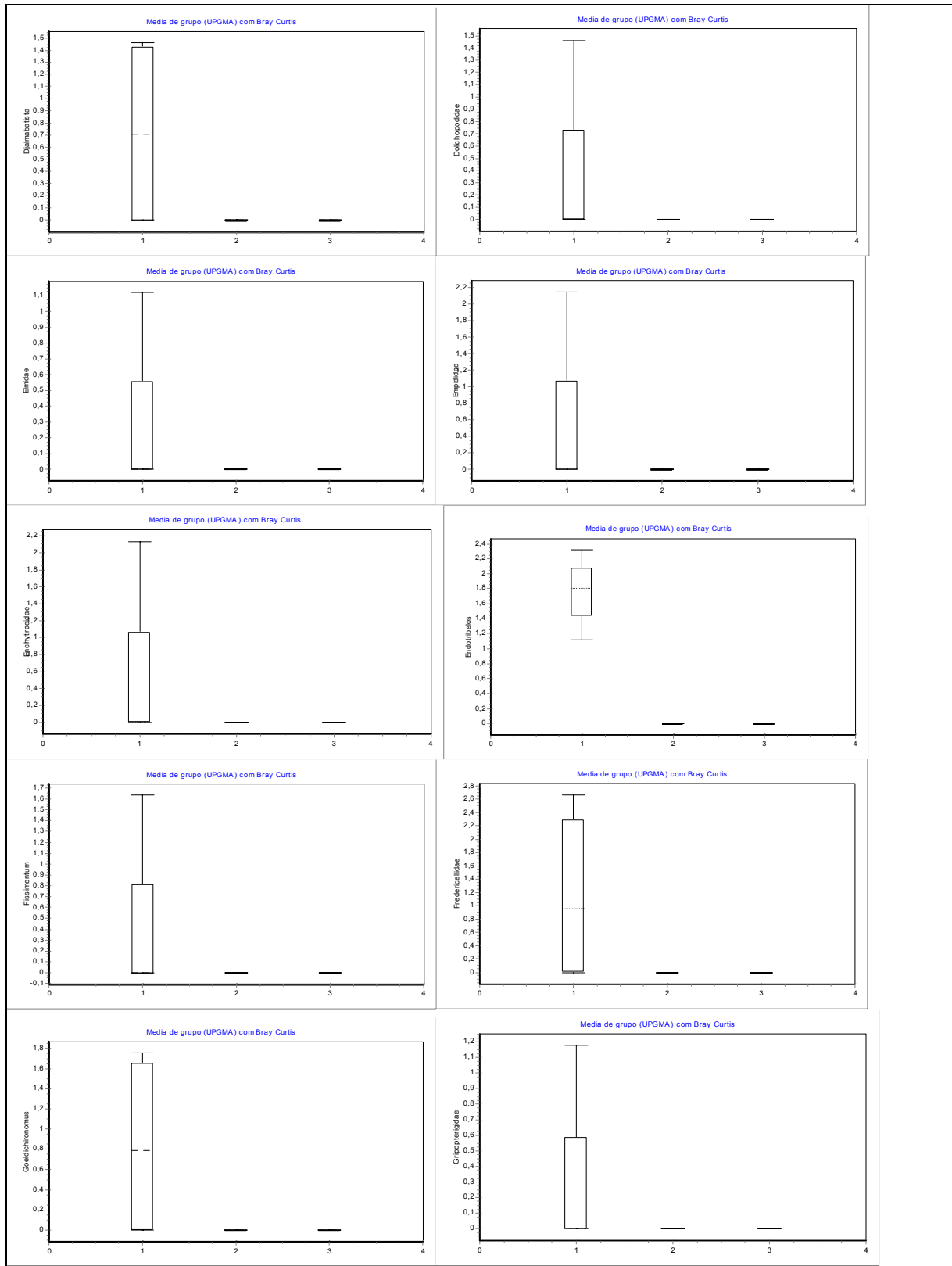


Figura 18 (cont.) – Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem dois.

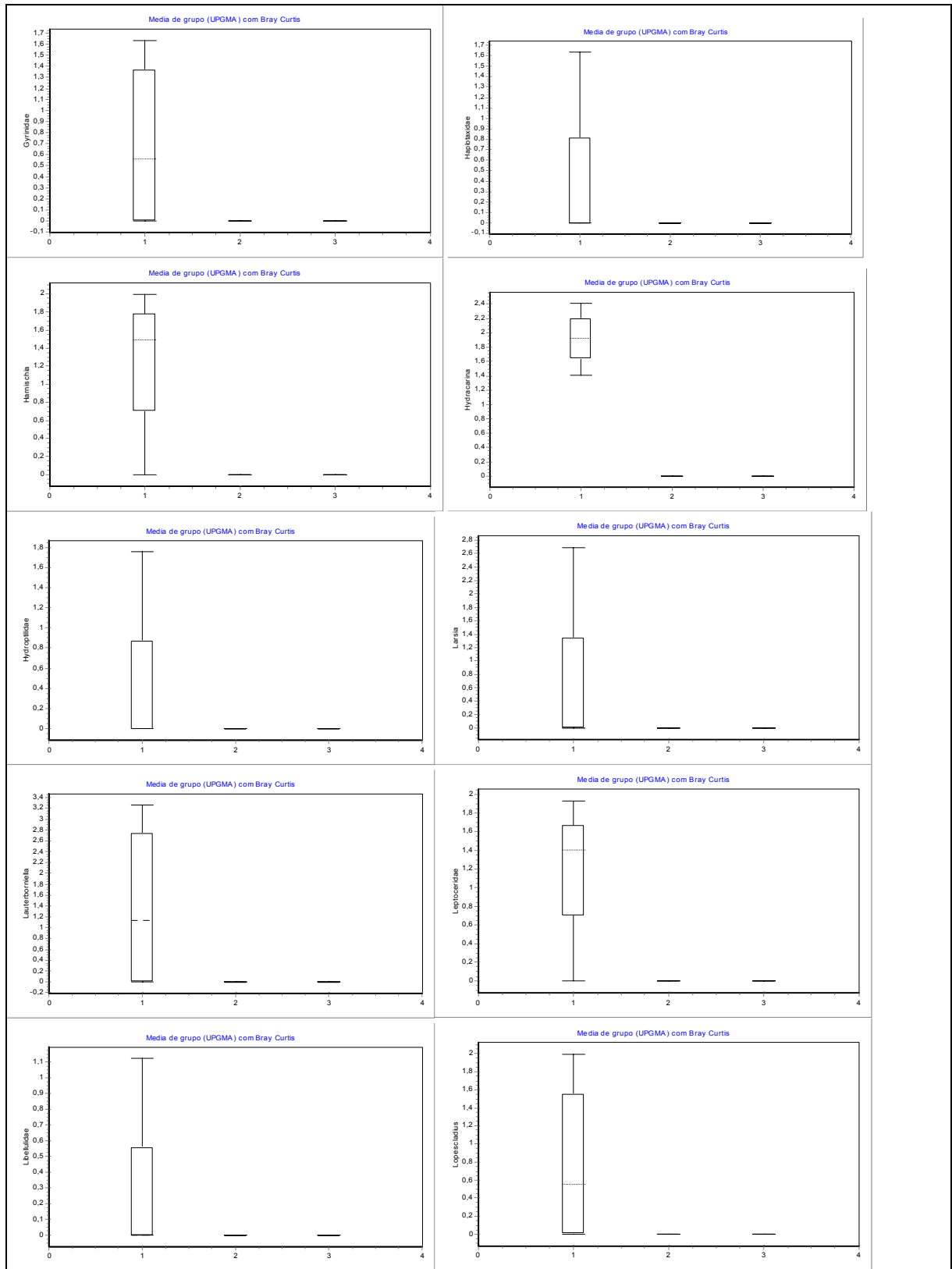


Figura 18 (cont.) – Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem dois.

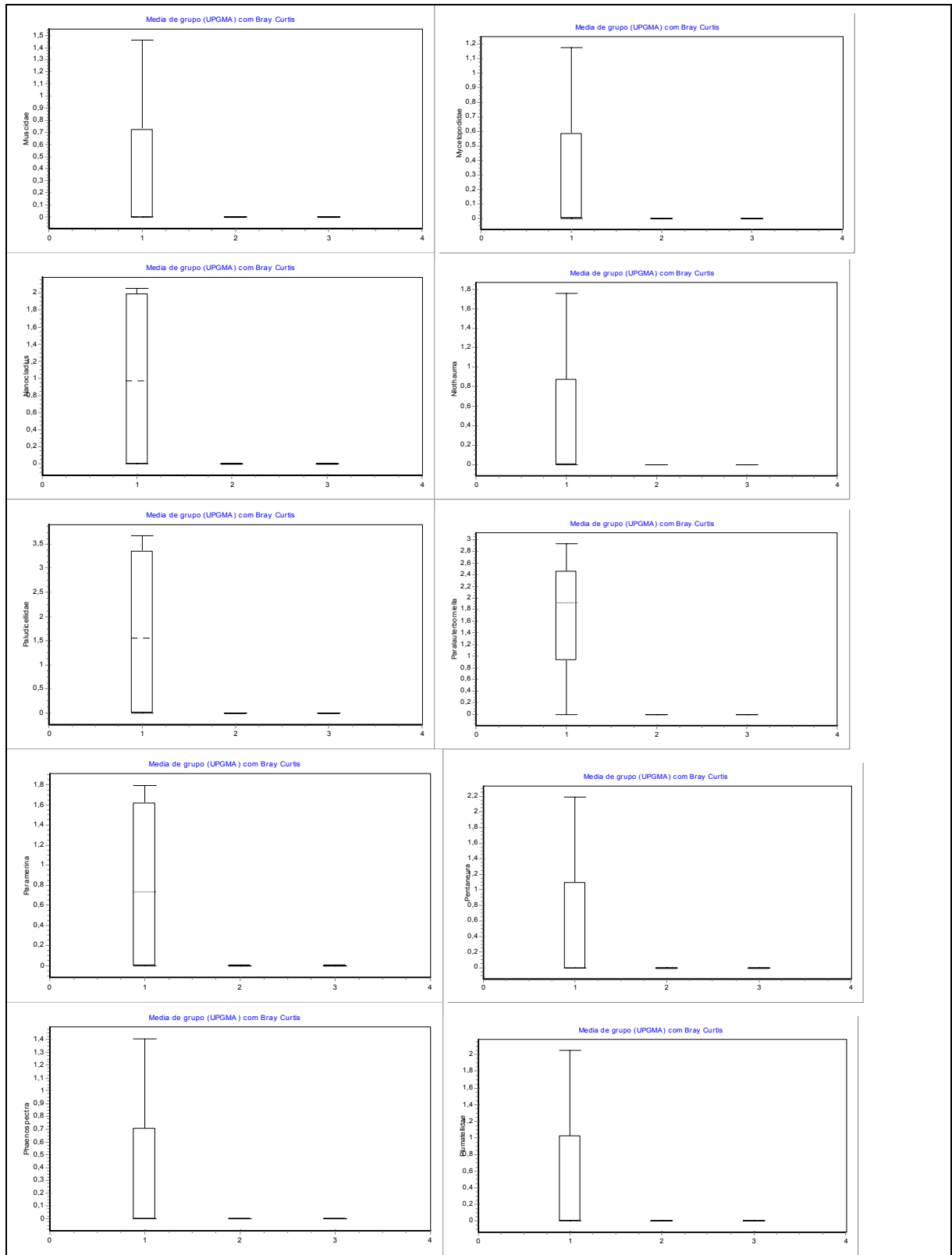


Figura 18 (cont.) – Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem dois.

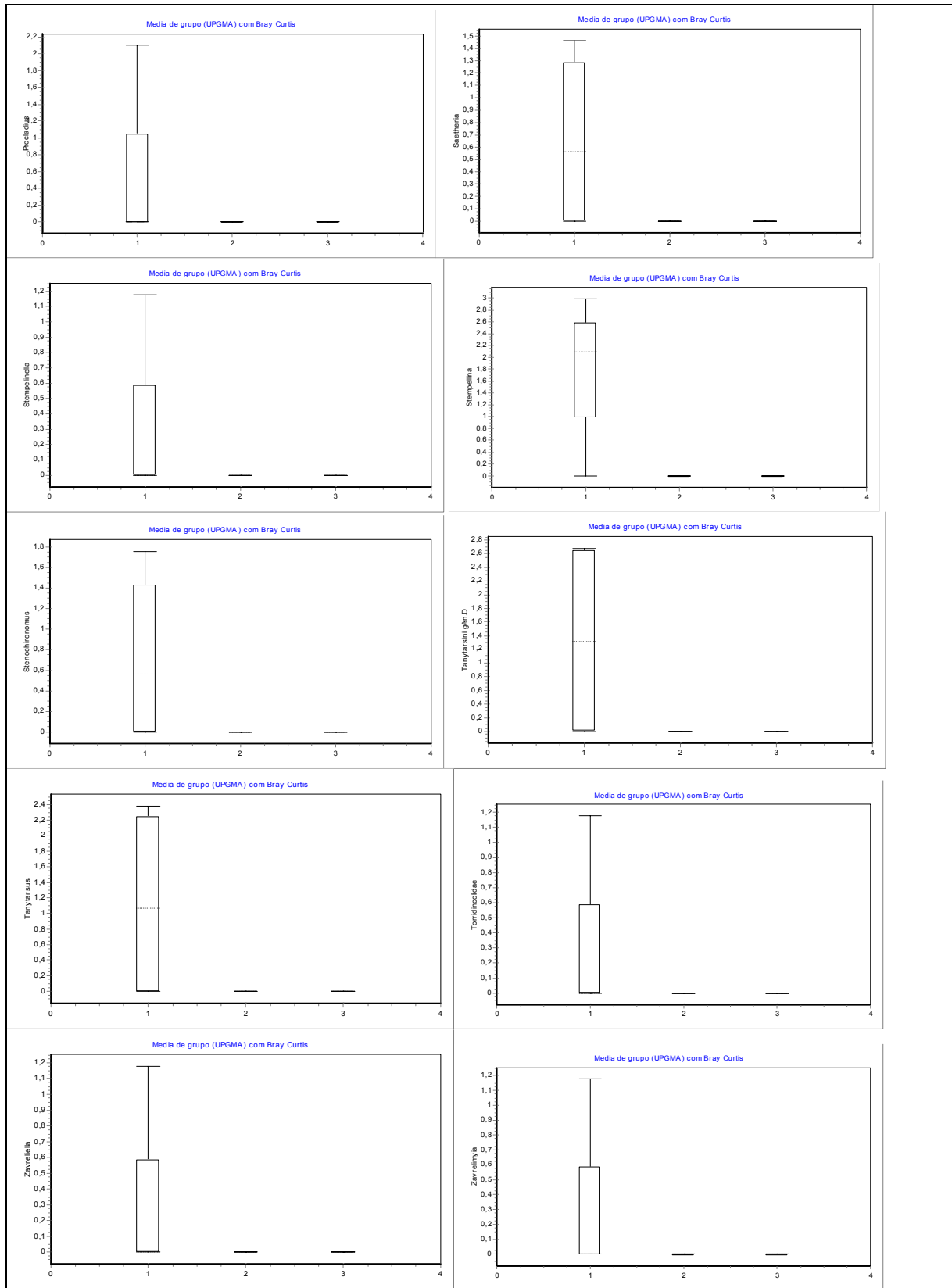


Figura 18 (cont.) – Gráficos Box Whisker gerados para os principais taxa analisados pelo agrupamento na abordagem dois.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Baseado nos resultados apresentados concluiu-se que a identificação genérica dos organismos da família Chironomidae, dentro dos dados utilizados neste estudo, não alterou a sensibilidade dos índices descritores (S, ICS e H') utilizados no ICB, portanto sendo desnecessárias eventuais alterações no ICB.

Recomendamos que novos estudos sejam feitos com outros pontos de coleta, e um maior número de dados, buscando-se a confirmação destes resultados e acima de tudo, procurando-se avaliar o custo-benefício desta análise no monitoramento, além de buscar novos organismos da família Chironomidae para comporem os índices de tolerância (T\DT) e sensibilidade (Ssens).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, A & CAMARGO, J.A. Estado actual y perspectivas em el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentônicos como indicadora Del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. **Ecosistemas**. 2005/3. Disponível em www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=133&Id_Categoria=2&tipo=portada> Acesso em 17 Fev. 2006
- BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2^a ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 1999.

BERG, M.B. Larval food and feeding behaviour. In: ARMITAGE, P.D.; CRANSTAN, P.S. & PINDER, L.C.V. **The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall. 1995. p. 136-168

BRIGANTE, J.; DORNFELD, C.B.; NOVELLI, A. & MORRAYE, M.A. Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no Rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (eds). **Limnologia Fluvial: Um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Rima Editora. 2003. p. 181-187

BRINKHURST, R. O. & MARCHESE, M. R. **Guia para la identificación de oligoquetos acuaticos continentales de sud y centroamerica**. 2ª ed. Santo Tomé: Colección CLIMAX, 1992. 207 p.

CAIRNS JR, J. & DICKSON, K. L. A simple method for the biological assessment of the effects of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organisms. **Journal of the Water Pollution Control Federation**, v. 43, 1971. p. 755-772

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Macrofauna Bentônica de Água Doce: Avanços Metodológicos II**. São Paulo: CETESB, 1993. 18 p. + anexos

_____. **Norma Técnica L5.309 – Determinação de Bentos de Água Doce – Macroinvertebrados: métodos qualitativos e quantitativos**. São Paulo: CETESB, 2003a. 16 p.

_____. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2002**. São Paulo: CETESB, 2003b. 271 p.

_____. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003**. São Paulo: CETESB, 2004. 278 p.

_____. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2005**. São Paulo: CETESB, 2006. 492 p.

_____. **Aplicação da Triade na Avaliação da Qualidade de Sedimentos em Redes de Monitoramento.** São Paulo: CETESB, *no prelo*

CRANSTON, P.S. Introduction In: ARMITAGE, P.D.; CRANSTON, P.S. & PINDER, L.C.V. **The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges.** London: Chapman & Hall. 1995. p. 1-7

COFFMAN, W.P. & FERRINGTON, L.C. Chironomidae. In: MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W.(eds.) **An introduction to the Aquatic Insects of North America.** 1st ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1984. p. 551-710

EPLER, J.H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida.** Tallahassee: Florida Dept. Environ. Protection. 1995

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2^a ed. 1998. 602 p.

IGC – Instituto Geográfico e Cartográfico. **Mapa das unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI's) do Estado de São Paulo.** Originalmente em Escala de 1:1000000. Disponível em <www.igc.sp.gov.br/copimapas.htm#ugrhi> Acesso em 30 ago. 2006

JOHNSON, R.K.; WIEDERHOLM, T. & ROSENBERG, D.M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. (eds) **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates.** New York: Chapman & Hall. 1993. p. 40-158.

KUHLMANN, M.L.; BRANDIMARTE, A.L.; SHIMIZU, G.Y. & ANAYA, M. Invertebrados bentônicos como indicadores de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos continentais. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L. & BARRELLA,

- W. (eds). **Indicadores ambientais: Conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC/PUCSP. 2001. p. 237-248
- KUHLMANN, M.L. & WATANABE, H.M. **Bentos: Características gerais, metodologias e uso como bioindicadores**. Apostila de curso. São Paulo: CETESB. 2005. 30 p.
- LANGTON, P.H. The pupa and events leading to eclosion In: ARMITAGE, P.D.; CRANSTAN, P.S. & PINDER, L.C.V. **The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall. 1995. p. 169-193
- LINDEGAARD, C. Classification of water bodies and pollution. In: ARMITAGE, P.D.; CRANSTAN, P.S. & PINDER, L.C.V. **The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall. 1995. p. 385-404
- LORENZ, C.M.; VAN DIJK, G.M.; VAN HATTUM, A.G.M.; CONFINO, W.P. Concepts in River Ecology: Implications for Indicator Development. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 13, n. 6, 1997. p. 501-516
- MANDAVILLE, S.M. **Bioassessment of Freshwaters using Benthic Macroinvertebrates – a Primer**, 2000. Disponível em: <<http://www.chebucto.ns.ca/Science/SWCS/SWCS.html>>. Acesso em 08 Ago. 2006
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. (eds.) **An introduction to the Aquatic Insects of North America**. 1st ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Co., 1984. 710 p.
- PENNAK, R.W. **Freshwater invertebrates of the United States: Protozoa to Mollusca**. 3^a ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1989. 628 p.
- PINDER, L.C.V. Biology of the eggs and first-instar larvae In: ARMITAGE, P.D.; CRANSTAN, P.S. & PINDER, L.C.V. **The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall. 1995. p. 87-106

ROQUE, F.O.; CORBI, J.J. & TRIVINHO-STRIXINO, S. Consideração sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Díptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo. In: ESPINDOLA, E.L.G.; BOTTA-PASCHOAL, C.M.R.; ROCHA, O.; BOHRER, M.B.C. & OLIVEIRA-NETO, A.L. de (eds.) **Ecotoxicologia: Perspectivas para o século XXI**. São Carlos: RiMA, 2000. p. 115-126.

ROSENBERG, D. M.; DAVIES, I. J.; COBB, D. G. & WIENS, A. P. **Protocols for Measuring Biodiversity: Benthic Macroinvertebrates in Fresh Waters**. Dept. of Fisheries and Oceans, Freshwater Institute, Winnipeg, Canada. 1997. Disponível em: <www.eqb.dqe.cciw.ca/eman/ecotools/protocols/freshwater/benthics/benthic_fres_e.pdf>. Acesso em: 12 jul 2005

ROSENBERG, D.M. & RESH, V. H. Introduction to Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M. & RESH, V. H. (eds) **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. p. 1-9.

SPIES, M. & REISS, F. Catalog and bibliography of neotropical and mexican Chironomidae. **Spixiana**. Supplement 22: 61-119. 1996

SHEPHERD, G.J. **FITOPAC versão 1.6**. UNICAMP: Campinas. Software de ordenação e classificação. 2004

SÃO PAULO, **Resolução da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) nº 65 de 13 de agosto de 1998**. Disponível em: <www.sigam.ambiente.sp.gov.br>. Acesso em: 28 out. 2006

THORP, J.H. & COVICH, A.P. **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**. Boston: American Press, 1991. 911 p.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo. Guia de identificação e diagnose dos gêneros.** São Carlos: PPG / ERN / UFSCar, 1995. 229 p.

_____. Insetos Dípteros Quironomídeos. In: JOLY, C.A. & BICUDO, C.E.M. (orgs.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX. 4: Invertebrados de Água Doce.** SP: FAPESP, 1999. p. 141-148.

VALENTIN, J.L. **Ecologia numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos.** Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2000. 117 p.

WASHINGTON, H. G. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Research**, v. 18, n. 6, p. 653-694, 1984.

WILHM, J. L. & DORRIS, T. C. Biological Parameters for Water Quality Criteria. **BioScience**, v. 18, n.6, 1968.

GLOSSÁRIO

Antagonismo – interação de duas substâncias biologicamente ativas, e com atuação oposta no mesmo sistema, de tal forma que uma iniba ou reverte o efeito da outra;

Antrópico – tudo que resulta de ações humanas;

Biocenose – conjunto inter-relacionado da fauna e flora, vivendo em determinado biótopo, num determinado tempo;

Biota – conjunto de todos os seres vivos de uma região;

Biótico – referente aos seres vivos;

Biótopo – área ocupada por uma biocenose;

Comunidade – conjunto de populações que habitam uma mesma área ao mesmo tempo;

Ecossistema – sistema que inclui os seres vivos e o ambiente, com suas características físico-químicas e as inter-relações entre ambos;

Eutrofização – processo natural de enriquecimento de corpos d'água, resultante do aumento de nitrogênio e fósforo na água, conseqüente da produção orgânica;

Granulometria – proporções relativas com que partículas de diferentes dimensões entram na composição de um solo ou de um agregado;

Lótico – diz-se de ambiente de águas movimentadas, relativo a rios;

População – conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que ocorrem juntos em uma mesma região

Sinergia – ampliação do efeito ou potencialização da ação de uma ou mais substâncias químicas ou farmacológicas pela associação de diferentes princípios ativos;

Taxocenose – estudo de um taxa previamente definido (classe, ordem, família, gênero).