

Capítulo 5

“Utilização da fauna de macroinvertebrados bentônicos para avaliação ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana, SP)”

Sumário

Lista de Figuras	163
Lista de Tabelas	164
1. Introdução	165
2. Objetivos	168
3. Materiais e Métodos	168
3.1. Estações de amostragem e periodicidade das coletas	168
3.2. Análise da fauna de macroinvertebrados bentônicos	169
a) Coleta e identificação do material biológico	169
b) Análise dos dados	170
4. Resultados	170
4.1. Composição taxonômica da fauna de macroinvertebrados bentônicos	170
4.2. Distribuição espacial e temporal da fauna de macroinvertebrados bentônicos	172
4.3. Diversidade e riqueza da fauna de macroinvertebrados bentônicos	178
4.4. Análise multivariada de agrupamento (Cluster)	179
5. Discussão	183
6. Conclusão	192
7. Referências Bibliográficas	194
Anexo	198

Lista de Figuras

Figura 1 -	Distribuição das estações de amostragem no reservatório de Salto Grande (Americana, SP).....	169
Figura 2 -	Resumo da composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP)	172
Figura 3 -	Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Maio/00.....	176
Figura 4 -	Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Agosto/00.....	176
Figura 5 -	Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Novembro/00.....	177
Figura 6 -	Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Fevereiro/01.....	177
Figura 7 -	Análise Multivariada de Cluster, (A) em Maio de 2000, $rc = 0,84$ e (B) em Agosto de 2000, $rc = 0,86$. Coeficiente de correlação cofenético = $rc > 0,80$, distância Euclidiana simples e UPMGA.....	181
Figura 8 -	Análise Multivariada de Cluster, (A) em Novembro de 2000, $rc = 0,84$ (B) em Fevereiro de 2001, $rc = 0,86$. Coeficiente de correlação cofenético = $rc > 0,80$, distância Euclidiana simples e UPMGA	181

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Parâmetros utilizados na análise matemática dos dados da fauna de macroinvertebrados bentônicos.....	170
Tabela 2 -	Composição taxonômica da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP)	171
Tabela 3 -	Densidade (ind.m ⁻²) dos organismos presentes no sedimento do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Maio de 2000.....	199
Tabela 4 -	Densidade (ind.m ⁻²) dos organismos presentes no sedimento do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Agosto de 2000.....	200
Tabela 5 -	Densidade (ind.m ⁻²) dos organismos presentes no sedimento do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Novembro de 2000...	201
Tabela 6 -	Densidade (ind.m ⁻²) dos organismos presentes no sedimento do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Fevereiro de 2001.....	202
Tabela 7 -	Densidade máxima dos gêneros de Naididae presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP)	174
Tabela 8 -	Índice de diversidade de Shannon-Wiener da fauna de macroinvertebrados bentônicos do reservatório de Salto Grande (Americana, SP), nos meses estudados	178
Tabela 9 -	Riqueza da fauna de macroinvertebrados bentônicos no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) nos meses estudados	178
Tabela 10 -	Análise temporal dos gêneros de Chironomidae encontrados no reservatório de Salto Grande (Americana, SP)	188

1. INTRODUÇÃO

Na avaliação da qualidade da água, por meio de análises biológicas, usualmente são empregados métodos fisiológicos que consistem na exposição dos organismos a uma amostra de água ou sedimento, avaliando-se a intensidade do efeito produzido na sobrevivência, crescimento e reprodução dos organismos, ou métodos ecológicos que partem do levantamento das comunidades presentes no corpo d'água, cuja composição permite inferir condições ambientais prevaletentes (ROBERTO & ABREU, 1991). A interação entre ambos os métodos de biomonitoramento, somados aos dados das variáveis abióticas do sistema, proporcionam um melhor diagnóstico da qualidade ambiental do ecossistema em estudo, sendo que ambas as informações são convergentes e se completam (CAIRNS & DICKSON, 1971; EXTENCE & FERGUSON, 1989).

Vários organismos podem ser utilizados como detectores do distúrbio ambiental, os quais são denominados bioindicadores e, segundo JEFREY (1987), eles podem ser definidos como organismos selecionados com os quais se pode amostrar, testar e responder questões sobre o ambiente. Entre estes, estão os macroinvertebrados bentônicos (organismos que ficam retidos em redes de 200 a 500 μm , incluindo larvas de insetos, moluscos, oligoquetos, hirudíneos e crutáceos), que são considerados organismos indicadores porque tornam-se numericamente dominante somente sob um conjunto específico de condições ambientais (MACKIE, 1998 *apud* MANDAVILLE, 2000). Outros organismos possuem grande sensibilidade à qualquer alteração ambiental e tornam-se raros ou mesmo ausentes em sistemas com algum nível de poluição.

Os macroinvertebrados bentônicos têm sido freqüentemente usados para auxiliar na avaliação de vários impactos sobre os ambientes aquáticos (MODDE & DREWES, 1990). Isso se deve a algumas características que os tornam adequados a esses estudos, obtendo-se certo sucesso em biomonitoramento (ROSENBERG & RESH, 1993), tais como: 1) abundância em todos os sistemas aquáticos; 2) capacidade de locomoção limitada ou nula; 3) ciclo de vida longo, possibilitando assim a explicação de padrões temporais de alterações causadas por perturbações; 4) ampla variedade de tolerância a vários graus e tipos de poluição e 5) funcionam como integradores das condições ambientais, isto é, estão presentes antes e após eventos impactantes. Além dessas características, segundo MACKIE (*op cit*) os macroinvertebrados são organismos grandes e mais facilmente examinados utilizando um microscópio de menor poder de resolução do que a maioria das espécies pertencentes ao fitoplâncton e zooplâncton. São bons integrantes da

química da água e do sedimento e, portanto, um nível de contaminante considerado normal ou aceitável dentro dos limites estabelecidos pelos órgãos ambientais, pode ser subletal o suficiente para ser detectado por efeitos no crescimento, reprodução ou fisiologia de espécies na comunidade bentônica. Os organismos bentônicos também não podem evitar o contato com a entrada lenta ou rápida de um efluente e respondem de acordo com a magnitude do evento tóxico, que pode não ser analisado por métodos químicos se a água não for amostrada durante o evento (MACKIE, 1998 *apud* MANDAVILLE, 2000).

Além de importantes na avaliação da qualidade ambiental, os organismos bentônicos desempenham um papel central na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, participando ativamente nos processos de mineralização e reciclagem da matéria orgânica e no fluxo de energia através da rede trófica (JÓNASSON, 1972; LIND *et al*, 1993). Em sedimentos de lagos oligotróficos, a decomposição da matéria orgânica resulta no acúmulo de fósforo e em muitos lagos eutróficos os sedimentos agem como uma fonte para o ciclo interno do fósforo. Entretanto, a quantidade de nutrientes liberados pelo sedimento dependerá de muitos processos e, entre eles, da capacidade de auxílio nos processos de mineralização pela comunidade bentônica (VALDOVINOS & FIGUEROA, 2000).

O monitoramento biológico pode, também, prover uma visão do distúrbio ambiental através da identificação das categorias funcionais de alimentação dos macroinvertebrados presentes. Estes podem ser distribuídos em quatro categorias principais: fragmentadores, coletores, raspadores e predadores. Em geral, um aumento na proporção de raspadores pode indicar uma saída de nutrientes do sistema (água), enquanto um aumento no número de coletores pode indicar um enriquecimento orgânico (MACKIE, 1998 *apud* MANDAVILLE, 2000).

Entre os organismos bentônicos, Chironomidae e Oligochaeta são considerados os mais importantes, por serem geralmente os mais abundantes.

Os membros da família Chironomidae, dentre os grupos de insetos aquáticos, são os mais amplamente distribuídos e freqüentemente os mais abundantes no ambiente de água doce (COFFMAN, 1995; CRANSTON, 1995; GUERESCHI & MELÃO, 1998). As larvas possuem grande capacidade adaptativa, pois colonizam todos os tipos de substratos, sedimento e vegetação aquática dos ambientes lóticos e lênticos (CRANSTON, 1995; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995). Além disso, exibem uma grande diversidade ecológica, vivem sob ampla variedade de condições ambientais, com

espécies tolerantes e outras muito sensíveis às baixas concentrações de oxigênio, extremos de temperatura, pH, salinidade e trofia (CRANSTON, 1995). Assim, representam um dos principais grupos da comunidade bentônica na maioria dos ecossistemas de água doce.

Essas larvas são freqüentemente utilizadas em programas de monitoramento e avaliação de alterações ambientais, especialmente relacionando-se espécies indicadoras com a qualidade da água (KAWAI *et al.*, 1989; ROSENBERG & RESH, 1993; COFFMAN, 1995; CRANSTON, 1995), considerando-se, também, que os insetos são mais abundantes em lagos oligotróficos do que em lagos eutróficos.

Os organismos da Classe Oligochaeta também são comuns na maioria dos habitats de água doce, sendo que muitos podem tolerar baixa concentração de oxigênio dissolvido e podem ser encontrados em grande número em habitats poluídos organicamente (MANDAVILLE, 2000). A abundância de diferentes espécies de oligoquetos aquáticos pode servir como uma boa indicação da poluição da água (GOODNIGHT, 1973 *apud* BARNES, 1995).

Cerca de 75% das espécies aquáticas do Sul e Centroamérica são representantes da família Naididae. A família Tubificidae também é bem representada e densas populações podem ser encontradas em rios e córregos poluídos organicamente, enquanto outras podem existir em regiões pobres em oxigênio dissolvido de lagos profundos (MCCAFFERTY, 1981). Espécies do gênero *Tubifex* e *Limnodrilus* (família Tubificidae), por exemplo, são abundantes em ambientes poluídos organicamente, nos quais o alimento é abundante e onde eles estão livres de predadores e competidores que não resistem às baixas concentrações de oxigênio (MYSLINSKI & GINSBURG, 1977). Algumas espécies tolerantes de Oligochaeta como *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Potamothrix hammoniensis* e *Tubifex tubifex* tendem a aumentar a sua abundância relativa no sedimento, em relação à Chironomidae, sob condições de enriquecimento de nutrientes ou poluição específica (WIEDERHOLM, 1980).

Além das características químicas do sistema, deve-se analisar a aptidão que cada organismo possui para os diferentes tipos de substrato (característica física), considerando-se que a grande maioria dos macroinvertebrados vive em íntima associação com o substrato. Quando se compara as grandes categorias de substratos, como areia, pedras e argila/silte, observa-se que muitos taxa apresentam algum grau de especialização. Em geral, a diversidade e a abundância aumentam com a estabilidade do

substrato e a presença de detritos orgânicos. Outros fatores incluem o tamanho das partículas do substrato mineral, a variedade de tamanhos e a textura superficial.

As informações disponíveis sobre os macroinvertebrados como indicadores de poluição (presença/ausência, tolerância à fatores químicos e físicos) servem, portanto, como uma ferramenta suplementar para uma rápida avaliação das condições de qualidade da água em adição às análises bacteriológicas, químicas e físicas (MYSLINSKI & GINSBURG, 1977).

2. OBJETIVOS

- Avaliar a qualidade da água e do sedimento do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) considerando a estrutura (composição e densidade) da fauna de macroinvertebrados bentônico;
- Determinar a composição e a distribuição espacial e temporal dos macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório e
- Comparar a biodiversidade do presente estudo com estudos realizados anteriormente neste sistema.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Estações de amostragem e periodicidade das coletas

As coletas do material biológico para a determinação da composição e densidade da fauna de macroinvertebrados bentônicos foram realizadas em Maio, Agosto e Novembro de 2000 e em Fevereiro de 2001 em uma estação no rio Atibaia e 12 estações distribuídas em 4 transectos (estações centrais e marginais) no reservatório de Salto Grande (Americana, SP), como demonstrado na Figura 1.

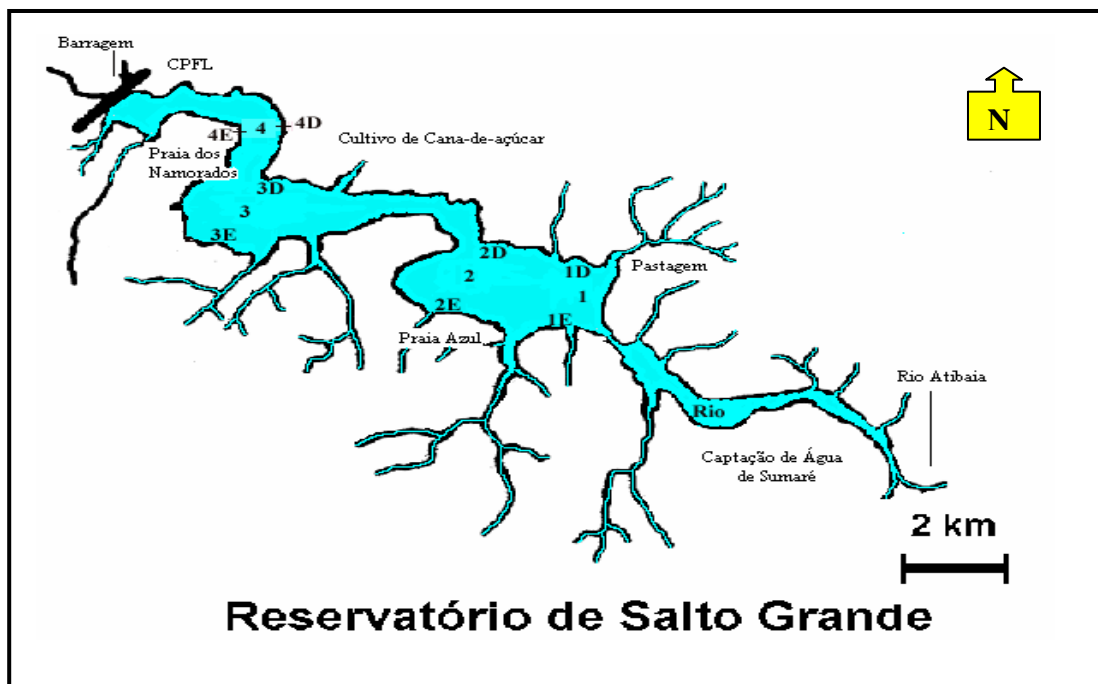


Figura 1. Distribuição das estações de amostragem no reservatório de Salto Grande (Americana, SP)

3.2. Análise da Fauna de Macroinvertebrados Bentônicos

a) Coleta e identificação do material

As amostras para análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foram coletadas em réplicas utilizando-se uma draga do tipo Eckman-Birge com área de 225 cm². As amostras foram lavadas no campo com o auxílio de uma rede com malha de 0,21 mm e no laboratório foram fixadas com formol a 4%, coradas com Rosa de Bengala e triadas manualmente em bandejas plásticas brancas sobre uma fonte de luz. Os organismos encontrados foram fixados e preservados em álcool a 70% para posterior análise e identificação sob estereomicroscópio e microscópio óptico.

Para a identificação mais refinada das larvas da Família de Chironomidae (Diptera) foram confeccionadas lâminas semi-permanentes com as cápsulas cefálicas e corpos desses organismos utilizando meio de Hoyer para preservação. Os exemplares da Classe Oligochaeta também foram montados em lâminas para análise mais detalhada.

Para a identificação taxonômica dos organismos utilizou-se as chaves de identificação especializadas de MERRIT & CUMMINS (1988), BRINKHURST & MARCHESE (1991), EPLER (1995) e TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995).

b) Análise dos dados

Os resultados obtidos receberam um tratamento com caráter descritivo (identificação dos organismos e densidade numérica) e um tratamento matemático sob a forma de índices de diversidade e riqueza e análise multivariada, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros utilizados na análise matemática dos dados da fauna de macroinvertebrados bentônicos.

Parâmetro	Referência
Diversidade	SAHNNON-WIENER (1949, <i>in</i> KREBS 1999)
Riqueza	Simplex somatória dos taxa presentes
Análise Multivariada	FITOPAC (PROGRAMA CLUSTER versão 2)

4. RESULTADOS

4.1. Composição taxonômica da fauna de macroinvertebrados bentônicos

A fauna de macroinvertebrados bentônicos presente no reservatório de Salto Grande (Americana, SP), durante o período estudado, foi composta por três Filos (Annelida, Mollusca e Arthropoda) e cinco Classes (Hirudinea, Oligochaeta, Gastropoda, Bivalvia e Insecta), conforme apresentado na Tabela 2.

No Filo Annelida foram identificadas as Classes Hirudinea e Oligochaeta, sendo somente a última identificada em nível de gênero ou espécie. Essa Classe foi representada pelas famílias Naididae (*Dero (Aulophorus) sp*, *Dero (Dero) sp*, *Pristina sp*, *Pristinella sp* e *Slavina sp*), Opistocystidae (*Opistocysta funiculus*) e Tubificidae (*Branchiura sowerbyi* e *Limnodrillus hoffmeisteri*). Um subgênero de *Dero* não foi confirmado (?), o que ocorreu devido à ausência das extremidades posteriores dos exemplares. Porém, as características da extremidade anterior (como o segmento no qual começam as cerdas dorsais – entre IV e VI) confirmaram o gênero.

O Filo Mollusca foi representado por organismos das Classes Bivalvia (famílias Corbiculidae e Mycetopodidae) e Gastropoda (famílias Ancyliidae, Lymnaeidae, Planorbidae e Thiaridae), sendo que nas famílias Mycetopodidae e Ancyliidae não havia a massa visceral dos organismos, isto é, apenas as conchas estavam presentes. Os

seguintes gêneros ou espécies foram identificados: *Corbicula fluminea*, *Anodontities trapesiales*, *Lymnaea columella*, *Drepanotrema* sp e *Melanoides tuberculata*.

O Filo Arthropoda foi representado pela Classe Insecta, contendo três ordens e cinco Famílias: Ceratopogonidae, Chaoboridae e Chironomidae (Diptera); Polymitarciidae (Ordem Ephemeroptera, gênero *Campsurus* sp) e Gomphidae (Ordem Odonata). Dentre os Chironomidae observou-se a presença das sub-Famílias Chironominae e Tanypodinae, a primeira sendo representada pelos gêneros *Aedokritus* sp, *Chironomus* grupo *decorus*, *Chironomus* sp, *Cryptochironomus* sp1, *Goeldichironomus pictus*, *Harnishia* sp2, *Shaeteria* sp e *Zavreliella* sp e a segunda representada somente pela espécie *Ablabesmyia annulata*.

Tabela 2. Composição taxonômica da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP).

Filo Annelida	Filo Arthropoda
Classe Hirudinea	Classe Insecta
Classe Oligochaeta	Ordem Diptera
Fam. Naididae	Fam. Ceratopogonidae
<i>Dero (Aulophorus) sp</i>	<i>Culicoides</i> sp
<i>Dero (Dero) sp</i>	Fam. Chaoboridae
<i>D. (?) sp</i>	<i>Chaoborus</i> sp
<i>Pristina</i> sp	Fam. Chironomidae
<i>Pristinella</i> sp	Sub-fam. Chironominae
<i>Slavina</i> sp	Tribo Chironomini
Fam. Opistocystidae	<i>Aedokritus</i> sp
<i>Opistocysta funiculus</i>	<i>Chironomus</i> grupo <i>decorus</i>
Fam. Tubificidae	<i>Chironomus</i> sp
<i>Branchiura sowerbyi</i>	<i>Cryptochironomus</i> sp1
<i>Limnodrillus hoffmeisteri</i>	<i>Goeldichironomus pictus</i>
Filo Mollusca	<i>Harnishia</i> sp 2
Classe Bivalvia	<i>Shaeteria</i> sp
Fam. Corbiculidae	<i>Zavreliella</i> sp
<i>Corbicula fluminea</i>	Sub-fam. Tanypodinae
Fam. Mycetopodidae	Tribo Pentaneurini
<i>Anodontities trapesiales</i>	<i>Ablabesmyia annulata</i>
Classe Gastropoda	Ordem Ephemeroptera
Fam. Ancyliidae	Fam. Polymitarciidae
Fam. Lymnaeidae	<i>Campsurus</i> sp
<i>Lymnaea columella</i>	Ordem Odonata
Fam. Planorbidae	Fam. Gomphidae
<i>Drepanotrema</i> sp	
Fam. Thiaridae	
<i>Melanoides tuberculata</i>	

4.2. Distribuição espacial e temporal da fauna de macroinvertebrados bentônicos

A densidade dos organismos presentes em cada estação de coleta nos meses estudados pode ser observada nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 (em anexo), verificando-se que no mês de Novembro/00 ocorreu a maior densidade total (5860 ind.m⁻²) e no mês de Fevereiro/01 a menor densidade total (1867 ind.m⁻²).

Na Figura 2 está apresentada, de forma resumida, a composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos observando maior diversidade nas estações marginais e menor diversidade nas estações centrais e no rio Atibaia.

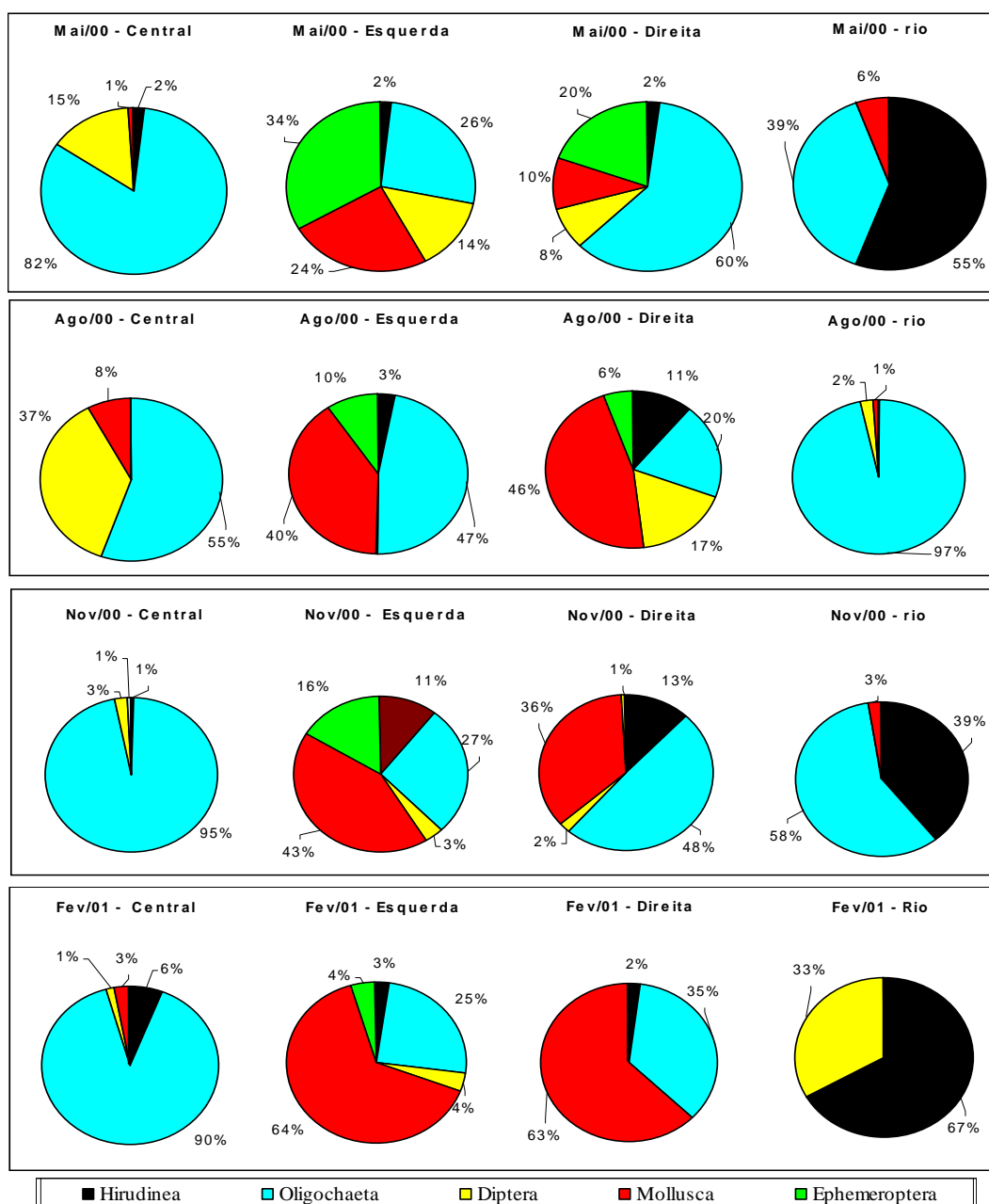


Figura 2. Resumo da composição taxonômica da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP).

Pode-se observar na Figura 2 a predominância de Oligochaeta nas estações centrais, sendo que a maior porcentagem dos organismos pertence à estação 1C, considerando que não foi registrado nenhum organismo nas estações 2C, 3C e 4C em Maio/00, na estação 2C em Novembro/00 e na estação 4C em Fevereiro/01.

As estações marginais (esquerda e direita), apresentam fauna semelhante, sendo composta, predominantemente, de oligoquetos, moluscos e efemerópteros (principalmente em Maio/00). Porém, verifica-se uma maior porcentagem de Ephemeroptera na margem esquerda em relação à margem direita. Além disso, por meio das tabelas de densidade (Tabelas 3, 4, 5 e 6 em anexo) observa-se que as margens das estações 3 e 4 possuem a maior contribuição em número de organismos da Ordem Ephemeroptera.

Em relação à fauna existente no rio Atibaia, pode-se observar que há predominância de hirudíneos e oligoquetos e somente em Fevereiro/01 há presença de dípteras.

Em geral, os exemplares da Classe Hirudinea estiveram presentes em todos os meses coletados, sendo que a distribuição espacial foi ampla, registrando-se organismos em quase todas as estações amostradas, exceto na estação 3C. As maiores densidades foram registradas no rio Atibaia nos meses de Novembro e Maio de 2000 (14711 e 1778 ind.m⁻², respectivamente). Esses organismos estiveram presentes, preferencialmente, no rio Atibaia e nas margens das estações de coleta 2, 3, e 4, sendo representados nas margens da estação 1 apenas em Fevereiro/01.

Em relação às espécies de Oligochaeta presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP), *Limnodrillus hoffmeisteri* (Tubificidae) foi mais abundante no rio Atibaia e na estação 1C em todos os meses coletados, exceto em Maio/00, no qual pode-se observar uma distribuição mais homogênea dessa espécie. A maior densidade foi registrada no rio Atibaia, em Agosto/00, com 40711 ind.m⁻².

A espécie *Branchiura sowerbyi* (Tubificidae) esteve distribuída em quase todas as estações, tendo uma distribuição mais esporádica do que *L. hoffmeisteri* e ao contrário dessa última, não foi registrada no rio Atibaia em nenhum período amostrado. A maior densidade de *B. sowerbyi* foi observada na estação 1C, com 8711 ind.m⁻² em Novembro/00.

A Família Opistocystidae foi representada somente pelo gênero *Opistocysta funiculus*, registrado nas estações 1C, 2D, 2E e 3D (Maio/00), 2E e 3C (Agosto) e 3D (Novembro/00), com densidade máxima de 978 ind.m⁻² na estação 2E, em Agosto/00.

A Família Naididae foi representada por 5 gêneros (*Dero (Aulophorus) sp*, *Dero (Dero) sp*, *Pristina sp*, *Pristinella sp* e *Slavina sp*), sendo que o mais representativo, em densidade, foi *Pristina sp*, com 3333 ind.m.⁻² em Agosto/00. A distribuição dos organismos dessa Família foi heterogênea, não se observando nenhum padrão de distribuição. Na Tabela 7 pode-se observar as estações de coleta nas quais foram registradas as maiores densidades numéricas para cada gênero da Família Naididae, verificando-se a presença acentuada de *Pristina sp* e *Pristinella sp* em Agosto/00.

Tabela 7. Densidade máxima dos gêneros de Naididae presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP).

Naididae	Estação - Mês	Densidade máxima (ind.m ⁻²)
<i>Dero (Aulophorus) sp</i>	2D - Maio/00	844
<i>Dero (Dero) sp</i>	1C - Maio/00	489
<i>Pristina sp</i>	rio Atibaia - Agosto/00	3333
<i>Pristinella sp</i>	2E - Agosto/00	3022
<i>Slavina sp</i>	2E - Agosto/00	178

Em relação ao Filo Insecta, observou-se que a Família Ceratopogonidae foi representada somente pelo gênero *Culicoides sp*, sendo registrado em Maio/00 nas estações 2E, 3D e 3E com densidade de 44 ind.m.⁻² nas três estações.

O gênero *Chaoborus sp* foi o único representante da Família Chaoboridae que foi registrado somente em um mês de coleta, em Agosto/00, nas estações 2C, 3C e 4C, com densidades de 44, 486 e 44 ind.m.⁻², respectivamente.

A Família Chironomidae foi a mais representativa entre os organismos da Classe Insecta em número de gêneros (6) e a Família Polymitarcyidae (Ephemeroptera) foi a mais representativa em densidade numérica (3822 ind.m.⁻², estação 2E, Maio/00), sendo que a Família Gomphidae (Odonata) foi representada por um único indivíduo presente na estação 4D em Novembro/00.

Quanto aos gêneros (espécies) de Chironomidae observou-se em Maio/00 a predominância de *Chironomus gr. decorus*, especialmente na estação 1C, na qual foi registrada a maior densidade (711 ind.m.⁻²). Verificou-se também a presença de *Ablabesmyia annulata* na estação 2E e nas margens das estações 3 e 4. Em Agosto/00 observou-se a presença predominante de *Aedokritus sp* nas estações 3D e 4D, com densidades de 178 e 222 ind.m.⁻² e de *C. gr. decorus* no rio Atibaia, na densidade de 978 ind.m.⁻². Em Novembro/00 destacou-se a presença de *C. gr. decorus* (1C, 400 ind.m.⁻²), *Cryptochironomus sp1* (3E, 178 ind.m.⁻²) e *A. annulata* (2E, 267 ind.m.⁻²). Em

Fevereiro/01 registrou-se a presença de somente de dois taxa, *C. gr. decorus* e *Chironomus* sp nas densidades máximas de 222 e 89 ind.m⁻², na estação 3E e no rio Atibaia, respectivamente.

Nas figuras 3, 4, 5 e 6 pode-se observar a abundância relativa (%) de cada Família na fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) durante os meses estudados. Pode-se notar a presença acentuada de organismos da Classe Hirudinea e das Famílias Tubificidae e Naididae.

Os exemplares do Filo Mollusca foram registrados predominantemente no rio Atibaia em todos os meses coletados. Apenas *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiariidae) foi observado em quase todas as estações amostradas, exceto nas estações 1E, 2C, 3C e 4C (Maio/00), 1C e 4C (Agosto/00), 1C, 1E, 2C e 4C (Novembro/00) e rio Atibaia, 1C, 1E, 3C, 3E e 4C (Fevereiro/01), verificando-se densidade máxima na estação 4E (Fevereiro/01) com 4756 ind.m⁻².

A espécie *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) foi encontrada no rio Atibaia em Agosto/00 e na estação 3D em Fevereiro/01 nas densidades de 267 e 44 ind.m⁻², respectivamente.

Um único exemplar de outra espécie de Bivalvia, *Anodontites trapesialis* (Mycetopodidae) foi registrada na estação 2E em Fevereiro/01, sendo que, como dito anteriormente, apenas a concha foi coletada. Fato semelhante ocorreu com os exemplares da Família Ancyliidae (Gastropoda), pois somente as conchas, sem a massa visceral, foram obtidas. Esta Família esteve presente no rio Atibaia em Maio, Agosto e Novembro de 2000, na estação 2D (Agosto/00) e nas estações 1C e 1E (Fevereiro/01).

No rio Atibaia também foi registrada outra espécie de Gastropoda, *Lymnaea columella* (Lymnaeidae) que esteve presente em Maio e Novembro de 2000, nas densidades de 44 e 133 ind.m⁻², respectivamente. A Família Planorbidae foi representada por apenas um exemplar do gênero *Drepanotrema* sp, presente na estação 2D em Agosto/00.

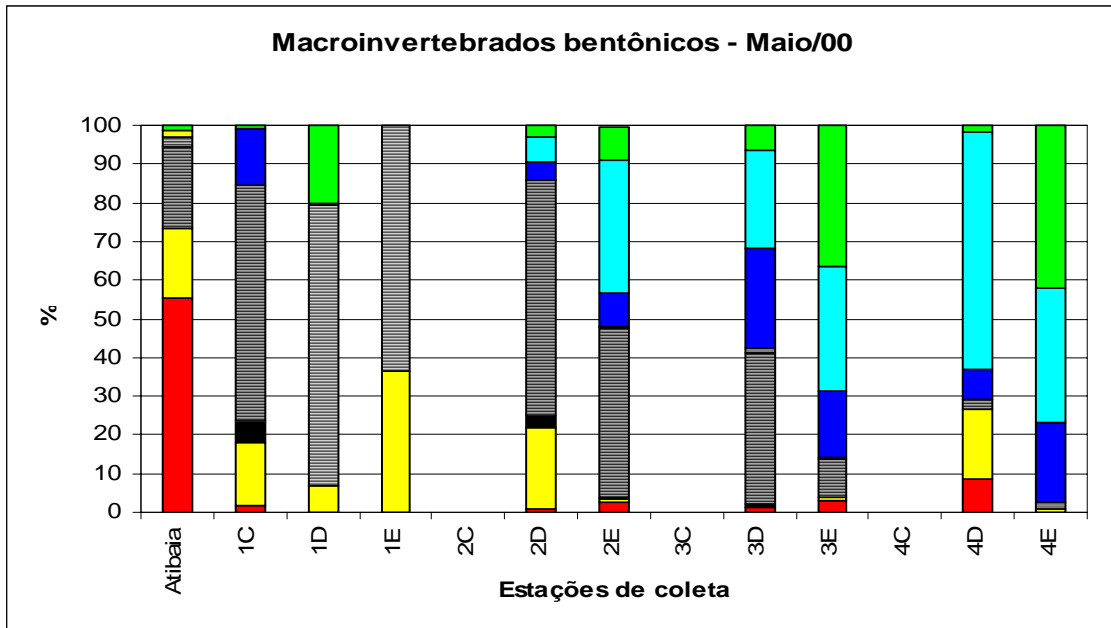


Figura 3. Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Maio/00.

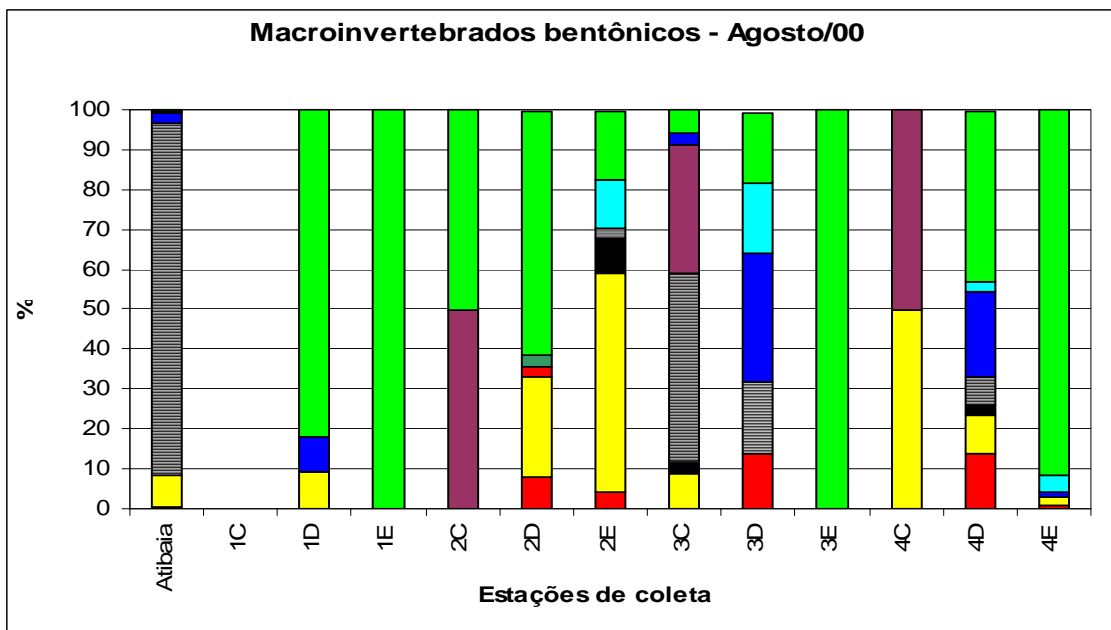











Figura 4. Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Agosto/00.

Legenda:

- | | | |
|---|--|--|
|  Thiariidae |  Chaoboridae |  Naididae |
|  Curbiculidae |  Chironomidae |  Opystocystidae |
|  Polymitarciidae |  Hirudinea |  Tubificidae |

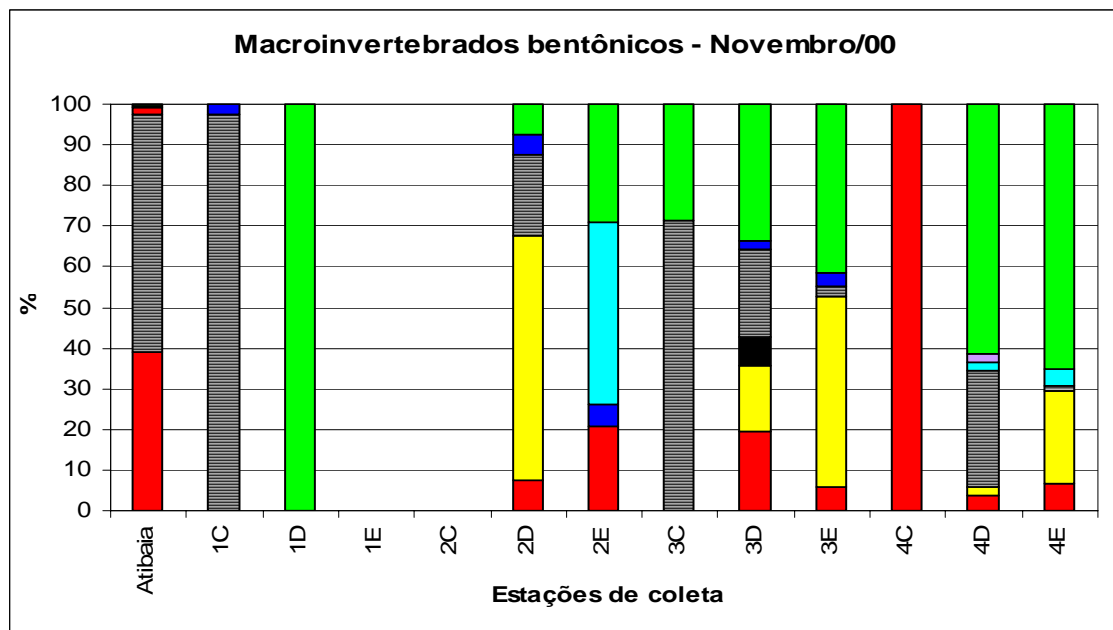


Figura 5. Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Novembro/00.

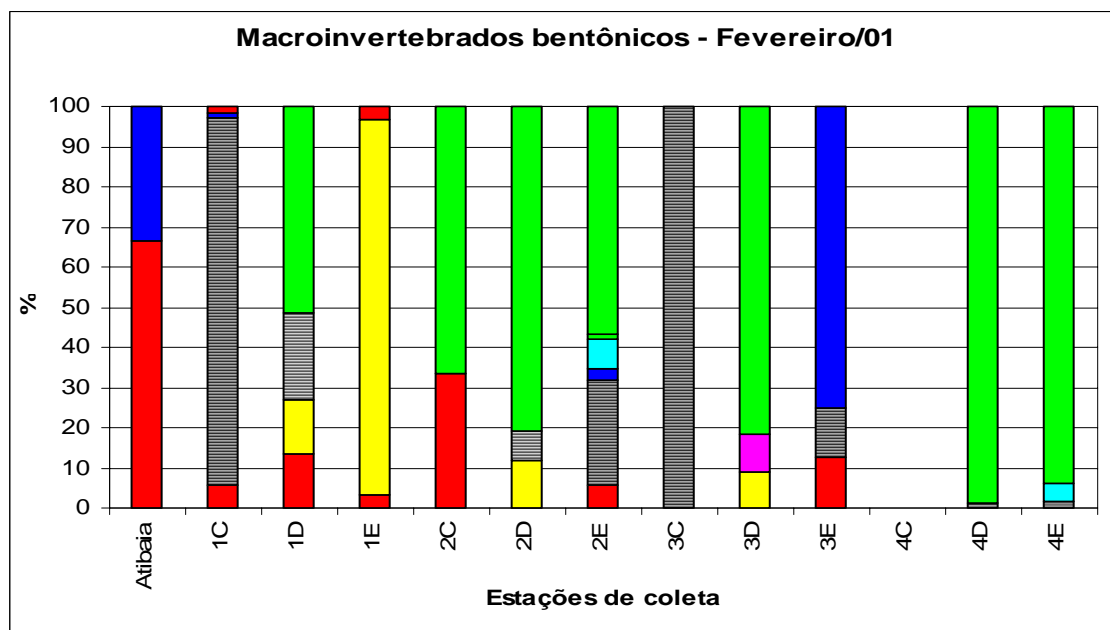
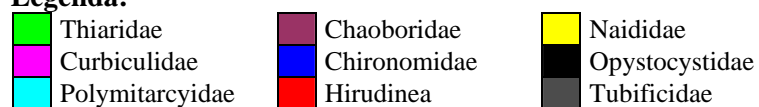


Figura 6. Abundância relativa (%) das principais Famílias da fauna de macroinvertebrados bentônicos presentes no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em Fevereiro/01.

Legenda:



4.3. Diversidade e riqueza da fauna de macroinvertebrados bentônicos

A diversidade da fauna de macroinvertebrados bentônicos, estimada pelo índice de Shannon-Wiener, variou de 0 (nas estações onde apenas um taxa esteve presente ou onde havia ausência de taxa) a 0,92 (estação 3D, Agosto/00). Os valores podem ser verificados na Tabela 8, observando-se que as estações com maior diversidade foram 2D, 2E e 3D, exceto em Fevereiro/01, quando a composição da fauna mostrou-se menos diversa, indicada pelos menores valores do índice.

Tabela 8. Índice de diversidade de Shannon-Wiener da fauna de macroinvertebrados bentônicos do reservatório de Salto Grande (Americana, SP), nos meses estudados.

Diversidade	rio												
	Atibaia	1C	1D	1E	2C	2D	2E	3C	3D	3E	4C	4D	4E
Maio/00	0,59	0,73	0,55	0,39	-	0,76	0,70	-	0,82	0,75	-	0,58	0,56
Agosto/00	0,22	-	0,26	-	0,30	0,60	0,83	0,71	0,92	-	0,30	0,81	0,18
Novembro/00	0,35	0,34	-	-	-	0,72	0,52	0,26	0,78	0,51	-	0,44	0,45
Fevereiro/01	0,37	0,42	0,65	0,41	0,28	0,32	0,54	-	0,26	0,47	-	0,03	0,12

■ Maiores valores para o índice de diversidade em cada mês amostrado.

Quanto à riqueza de taxa, apresentada na Tabela 9, obteve-se valores entre 0 (nenhum taxa presente) e 12 (estações 2D, 2E e 3E em Maio/00). Em algumas estações a maior diversidade corresponde à maior riqueza, porém em alguns casos isso não ocorreu devido à dominância (numérica) de algum taxa sobre outros, reduzindo o índice de diversidade, embora a riqueza seja alta.

Tabela 9. Riqueza da fauna de macroinvertebrados bentônicos no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) nos meses estudados.

Riqueza	rio												
	Atibaia	1C	1D	1E	2C	2D	2E	3C	3D	3E	4C	4D	4E
Maio/00	8	8	6	3	-	12	12	-	10	12	-	9	7
Agosto/00	9	-	3	-	2	7	10	8	10	-	2	11	6
Novembro/00	5	3	1	-	-	6	4	2	9	8	1	6	6
Fevereiro/01	3	5	7	4	2	4	7	1	3	4	-	2	3

■ Maiores valores de riqueza em cada mês amostrado.

4.4. Análise multivariada de agrupamento (Cluster)

A análise multivariada foi realizada pelo método de Cluster e utilizou-se as seguintes variáveis para se realizar o agrupamento das estações de coleta em cada mês estudado: número total de indivíduos, número de taxa, diversidade de taxa, riqueza de Família, riqueza de gênero e todas as Famílias da Classe Oligochaeta e Insecta, bem como as Classes Gastropoda, Bivalvia e Hirudinea. Outras variáveis como porcentagem de matéria orgânica, areia, silte, argila e nitrogênio orgânico total (NOT) e a concentração de fósforo total no sedimento (PT) também foram submetidas à essa análise.

Através da análise das Figuras 7 e 8, verificou-se a formação de dois grandes grupos, o primeiro formado pelas estações centrais e as margens das estações 1 e 2 e o segundo formado pelo rio Atibaia e as margens das estações 3 e 4. Estes dois grandes grupos são separados devido à diferenças na composição da fauna de macroinvertebrados e também da composição granulométrica e concentração de nutrientes, apresentados no capítulo 1.

Em Maio/00 observa-se que as estações 1C-1D estão agrupadas devido à semelhança existente entre as Famílias de Oligochaeta (Tubificidae e Naididae) presentes em ambas estações, bem como da composição granulométrica e de nutrientes. As estações 3C, 4C e 2C também estão agrupadas devido às características abióticas, isto é, granulometria e nutrientes, já que nesses pontos não foi registrada a presença de organismos bentônicos neste mês.

As estações 2E e 3E são semelhantes quanto à composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos, bem como da composição granulométrica e de nutrientes. Estas estações, juntamente com as estações 3D, 4D, 4E e rio Atibaia, formam um grande grupo com características similares, sobretudo quando se considera as Famílias Chironomidae e Polymitarcyidae e a granulometria das estações.

Em Agosto/00 observa-se a formação de quatro pares similares: 1D-4C, 1C-1E, 3D-4D e rio Atibaia-2E. Em 1D-4C as semelhanças estão na baixa diversidade de taxa e na composição granulométrica e de nutrientes.

No segundo par, 1C-1E, observa-se semelhança somente na composição granulométrica, considerando-se também que a amostra 1C foi perdida (para análise dos organismos) e a amostra 1E possui somente um organismo da Classe Gastropoda, isto é, nenhuma diversidade de taxa. Em 3C-4D a semelhança ocorre em muitas variáveis, tais

como a alta diversidade de taxa, densidade semelhante de organismos das Famílias Tubificidae, Chironomidae e das Classes Gastropoda e Hirudinea, bem como, granulometria e nutrientes. No rio Atibaia e na estação 2E a riqueza de taxa, a densidade da Família Naididae e a granulometria possuem valores similares.

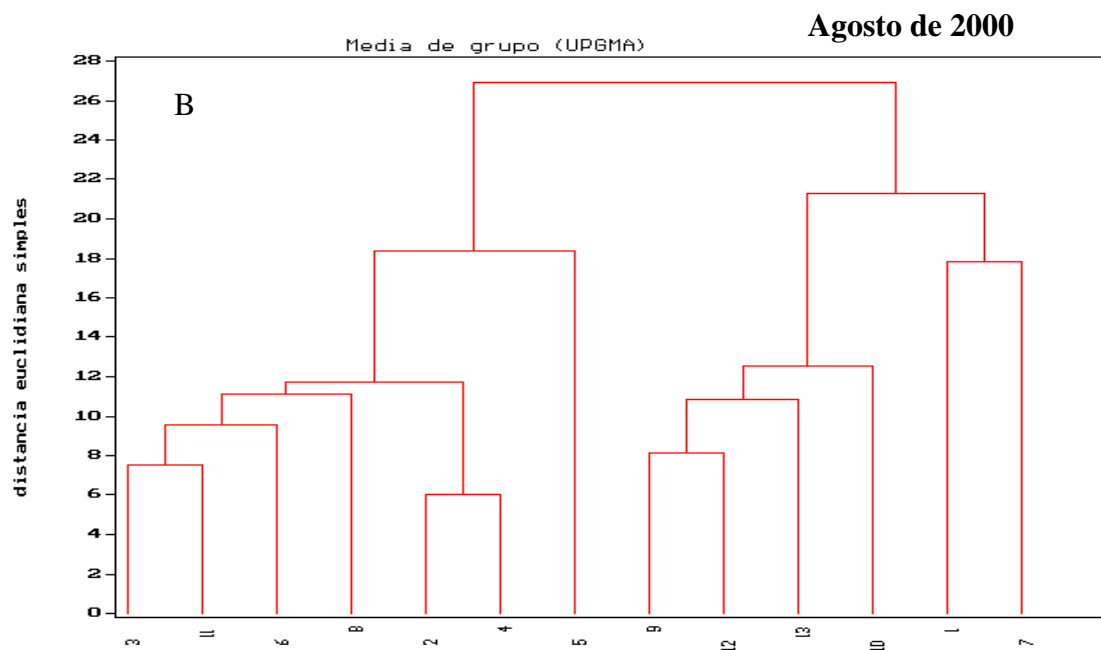
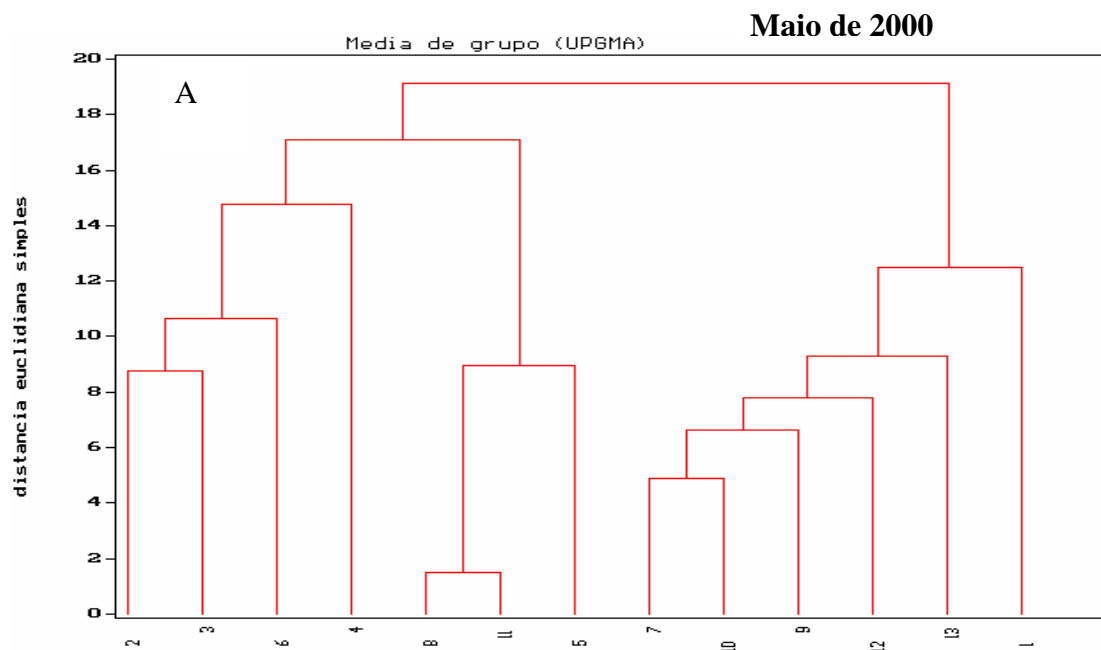
Observa-se em Novembro/00 o agrupamento de cinco pares de estações, sendo que 1D-3C, 1E-2C e 2D-2E agruparam-se devido à semelhanças na granulometria, na concentração de nutrientes e de matéria orgânica, porém nenhuma semelhança foi registrada para a fauna de macroinvertebrados bentônicos. Entretanto, os pares 3D-3E e 4D-4E possuem riqueza de taxa e composição taxonômica similares entre eles.

Em Fevereiro/01 existe agrupamento de cinco pares de estações e somente um par possui semelhança apenas nas variáveis abióticas, isto é, granulometria e matéria orgânica (3D-4D). Os demais pares possuem semelhanças relacionadas com a fauna de macroinvertebrados bentônicos.

Nas estações rio Atibaia e 2C a semelhança encontra-se na baixa riqueza e diversidade, juntamente com valores parecidos de NOT e PT presentes no sedimento dessas estações. O agrupamento 1C-1D possui riqueza, presença da Classe Hirudinea, granulometria e NOT com valores similares.

Em relação ao agrupamento 2D-3E observa-se que a semelhança está na baixa riqueza e na composição granulométrica, bem como nas porcentagens de NOT e matéria orgânica. As estações 2E e 4E possuem semelhanças na composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos quando se considera a Família Polymitarcyidae e a Classe Gastropoda, bem como, granulometria, porcentagem de NOT e matéria orgânica.

Em geral, verificou-se que o maior fator de agrupamento entre as estações em todos os meses estudados é o fator abiótico (granulometria, NOT, PT e matéria orgânica) e não o fator biótico. Isto pode ocorrer devido à distribuição agregada dos taxa de macroinvertebrados bentônicos, o que confere uma distribuição heterogênea ao longo do reservatório.



Legenda:

1- rio	4- 1E	7- 2E	10- 3E	13- 4E
2- 1C	5- 2C	8- 3C	11- 4C	
3- 1D	6- 2D	9- 3D	12- 4D	

Figura 7. Análise Multivariada de Cluster, (A) em Maio de 2000, $rc = 0,84$ e (B) em Agosto de 2000, $rc = 0,86$. Coeficiente de correlação cofenético = $rc > 0,80$, distância Euclidiana simples e UPGMA.

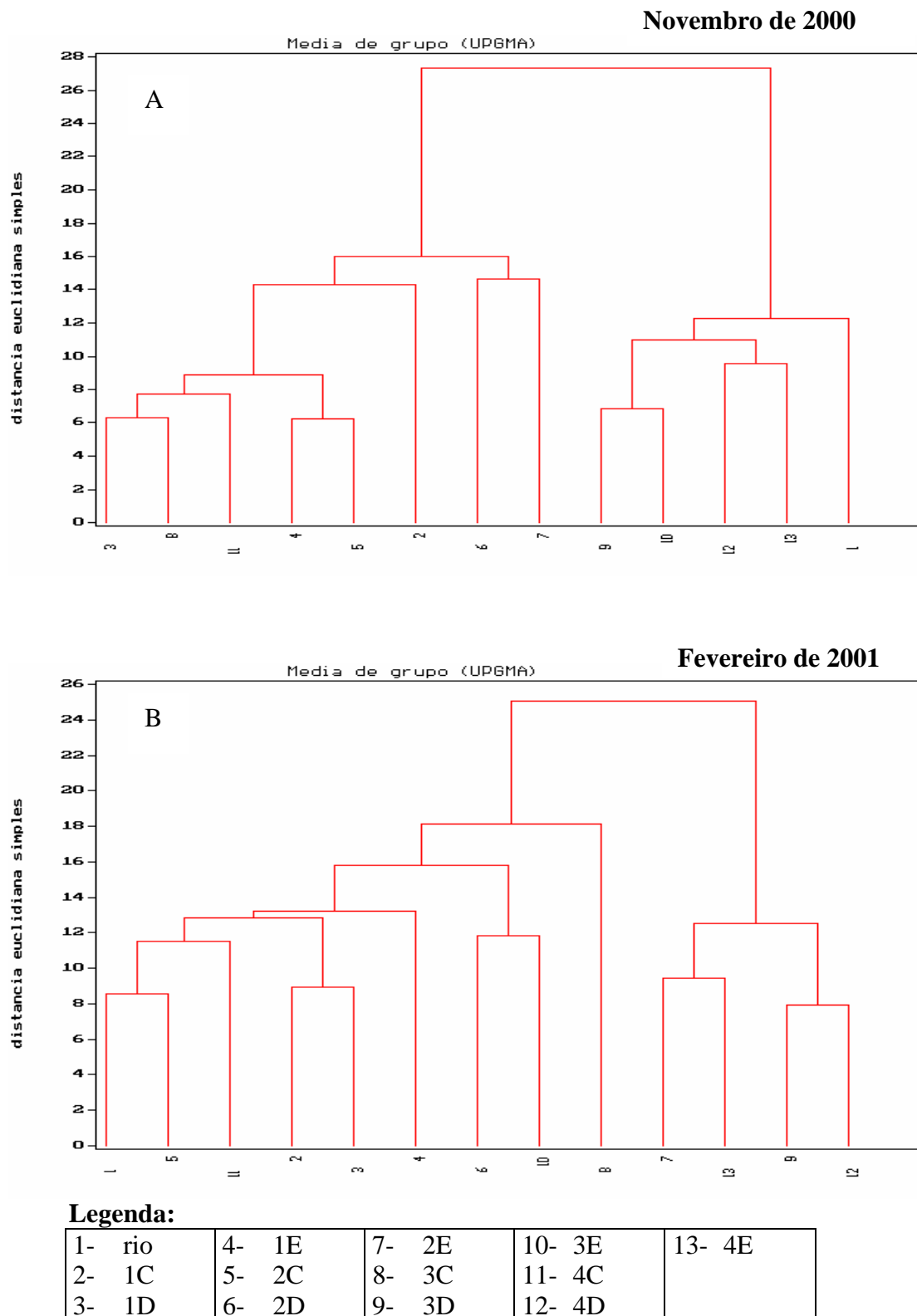


Figura 8. Análise Multivariada de Cluster, (A) em Novembro de 2000, $rc = 0,84$ (B) em Fevereiro de 2001, $rc = 0,86$. Coeficiente de correlação cofenético = $rc > 0,80$, distância Euclidiana simples e UPGMA.

5. DISCUSSÃO

O biomonitoramento com organismos indicadores, principalmente em rios, começou a ser utilizado no início do século XX e, a partir de diversos estudos, os quironomídeos foram inseridos no sistema saprobiótico e passou a possuir uma importante função na classificação biológica de lagos (LINDEGAARD, 1995), bem como os oligoquetos (MCCALL & FISHER, 1980; BRINKHURST & MARCHESI, 1991) e moluscos (MANSUR *et al.*, 1987), entre outros organismos. O biomonitoramento tem progredido consideravelmente nos últimos anos e muitos “handbooks” e “reviews”, considerando diferentes aspectos dos impactos antrópicos em águas doce surgem continuamente (LINDEGAARD, *op. cit.*).

A análise da comunidade bentônica tem sido usada para avaliar as condições dos ecossistemas de águas superficiais e os principais enfoques são a estimativa do estado trófico e o grau de eutrofização cultural (LANG & LANG-DOBLER, 1980; DOUGHERTY & MORGAN, 1991), considerando-se que a composição da comunidade é resultante dos eventos de mudanças nos processos de reprodução e a sobrevivência das diferentes espécies é provavelmente determinada por processos seletivos (SAVAGE, 2000), como a entrada de qualquer tipo de contaminante que irá selecionar as espécies mais resistentes.

Quando se considera a comunidade bentônica, a aplicação de índices de diversidade e riqueza, bem como análise de agrupamento (Cluster), tornam-se ferramentas fundamentais para a avaliação ambiental. No reservatório de Salto Grande (Americana, SP), os índices de diversidade e riqueza de taxa foram muito baixos, possivelmente devido ao processo de eutrofização pelo qual o reservatório tem passado nos últimos 20 anos. Na análise de Cluster verificou-se agrupamentos entre as estações marginais (substratos mais arenosos) e entre as estações centrais (substrato silte-argilosos). Além disso, observou-se que algumas famílias, como Naididae e Polymitarcyidae, possuem maior afinidade ao substrato arenoso.

O presente estudo foi realizado considerando-se a composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e para um melhor entendimento dos resultados obtidos optou-se por discutir cada grande grupo separadamente. Sendo assim, a discussão será dividida em Classe Hirudinea, Classe Oligochaeta, Classe Insecta e Filo Mollusca.

➤ Classe Hirudinea

Segundo MYSLINSKI & GINSBURG (1977) os hirudíneos (ou sanguessugas) são importantes indicadores de poluição, sendo favorecidos em ambientes com altos teores de poluentes orgânicos. Outra característica importante é que esses organismos não são encontrados em água com pH abaixo de 5,5 (DOUGHERTY & MORGAN, 1991). Alguns hirudíneos são ectoparasitas e consomem de modo intermitente todo o sangue e outros fluidos corpóreos dos vertebrados, enquanto outros são predadores de invertebrados, consumindo as presas inteiras (WETZEL, 1993).

No presente estudo os indivíduos dessa classe não foram identificados em níveis mais específicos, referindo-se apenas ao número total de indivíduos sem considerar o gênero ou espécie do mesmo. Observou-se que, como mencionado por PAMPLIN (1999), esses organismos foram mais representativos no rio Atibaia do que no corpo do reservatório, embora apresentem alguma preferência por ambientes com pouca correnteza. Segundo PAMPLIN (*op. cit.*), as espécies encontradas nesse sistema são todas predadoras (*Helobdella stagnalis*, *H. brasiliensis* e *Gloiobdella obscura*), alimentando-se, preferencialmente, de quironomídeos e oligoquetos.

➤ Classe Oligochaeta

As espécies de oligoquetos de água doce vivem em todos os tipos de habitat, mas são mais abundantes em águas rasas, apesar de várias famílias terem representantes em lagos profundos. A abundância de diferentes espécies de oligoquetos aquáticos pode servir como indicação da poluição da água (BARNES, 1995).

Em estudo realizado por TIMM (1980) foi observado a existência de 15 espécies cosmopolitas e entre elas *Limnodrillus hoffemeisteri* e *Branchiura sowerbyi*, que foram encontradas no presente estudo, com uma grande participação em termos de densidade populacional no reservatório de Salto Grande (Americana, SP).

Dentre as espécies registradas no reservatório, *L. hoffemeisteri* é a que possui o maior número de estudos (PODDUBNAYA, 1980; KASPRZAK, 1980; MILBRINK, 1980; MARCHESE, 1987, entre outros), pois se trata de uma espécie que ocorre em corpos d'água de diferentes origens e estados tróficos devido à sua habilidade de se ajustar às mudanças das condições ambientais, principalmente concentrações de oxigênio dissolvido e quantidades de matéria orgânica. As populações dessa espécie podem ser

alteradas devido às mudanças no ambiente, como temperatura e matéria orgânica, que resultam em variações no tempo, duração e intensidade da reprodução e causam transformações na estrutura e produtividade dessas populações (PODDUBNAYA, 1980).

Segundo WIEDERHOLM (1980), algumas espécies tolerantes de oligoquetos, como *L. hoffmeisteri*, tendem a aumentar sua abundância relativa em relação aos quironomídeos sob condições de enriquecimento de nutrientes ou poluição específica. Desta forma, a medida que vai aumentando a poluição orgânica de lagos e cursos d'água, vai-se tornando mais freqüente encontrar em abundância os oligoquetos da família Tubificidae (BRINKHURST & COOK, 1974 *apud* WETZEL, 1993 e MILBRINK, 1980). Muito relacionada com este enriquecimento orgânico está a redução aguda ou mesmo a eliminação de oxigênio dissolvido, que é letal para a maioria dos animais bentônicos. O número de espécies de tubificídeos diminui também com a produtividade mais elevada e o aumento da poluição orgânica. No entanto, se houver uma disponibilidade periódica de oxigênio dissolvido e não houver acúmulo dos produtos tóxicos do metabolismo anaeróbico, a combinação da riqueza de alimentos, com o fato de estarem livres da competição com outros animais bentônicos, permite a estes organismos um desenvolvimento rápido (WETZEL, 1993).

No reservatório de Salto Grande (Americana, SP) observou-se a predominância, em densidade, de organismos da família Tubificidae, o que provavelmente pode estar relacionado aos fatores acima mencionados. Os organismos da família Tubificidae não são apenas agentes passivos das condições ambientais, mas também participam ativamente em alguns processos bioquímicos alterando variáveis máster como potencial redox e pH, com interferência no fluxo de materiais através da interface água-sedimento por meio de seu hábito de escavar o sedimento (para se alimentar), o que gera numerosas tocas nos 10 primeiros centímetros do mesmo e, desse modo, produz uma ligação entre dois distintos regimes bioquímicos: um oxidado e um reduzido (MCCALL & FISHER, 1980).

Outra espécie bem representada no reservatório foi *Branchiura sowerbyi* (Tubificidae), que é indicadora de águas poluídas organicamente e quentes (SANG, 1987). Tendo como parâmetro a temperatura da água, observou-se que em Agosto/00 foram registradas as menores temperaturas da água do reservatório e, possivelmente devido à isso, as menores densidades dessa espécie.

Houve uma grande diferença na participação da família Naididae, tanto em número de indivíduos quanto em número de gêneros, quando comparado com o estudo

realizado por PAMPLIN (1999), já que esse autor encontrou somente um gênero, *Dero* (*Aulophorus*) *sp*, e no presente trabalho foram identificados quatro gêneros e um subgênero. Não se encontrou nenhuma explicação para essa diferença, apenas considerou-se a distribuição heterogênea e agregada desses organismos, dificultando a realização de amostragens mais homogêneas. Sabe-se também que a atividade de migração desses organismos no sedimento é muito lenta e somente algumas espécies com capacidade natatória, como alguns Naididae, conseguem se distribuir mais rapidamente no ambiente (TIMM, 1980), o que torna mais difícil a realização de amostragens similares.

Nas regiões mais profundas do reservatório de Salto Grande (Americana, SP), correspondendo às estações centrais (2C, 3C e 4C), não se observou a existência de uma população em grande número de indivíduos ou espécies de oligoquetos, sendo que em geral houve ausência desses organismos, exceto na estação 3C, em Agosto/00. Segundo NEWRKL & WIJEGONAWARDANA (1987), isto pode ocorrer porque nas regiões mais profundas dos lagos a fauna bentônica é dependente do suprimento de alimento que chegam via sedimentação da matéria orgânica de origem alóctone ou autóctone. Como a concentração de matéria orgânica aumenta, as condições nutricionais podem melhorar, mas, simultaneamente, processos de decomposição podem causar a depleção de oxigênio no sedimento e próximo à ele, reduzindo a fauna ou mesmo impedindo o desenvolvimento de qualquer organismo.

A qualidade da água, além de afetar a composição da comunidade, pode afetar individualmente os organismos. No caso dos oligoquetos, alterações na conformação das cerdas podem ser verificadas em ambientes altamente poluídos (KASPRZAK, 1980) e essas modificações têm feito com que taxonomistas façam revisões de algumas espécies (BRINKHURST & MARCHESE, 1991).

➤ **Classe Insecta**

A grande diversidade ecológica das espécies de Chironomidae (Diptera) tem sido explorada de diferentes maneiras para a avaliação das mudanças ambientais. A avaliação da qualidade da água tem sempre relacionado o uso de espécies indicadoras dessa família. Porém, essa ferramenta deve ser empregada com cuidado, evitando-se usos inadequados e os erros de interpretação, principalmente devido às dificuldades de amostragem (devido à distribuição agregada), à falta do conhecimento das exigências

ambientais e tolerâncias de cada espécie indicadora (COFFMAN, 1995), bem como a escassa literatura e dificuldades de identificação em nível de espécies nas regiões tropicais.

A fauna de Chironomidae tem sido utilizada como indicadora de poluição química de origem industrial ou agrícola, de radioatividade ou de acidificação, mas o principal uso tem sido realizado no monitoramento das condições tróficas dos corpos d'água (AAGAARD, 1986). Os principais fatores que determinam a composição da fauna de Chironomidae no sedimento de lagos são a interação entre a qualidade e quantidade de alimento e as condições da concentração de oxigênio dissolvido (LINDEGAARD, 1995).

Essas larvas possuem tubos respiratórios no final do abdome que realizam movimentos e facilitam a compensação da microestratificação de oxigênio que ocorre nos lagos eutróficos, na interface água-sedimento. Além disso, podem manter alto o nível de oxigênio mesmo com o decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido devido à presença de hemoglobina, sendo capazes de sobreviver muitos meses sem oxigênio por metabolismo anaeróbico combinando com período de dormência (LINDEGAARD, *op. cit.*).

Comparando-se o presente trabalho com os trabalhos realizados anteriormente, verifica-se que as principais diferenças ocorreram na composição da fauna de Chironomidae, sendo que a diferença mais acentuada é em relação ao trabalho realizado por SHIMIZU (1978). De acordo com a Tabela 10, observa-se que em 1978 havia 16 gêneros de Chironomidae que foram substituídos por cinco gêneros em 1999, sendo que somente *A. annulata* esteve presente em todos os estudos considerados. Verificou-se um maior número de gêneros (nove) no presente estudo do que naquele realizado por PAMPLIN (1999), o que deve ter ocorrido devido à dificuldade de amostragem dessa fauna que possui distribuição agregada. PAMPLIN (*op. cit.*) também menciona que em 1986, em trabalho realizado por VALENTI & FROELICH, o número de gêneros de Chironomidae nesse reservatório já havia sido reduzido para 10 em relação ao trabalho de SHIMIZU (*op. cit.*)

Tabela 10. Análise temporal dos gêneros de Chironomidae encontrados no reservatório de Salto Grande (Americana, SP).

SHIMIZU, 1978	PAMPLIN, 1999	Presente estudo
Tanypodinae	Tanypodinae	Tanypodinae
Tanypodini	Tanypodini	
<i>Pelopiini I</i> <i>Tanypus punctipennis</i>	<i>Tanypus stellatus</i>	
Pentaneurini	Pentaneurini	Pentaneurini
<i>Pentaneurini I</i> <i>Pentaneurini II</i> <i>Ablabesmyia</i>	<i>Ablabesmyia annulata</i>	<i>Ablabesmyia annulata</i>
Macropelopiini		
<i>Procladius</i> <i>Anatopynia</i>		
Chironominae	Chironominae	Chironominae
Chironomini	Chironomini	Chironomini
<i>Chironomini I</i> <i>Chironomus plumosus</i> <i>Chironomus thumi</i> <i>Cryptochironomus</i> <i>Parachironomus</i> <i>Paracladopelma</i> <i>Paralauterborniella</i> <i>Polypedillum</i>	<i>Aedokritus sp</i> <i>Chironomus gr decorus</i> <i>Goeldichironomus pictus</i> <i>Polypedillum</i>	<i>Aedokritus sp</i> <i>Chironomus gr decorus</i> <i>Chironomus sp</i> <i>Cryptochironomus sp1</i> <i>Goeldichironomus pictus</i> <i>Harnishia sp2</i> <i>Shaeteria</i> <i>Zavreliella</i>
Tanytarsini		
<i>Tanytarsus</i>		

Observou-se, portanto, que possivelmente devido ao intenso processo de eutrofização, houve alteração na composição de gêneros e espécies ao longo do tempo, que, isto é, ocorreu substituição de espécies menos tolerantes por espécies com maior tolerância à poluição (orgânica ou inorgânica).

Vários estudos mencionados por LINDEGAARD (1995) reportam a grande redução no número de taxa de quironomídeos em ambientes poluídos por metais pesados, como é o caso do sedimento desse reservatório.

Uma variável não analisada nesse estudo, mas de grande importância, é a presença de deformidades, sendo que diversas pesquisas têm mostrado uma correlação entre a incidência dessas deformidades nos quironomídeos (especialmente das partes da cápsula cefálica – mento, mandíbulas e antenas) e o grau de contaminação do sedimento, mas a correlação é apenas qualitativa (LINDEGAARD, 1995, MEREGALLI *et al*, 2000; WILLIAMS *et al*, 2001). Outros estudos demonstram que um aumento na exposição aos contaminantes não resulta, necessariamente, em alta incidência de

deformidades. Esta relação inversa pode ser resultante da redução na sobrevivência das larvas deformadas (WARWICK, 1985 E DERMOTT, 1991 *apud* LINDGAARD, 1995).

Apesar do fato de que lagos eutróficos possuem caracteristicamente uma grande concentração de fósforo total, o que promove o crescimento de microorganismos e macrófitas, oferecendo alimento e abrigo para as larvas de quironomídeos (BROOKS *et al.*, *op. cit.*), o estágio avançado da eutrofização do reservatório em estudo fez com que a fauna de Chironomidae fosse reduzida, quando comparada ao estudo de SHIMIZU (1978), devido ao desencadeamento de outros processos associados ao grande aporte de nutrientes, como, por exemplo, a redução na concentração de oxigênio dissolvido decorrente da decomposição da matéria orgânica, ou ainda, devido ao aporte contínuo de diversos metais.

DAVIES (1980 *apud* ROSENBERG, 1992), em estudo realizado em alguns lagos de Ontário (Canadá), verificou que pequenos Chironomidae foram característicos de lagos oligotróficos, enquanto grandes indivíduos foram característicos de lagos eutróficos. No reservatório em estudo, por meio de observação visual, verificou-se que os organismos, principalmente *Chironomus gr. decorus* (Chironomidae) e *B. sowerbyi* (Tubificidae), apresentaram um grande tamanho atingindo aproximadamente três e dez centímetros, respectivamente.

Outra família registrada no reservatório é Chaoboridae (Diptera), sendo representada apenas pelo gênero *Chaoborus* sp. Esses organismos permanecem no fundo durante o período diurno (TAKEDA *et al.*, 1990) e possuem migração para a coluna d'água à noite quando a pressão de predação pelos peixes é menor (VOSS & MUMM, 1999). Segundo WETZEL (1993), essa migração ocorre devido ao hábito alimentar desses organismos, que são predadores de zooplâncton, mas que podem se alimentar também de pequenos animais bentônicos. Além da função nutricional, esta atividade migratória é essencial quando as condições de oxigênio dissolvido no hipolímnio encontram-se insatisfatórias, pois esses organismos podem se deslocar aos estratos superiores para suprir a carência de oxigênio. No reservatório, esses organismos foram registrados apenas nas estações centrais (2C, 3C e 4C), em Agosto/00.

A família Ceratopogonidae (Diptera), representada pelo gênero *Culicoides* sp, esteve presente em algumas estações marginais, nas quais a presença de bancos de macrófitas (*Brachiaria arrecta*, *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*) foi acentuada, podendo-se inferir que essa família pode ser encontrada associada à macrófitas aquáticas, como em estudo realizado por DORNFELD (1999), que encontrou grande

densidade desses organismos (cerca de 1860 ind.m⁻²) associados à rizosfera de *Salvinia* sp.

A família Gomphidae (Odonata) também foi registrada próximo ao banco de macrófitas e por observação visual verificou-se a existência de muitos adultos de Odonata nas estações 4D e 4E, possivelmente devido à associação de organismos dessa ordem com macrófitas.

PAMPLIN (1999) ressalta a acentuada presença de indivíduos da família Polymitarcyidae (Ephemeroptera), representada pelo gênero *Campsurus* sp, no reservatório de Salto Grande (Americana, SP). No presente estudo estes organismos foram registrados essencialmente nas estações marginais (2D, 2E, 3D, 3E, 4D e 4E), caracterizadas por possuírem substrato arenoso, o que favorece o desenvolvimento de algas perifíticas e outros microorganismos nas partículas desse substrato, servindo de alimento para muitos organismos filtradores-coletores, como os efemerópteros.

➤ **Filo Mollusca**

Os moluscos de água doce podem ser divididos em dois grupos distintos, Gastropoda e Bivalvia, sendo Gastropoda a classe com maior densidade de organismos devido à presença acentuada de *Melanoides tuberculata* (Thiaridae) no sedimento do reservatório de Salto Grande (Americana, SP).

Em relação à classe Bivalvia têm-se duas famílias representadas por *Corbicula fluminea* (Corbiculidae) e *Anodontites trapesialis* (Mycetopodidae). Segundo MANSUR *et al* (1987) esses moluscos são sensíveis à poluição orgânica e química, à eutrofização e colmatção do ambiente. Além disso, possuem crescimento relativamente lento e geralmente não voltam a ocupar ambientes anteriormente perturbados. *C. fluminea* é uma espécie exótica que foi introduzida nas bacias do estado do Rio Grande do Sul e devido a sua rápida capacidade de multiplicação e densidade populacional relativamente alta tem afastado as espécies nativas. Segundo SANG (1987), em estudo realizado no Pearl River (China) a espécie *C. fluminea*, predominante no sistema, tem sido substituída por espécies de oligoquetos. Esta relação pode estar ocorrendo no reservatório de Salto Grande (Americana, SP), sendo também associada ao grau de poluição do ambiente. Embora tenha sido coletada apenas a concha de *A. trapesialis*, deve-se mencionar que esta espécie foi estudada no rio Tietê (SP) por HEBLING (1976),

que descreveu a espécie como sendo característica de águas calmas, encontrando-se os exemplares enterrados em substratos arenosos ou silte-argilosos, corroborando o fato da espécie ter sido coletada na estação 2E, que possui o substrato arenoso (areia fina à média, como mostrado no capítulo 1).

Em 1999, PAMPLIN realizou um estudo no mesmo reservatório e concluiu que as famílias Ancyliidae e Planorbidae (Gastropoda) e Sphaeridae (Bivalvia), presentes em estudos anteriores (ROCHA, 1972 e SHIMIZU, 1978), haviam desaparecido. Porém, no presente estudo observou-se a presença dessas duas famílias de Gastropoda e outras que não haviam sido citadas nos estudos anteriores como Lymnaeidae (Gastropoda) e Corbiculidae e Mycetopodidae (Bivalvia), fato que pode ser justificado devido à distribuição agregada desses organismos, o que pode aumentar os erros de amostragens. Aliado a isso, existe o fato de que *M. tuberculata*, espécie exótica euro-asiática, foi introduzida e se encontra espalhada por todas as bacias sul-americanas, sendo uma espécie competidora natural de vários moluscos, especialmente os vetores da esquistossomose, o que pode ter ocasionado a redução numérica ou desaparecimento de outras espécies mediante mecanismos competitivos.

As famílias Ancyliidae, Lymnaeidae e Planorbidae pertencem à sub-classe Pulmonata, cujos representantes, em geral, podem existir em águas em condições anaeróbicas devido à sua capacidade de utilizar o oxigênio atmosférico para a respiração. Porém, as famílias citadas são pertencentes ao grupo que readquiriu o hábito verdadeiramente aquático utilizando pseudobrânquias para sua atividade respiratória (BARNES, 1995). Vários fatores podem ter contribuído para a diminuição no número de indivíduos das famílias Ancyliidae e Planorbidae no reservatório de Salto Grande (Americana, SP), tais como, a redução na concentração de oxigênio dissolvido, a competição com *M. tuberculata*, o aumento da eutrofização, bem como da poluição inorgânica. Os exemplares de Ancyliidae estiveram presentes predominantemente no rio Atibaia, o que pode ser explicado pela característica desses organismos em habitar zonas de águas correntes (SOUZA & LIMA, 1990; BARNES, 1995). A família Planorbidae, representada pelo gênero *Drepanotrema* sp, foi registrada somente na estação 2D em Agosto/00. A espécie *Lymnaea columella* (Lymnaeidae) pode ser encontrada em águas de curso lento e, assim como Ancyliidae e Planorbidae (*Drepanotrema* sp), ocorrem em todo o território brasileiro, com exceção de algumas espécies de *Drepanotrema* sp, restritas ao Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul (*D. heloicum* e *D. kermatoides*) e à Bahia e Minas Gerais (*D. pileatum*) (SOUZA & LIMA, 1990). Representantes da família

Lymnaeidae são hospedeiros intermediários de trematódeos parasitas do fígado, *Fasciola hepatica*, de grande importância econômica em áreas com criação de bovinos, ovinos, eqüinos e caprinos, já que o parasita faz desses animais, e inclusive o homem, seus hospedeiros definitivos (SOUZA & LIMA, *op. cit.*).

6. CONCLUSÃO

➤ A composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos tem passado por mudanças em função das alterações no estado trófico do reservatório de Salto Grande (Americana, SP);

➤ A poluição inorgânica (industrial) e orgânica pode ter contribuído para diminuição no número de indivíduos e no número de espécies presentes ou mesmo a eliminação total de organismos em algumas estações com características de degradação ambiental mais acentuada;

➤ Os índices de diversidade e riqueza apontam para uma comunidade pouco diversa e pobre em número de taxa;

➤ Houve predominância de organismos da classe Oligochaeta, especialmente da família Tubificidae, que são indicadores de poluição orgânica;

➤ Há predominância nas estações centrais do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) de organismos pertencentes à Classe Oligochaeta (Filo Annelida); nas regiões marginais há uma fauna mais diversa composta pela Classe Oligochaeta (Filo Annelida), Filo Mollusca e Ordem Ephemeroptera (Classe Insecta, Filo Arthropoda) e a fauna do rio Atibaia é formada, predominantemente, pelas Classes Hirudinea e Oligochaeta (Annelida);

➤ Não houve predominância de organismos da Família Chironomidae em nenhuma estação amostrada, o que provavelmente ocorre devido ao intenso processo de eutrofização e poluição por metais. Essa família parece estar sendo substituída por organismos da Classe Oligochaeta, que parecem ser mais tolerantes aos diversos tipos de poluição.

➤ A introdução da espécie *Melanoides tuberculata* pode ter interferido na composição da fauna de moluscos, já que esta foi a espécie predominante e que se trata de uma espécie competidora com outros moluscos e,

➤ Existe grande dificuldade nas amostragens desses organismos devido à distribuição heterogênea (preferência a diferentes tipos de substratos) e agregada das espécies, o que dificulta as comparações com estudos realizados anteriormente.

7. BIBLIOGRAFIA

- AAGAARD, K. (1986). The chironomid fauna of North Norwegian lakes, with a discussion on methods of community classification. **Holarctic Ecology**, **9**: 1-12.
- BARNES, R.D. (1995). **Zoologia dos Invertebrados**. 4.ed. ROCA.1177p.
- BRINKHURST, R.O. & MARCHESI, M.R. (1991). **Guia Para la Identificaciona de Oligoquetos Acuaticos Continentales de Sud y Centroamerica**. 207p. Colección Cimas, n^o 6 – Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, Santo Tomé, Argentina.
- BROOKS, S.J.; BENNION, H.; BIRKS, J.B. (2001). Tracing lake trophic history with a chironomid-total phosphorus inference model. **Freshwater Biology**, v.46. p.513-533.
- CAIRNS, JR, J., DICKSON, K.L. (1971). A simple method for the biological assessment of the effects of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organism. **J. WPCF**, p. 755-772.
- COFFMAN, W.P. (1995). Conclusions - Ecological diversity of the Chironomidae, p.436-447. In: ARMITAGE, P.D., CRANSTON, P.S., PINDER, L.C.V., eds. **The CHIRONOMIDAE: biology and ecology of non-biting midges**. Chapman & Hall, 572p..
- CRANSTON, P.S. (1995). Introduction. In: ARMITAGE, P.D., CRANSTON, P.S., PINDER, L.C.V., eds. **The CHIRONOMIDAE: biology and ecology of non-biting midges**. Chapman & Hall, p.1-7.
- DORNFELD, C.B. (1999). **Comunidade de macroinvertebrados fitófilos associados à *Salvinia sp* e *Myriophyllum sp* num reservatório no Parque Ecológico Dr. Antônio Teixeira Vianna, São Carlos, SP**. Monografia (Graduação). CCBS/UFSCar, 41p.
- DOUGHERTY, J.E.; MORGAN, M.D. (1991). Benthic community response (primarily Chironomidae) to nutrient enrichment and alkalization in shallow, soft water humic lakes. **Hydrobiologia**, v.215. p. 73-82.
- EPLER, J.H. (1995). **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida**. Florida: DER, 302p. (Final Report, SP251).
- EXTENCE, C.A.; FERGUNSON, A.J.D. (1989). Aquatic invertebrate surveys as a water quality management tool in the Anglian water region. **Research & Management**, v.4. p. 139-146.
- GUERESCHI, R.M. & MELÃO, M.G.G. (1998). Monitoramento Biológico da Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho pelo uso de Macroinvertebrados Bentônicos. VIII SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, São Carlos. **Anais**. São Paulo. vol. III, p.1199-1216, PPG-ERN, UFSCar.
- HEBLING, N.J. (1976). The functional morphology of *Anodontites trapezeus* (Spix) and *Anodontites trapesialis* (Lamarck), (Bivalvia: Mycetopodidae). **Bolm. Zool., Univ. S. Paulo**. p.265-277.

- JEFREY, D.W. (1987). Biomonitoring of freshwaters, estuaries and shallow seas: a commentary on requirements for environmental quality control. In: YASUNO, M.; WHITTON, B.A., eds. **Biological Monitoring of Environmental Pollution**. Tokyo, (Proceeding of the fourth IUBS.) Tokai University Press, p.75-90.
- JÓNASSON, P.M. (1972). Bottom fauna and eutrophication. In: **Eutrophication: causes, consequences and correctives**. National Academy of Sciences. p. 274-305.
- KASPRZAK, K. (1980). Oligochaeta community structure and function in agricultural landscapes. In: BRINKHURS, R.O. & COOK, D.G., eds. **Aquatic Oligochaete Biology**. Plenum Press, New York . p. 411-432
- KAWAI, K. *et al.* (1989). Usefulness of chironomidae larvae as indicators of water quality. **Jpn. J. Sanit. Zool.**, v.40, n.4, p.269-283
- KREBS, C.J. (1999). **Ecological methodology**. 2. ed. Addison-Welsey Educational Publishers, Inc., 620p.
- LANG, C.; LANG-DOBLER, B. (1980). Structure of Tubificid and Lumbricid worm communities and three indices of trophy based upon these communities, as descriptors of eutrophication level of lake Geneva (Switzerland). In: BRINKHURS, R.O. & COOK, D.G., eds. **Aquatic Oligochaete Biology**. Plenum Press, New York. p. 457-470.
- LIND, O.T.; TERRELL, T.T.; KIMMEL, B.L. (1993). Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management. In: STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G.; DUNCAN, A., eds. **Comparative reservoir limnology and water quality**. p. 57-67
- LINDEGAARD, C. (1995). Classification of water-bodies and pollution, p.385-404. 447. In: ARMITAGE, P.D., CRANSTON, P.S., PINDER, L.C.V. **The CHIRONOMIDAE: biology and ecology of non-biting midges**. Chapman & Hall, 572p..
- MANDAVILLE, S.M. (2000). **Bioassessments of Freshwaters using Benthic Macroinvertebrates - a Primer**. <http://www.chebucto.ns.ca/Science/SWCS/SWCS.html>.
- MANSUR, M.C.D.; SCHULZ, C.; GARCES, L.M.M.P. (1987). Moluscos bivalves de água doce: identificação dos gêneros do sul e leste do Brasil. **Acta Biol. Leopoldensia**. v.2. p. 181-202.
- MARCHESE, M.R. (1987). The ecology of some benthic oligochaeta from Paraná River. In: BRINKHURST, O.R. & DIAZ, R.J., eds. **Developments in hydrobiologia - Aquatic Oligochaeta**, Dr W. Junk Publishers. p. 209-214.
- McCAFFERTY, W.P. (1981). **Aquatic Entomology: the Fishermen's and Ecologists' illustrated guide to insects and their relatives**. Jones and Bartlett Publishers, Inc. Boston, 448p.

- McCALL, P.L.; FISHER, J.B. (1980). Affects of Tubificid oligochaetes on physical and chemical properties of Lake Erie sediments. In: BRINKHURS, R.O. & COOK, D.G., eds. **Aquatic Oligochaete Biology**. Plenum Press, New York, p. 253-318.
- MEREGALLI, G.; VERMEULEN, A.C.; OLLEVIER, F. (2000). The use of Chironomid deformation in an in situ test for sediment toxicity. **Ecotox. Environ.Saf.** v.47. p. 231-238.
- MERRITT, R., CUMMINS, K. (1988). **An introduction to the aquatic insects os North America**. 2.ed. Kendall hunt Publishing, 360p.
- MILBRINK, G. (1980). Oligochaete communities in pollution biology: the European situation with special reference to lakes in Scandinavia. In: BRINKHURS, R.O. & COOK, D.G., eds. **Aquatic Oligochaete Biology**. Plenum Press, New York, p. 433-456.
- MODDE, T., DREWES, H.G. (1990). Comparison of biotic index values for invertebrate collections from natural and artificial substrates. **Freshwater Biology**. n. 23, p. 171-180.
- MYSLINSKI, E.; GINSBURG, W. (1977). Macroinvertebrates as indicator of pollution. **Journal AWWA-Water Technology/Quality**. p. 538-544.
- NEWKLA, P.; WIJEGONAWARDANA, N. (1987). Vertical distribution and abundance of benthic invertebrates in profundal sediments of Mondsee, with special reference to oligochaetes. In: BRINKHURST, O.R. & DIAZ, R.J., eds. **Developments in hydrobiologia - Aquatic Oligochaeta**,. Dr W. Junk Publishers, p. 227-234.
- PAMPLIN, P.A.Z. (1999). **Avaliação da qualidade ambiental da represa de Americana (SP-BRASIL) com ênfase no estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e parâmetros ecotoxicológicos**. São Carlos. 88p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.
- PODDUBNAYA, T.L. (1980). Cycles of mass species of Tubificidae, In: BRINKHURS, R.O. & COOK, D.G., eds. **Aquatic Oligochaete Biology**. Plenum Press, New York, p. 175-184.
- ROBERTO, S., ABREU, R.M. (1991). **Utilidade dos indicadores de qualidade das águas. Ambiente**. v.5, n.1.
- ROCHA, A.A. (1972). Estudo sobre a fauna bentônica da represa de Americana no Estado de São Paulo. São Paulo, 65p. Dissertação (mestrado). Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo.
- ROSENBERG, D.M. (1992). Freshwater Biomonitoring and Chironomidae. **Netherlands Journal of aquatic ecology**. v.26. p. 101-122
- ROSENBERG, D.M., RESH, V.H. (1993). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 488p.
- SANG, Q. (1987). Some ecological aspects of aquatic oligochaetes in the Lower Pearl River (People's Republic of China). IN: BRINKHURST, O.R. & DIAZ, R.J., eds. **Developments in hydrobiologia - Aquatic Oligochaeta**, Dr W. Junk Publishers, p. 199-208

- SAVAGE, A.A. (2000). Community structure during a 27-year study of the macroinvertebrate fauna of a chemically unstable lake. **Hydrobiologia**, v.421. p. 115-127.
- SHIMIZU, G.Y. (1978). **Represa de Americana: aspectos do bentos litoral**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo. 148p.
- SOUZA, C.P.; LIMA, L.C. (1990). **Moluscos de interesse parasitológico do Brasil**. Série de esquistossomose. FIOCRUZ/CPqRR, 76p.
- TAKEDA, A.M.; SHIMIZU, G.Y.; HIGUTI, J. (1990). Zoobentos de uma lagoa marginal (lagoa Fechada, rio Baia, Alto Paraná, PR). **Ciência e Cultura**. v.42. p. 1003-1007.
- TIMM, T. (1980). Distribution of Aquatic Oligochaetes. In: BRINKHURST, O.R. & DIAZ, R.J., eds. **Developments in hydrobiologia - Aquatic Oligochaeta**, Dr W. Junk Publishers, p. 55-78.
- TRIVINHO-STRIXINO, S., STRIXINO, G. (1995). **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros**. São Carlos, PPG-ERN/UFSCar, 229p.
- VALDOVINOS, C. & FIGUEROA, R. (2000). Benthic community metabolism and trophic conditions of four South American lakes. **Hydrobiologia**. v.429. p. 151-156.
- VOSS, S.; MUMM, H. (1999). Where to stay by night and day: size-specific and seasonal differences in horizontal and vertical distribution of *Chaoborus flavicans* larvae. **Freshwater Biology**, v.42. p. 201-213.
- WETZEL, R.G. (1993). **Limnologia**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 919p.
- WIEDERHOLM, T. (1980). Use of benthos in lake monitoring. **Journal WPCF**. v. 52. p. 537-547.
- WILLIAMS, D.D.; NESTEROVITCH, A.I.; TAVARES, A.F.; MUZZATTI, E.G. (2001). Morphological deformities occurring in Belarusian chironomids (Diptera: Chironomidae) subsequent to the Chernobyl nuclear disaster. **Freshwater Biology**. v.46. p. 503-512