



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**COMUNIDADES PLANCTÔNICAS E QUALIDADE DA ÁGUA EM  
RESERVATÓRIOS TROPICAIS URBANOS COM DIFERENTES  
GRAUS DE TROFIA**

**VIVIANE LÚCIA DOS SANTOS ALMEIDA**

**SÃO CARLOS, SP**

**2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**COMUNIDADES PLANCTÔNICAS E QUALIDADE DA ÁGUA EM  
RESERVATÓRIOS TROPICAIS URBANOS COM DIFERENTES  
GRAUS DE TROFIA**

**VIVIANE LÚCIA DOS SANTOS ALMEIDA**

**Tese de doutorado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e  
Recursos Naturais da Universidade Federal  
de São Carlos, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Ecologia e  
Recursos Naturais.**

**SÃO CARLOS, SP**

**2011**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

A447cp

Almeida, Viviane Lúcia dos Santos.

Comunidades planctônicas e qualidade da água em reservatórios tropicais urbanos com diferentes graus de trofia / Viviane Lúcia dos Santos Almeida. -- São Carlos : UFSCar, 2011.

121 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Limnologia. 2. Diversidade biológica. 3. Fitoplâncton. 4. Zooplâncton. 5. Estado trófico. I. Título.

CDD: 574.52632 (20<sup>a</sup>)

**Viviane Lúcia dos Santos Almeida**

**Comunidades planctônicas e qualidade da água em reservatórios tropicais urbanos  
com diferentes graus de trofia**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Aprovada em 25 de fevereiro de 2011**

**BANCA EXAMINADORA**

- Presidente *Maria da Graça G. Melão*  
Profª. Dra. Maria da Graça Gama Melão  
(Orientadora)
- 1º Examinador *Odete Rocha*  
Profª. Dra. Odete Rocha  
PPGERN/UFSCar
- 2º Examinador *Ana Lombardi*  
Profª. Dra. Ana Teresa Lombardi  
PPGERN/UFSCar
- 3º Examinador *Maria José dos Santos Wisniewski*  
Profª. Dra. Maria José dos Santos Wisniewski  
UNIFAL/Aifenas-MG
- 4º Examinador *Maria do Carmo B. Oliveira*  
Profª. Dra. Maria do Carmo Bittencourt de Oliveira  
USP/ESALQ/Piracicaba-SP

“Senhor, eu sei que tu me sondas  
sei, também, que me conheces  
se me assento ou me levanto  
conheces meus pensamentos

Quer deitado ou quer andando  
sabes todos os meus passos  
e antes que haja em mim palavras  
sei que tudo me conheces”

“Todos nós vivemos neste lindo planeta água,  
o qual temos erroneamente escolhido chamar Terra”.

- Anônimo

“Ciência é a arte de bem argumentar, preferindo sempre a  
autoridade do argumento ao argumento de autoridade”.

- Pedro Demo,  
Prof. do Depto. de Sociologia da UnB

Dedico:

Aos meus pais Adeildo Almeida e Vera Almeida  
pelo bom exemplo, amor, permissão e  
incentivo para seguir minha trajetória acadêmica,  
sacrificando tantos momentos familiares...

## AGRADECIMENTOS

Doutorado é uma soma... soma da jornada desde o primário até o vestibular, da vida acadêmica desde a graduação, de oportunidades na hora certa, da coragem de seguir em frente sacrificando importantes momentos da vida, dos fracassos necessários, dos obstáculos vencidos, das conseqüentes conquistas, das pessoas minuciosamente escolhidas por Deus para participar de nossas vidas: familiares, amigos, professores e orientadores (no meu caso, sempre orientadoras... mulheres... profissionais admiráveis...). Assim, a gratidão é o resultado de tudo isso, e é maravilhoso poder agradecer a tantas e tantas criaturas:

a Deus, que “encheu a terra” de biodiversidade a ser decifrada, por me acompanhar sempre e por colocar pessoas especiais em minha jornada,

aos meus pais Adeildo Almeida e Vera Almeida, e meus irmãos, Vilma Almeida e Adilson Almeida, por proverem a base emocional ao meu desenvolvimento e por serem a rocha forte que me sustenta,

à minha cunhada Alcione, pela amizade e parceria na vida profissional,

ao meu noivo, Mauro de Melo Júnior, inspiração e cúmplice na vida acadêmica, pela dedicação, amor, incentivo e paciência na revisão deste manuscrito; um anjo iluminado que completa minha vida,

à minha querida orientadora Profa. Maria da Graça Gama Melão, que confiou numa desconhecida desde o início, pela confiança, compreensão, amizade, dedicação e destacável orientação científica, mesmo à distância,

à minha co-orientadora Profa. Ariadne do Nascimento Moura, pela acolhida, disponibilidade de estrutura física em seu laboratório, apoio incondicional, amizade e confiança total, pessoa essencial na realização deste trabalho,

à Profa. Maria Eduarda Larrazábal, orientadora no mestrado, pelo apoio sempre,

à Profa. Maryse Paranaguá, orientadora na graduação, que permitiu minha entrada nos caminhos fascinantes do estudo do zooplâncton,

à minha avó Rosa Maria dos Santos (*in memoriam*) por ter sido minha maior incentivadora e pelas singulares lições de vida repassadas em nosso convívio,

à Isa de França (*in memoriam*) e Amaro Neto, casal de amigos queridos de importância fundamental em minha caminhada, cujo estímulo permitiu o investimento na esperança de um futuro melhor,

à família nordestina em Sampa: meus tios Rosa e Elias e primos Elaine, Elizama, Júnior, Stefany, Ygor e Amauri, pela ajuda nos meses longe da família pernambucana,

à toda minha família, pelo apoio total e compreensão nas ausências,

aos amigos e amigas do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Microalgas da UFRPE: Ariadne, Alexandra, Artur, Edson, Eduardo, Emanuel, Ênio, Fábiana, Helton, Hugo, Ivo, João, Micheline, Nísia, Pércles, Rosângela e Silvana, pelo apoio e cooperação nos trabalhos de campo e em laboratório, e principalmente pela ajuda no início da jornada pelo maravilhoso mundo algal,

ao Sr. Manassés pelo apoio mensal nas coletas, e às funcionárias da Área de Botânica/DB/UFRPE Ariane, Érica, Kênia e Leyde, pelo carinho de sempre,

aos amigos pessoais: Erivânia, Michele, Claudemir, Enilma, Elizângela, Rodrigo e respectivas famílias, pelo incentivo e apoio,

à Andréa Pinto Silva, pela ajuda nos momentos finais de impressão da tese,



a docentes especiais, que contribuíram de forma peculiar em diversos momentos deste doutoramento: Profa. Sigrid Neumann-Leitão, Prof. Marcos Souto Alves, Profa. Verônica Genevois e Profa. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira,

à funcionária do DHb/UFSCar Mônica, também pernambucana, pelas conversas saudosas sobre nossa terra,

às amigas residentes e “agregadas” do meu primeiro lar em Sanca: Katiúscia, Maristela, Maura, Melissa, Roseli e Twiggy, pela acolhida na minha chegada à cidade,

à Alessa, amiga e companheira no meu segundo lar em Sanca... tantas experiências trocadas, angústias e alegrias compartilhadas, muito respeito e nenhuma desavença... convivência abençoada,

sra. Romilda, um anjo sancarlense que Deus colocou no meu caminho, que foi um tipo de “mãe” durante minha estada em São Carlos,

às colegas do laboratório de plâncton do DHb/UFSCar: Gisely, Irene, Patrícia e Suzi, pelo convívio repleto de trocas e solidariedade, em especial a Gisely pela ajuda quanto aos trâmites durante o doutorado,

aos amigos e amigas de jornada na pós-graduação: Liliane Gurgel, Fabiana Rodrigues, Samira Athié, Andréa Novelli, Samara Hermes-Silva, Ana Paula Sueitt, Fernando Bertol, Fernando Bataghin, Luís Fernando Perello, Carol e Larissa, pelo convívio maravilhoso durante as disciplinas,

aos amigos de Sampa: Adriana Creté, Maria Emico, Leonardo Kenji, Lucas Laurindo, José Eduardo, Gustavo, Robinho e tantos outros residentes e temporários da república que foi a casa do meu noivo em São Paulo, a qual freqüentei tão intensamente e na qual fui sempre bem recebida,

à Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA pela permissão para realização do estudo no reservatório do Prata, e aos funcionários do Parque de Dois Irmãos Alice, Davi, Hélio e Roberta, pela facilitação de acesso a esse reservatório,

à Sandro e demais vigilantes da Companhia Pernambucana de Saneamento, pela proteção no trecho de mata no caminho de acesso ao reservatório do Prata,

ao PPGERN e aos professores deste programa pelos valiosos conhecimentos repassados nas aulas e através do convívio dentro da instituição, especialmente: Ana Lombardi, Alberto Carvalho Peret, José Eduardo dos Santos, José Roberto Verani, Irineu Bianchini Jr., Marcela Santino e Odete Rocha,

ao Prof. William Severi e à técnica Teresa, do laboratório de Limnologia/Depesca/UFRPE pela disponibilização do uso da mufla e auxílio nos procedimentos para determinação dos sólidos suspensos totais,

à Profa. Carmem Zieckel por disponibilizar o estereomicroscópio para análise do zooplâncton e pelo apoio durante o doutorado,

à técnica do DHb/UFSCar Jurity, pela ajuda nas metodologias para análise de nutrientes e pelas análises realizadas para fins de confirmação dos dados,

aos colegas da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura do Recife pelo apoio nos momentos de finalização desta tese, especialmente ao Sr. Secretário Roberto Arrais e Sr. Diretor Durázio Siqueira e todos os amigos da Gerência de Licenciamento Ambiental,

ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e respectiva reserva técnica, fontes primordiais de fomento ao projeto de pesquisa que deu origem a este trabalho,

à UFRPE, pelo uso de suas instalações para realização da parte laboratorial,

e, finalmente, àqueles que fatalmente esqueci de agradecer, mas que estão guardados no meu coração para sempre.

## RESUMO

A influência dos gradientes temporal e espacial sobre as variáveis físicas, químicas e comunidades fito e zooplanctônicas foi avaliada em dois reservatórios urbanos rasos com diferentes graus de trofia, localizados no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Amostragens mensais foram realizadas durante um ciclo anual completo (março de 2008 a fevereiro de 2009), considerando um ponto de estudo no reservatório do Prata e dois no reservatório de Apipucos, sempre no horário entre 08h30 e 11h00. Índices biológicos para as comunidades planctônicas foram utilizados para um melhor entendimento do efeito das condições de qualidade da água sobre a biota. Elevados níveis de eutrofização foram observados no reservatório de Apipucos. No reservatório oligotrófico do Prata o pH foi sempre considerado ácido. Os valores registrados para as variáveis físicas e químicas e clorofila *a* refletiram as condições nutricionais de cada sistema. Foram registrados maiores valores para riqueza, diversidade, densidade e biomassa das comunidades planctônicas no reservatório eutrófico de Apipucos, principalmente para o fitoplâncton. Porém, a equitabilidade fitoplanctônica foi maior no reservatório do Prata, enquanto para o zooplâncton os valores obtidos em ambos os reservatórios foram bastante semelhantes. A precipitação pluviométrica regulou a dinâmica temporal das variáveis analisadas, tendo a variação sazonal exercido grande influência, principalmente no reservatório de Apipucos. As macrófitas aquáticas pareceram exercer papel destacado nos processos ecológicos nos ambientes estudados. Foi evidenciada, de forma geral, homogeneidade vertical da coluna d'água em ambos os reservatórios, causada provavelmente pela ação dos ventos. No reservatório de Apipucos, o ponto 2 apresentou maiores níveis de nutrientes fosfatados e condições mais severas de deterioração da qualidade da água, em relação ao ponto 1. Apesar das reduzidas densidades registradas para as espécies de cianobactérias tóxicas presentes no reservatório do Prata (*Dolichospermum* sp., *Geitlerinema amphibium* e *Lyngbya* spp.), evidencia-se a necessidade de monitoramento periódico do desenvolvimento populacional destes organismos. Sugere-se que a comunidade zooplanctônica não exerce importante pressão de pastejamento sobre o fitoplâncton, em ambos os reservatórios, indicando predominância do efeito base-topo sobre o efeito topo-base no controle das populações planctônicas. Os índices biológicos para as comunidades planctônicas mostraram-se sensíveis na avaliação da qualidade da água em ambos os reservatórios, evidenciando o potencial desses organismos na caracterização das condições ambientais dos sistemas aquáticos. De forma geral, as hipóteses testadas foram confirmadas, principalmente quanto à influência do estado trófico sobre as variáveis físicas e químicas, composição, diversidade e estrutura das comunidades fito e zooplanctônicas. Porém, ressalta-se que a sazonalidade exerceu maior influência no reservatório de eutrófico de Apipucos, enquanto no reservatório do Prata poucas variáveis apresentaram variação sazonal significativa.

**Palavras-chave:** Limnologia, biodiversidade, fitoplâncton, zooplâncton, estado trófico.

## ABSTRACT

The influence of temporal and spatial gradients on the physical and chemical variables, phyto- and zooplanktonic communities were evaluated in two shallow urban reservoirs with different trophic state from Pernambuco State, Northeast Brazil. Monthly samples were taken during a complete hydrological cycle (March 2008 to February 2009), considering a point of study in the Prata reservoir and two points in the Apipucos reservoir, always between 08:30 and 11:00. Biological indexes for planktonic communities were used to understand better the effect of water quality conditions on biota. High levels of eutrophication were observed in the Apipucos reservoir. In the Prata oligotrophic reservoir, the pH was ever considered acid. The values reported for physical and chemical variables and chlorophyll *a* reflected the trophic state of each system. Higher values for richness, diversity, density and biomass of plankton communities were recorded in the Apipucos reservoir, especially for phytoplankton. However, phytoplankton evenness was higher in the Prata reservoir, while for zooplankton the values obtained in both reservoirs were very similar. Rainfall governed the temporal dynamics of the analyzed variables, and the seasonal variation exerted great influence, especially in the Apipucos reservoir. Aquatic macrophytes seeming to exert a prominent role in the ecological processes in the studied environments. In general, vertical homogeneity of water column was evidenced in both reservoirs, probably caused by the wind action. In Apipucos reservoir, the point 2 showing the higher phosphate nutrient levels and more severe deterioration conditions of water quality, in relation to point 1. Despite the low densities recorded for the toxic cyanobacteria species present in the Prata reservoir (*Dolichospermum* sp. *Geitlerinema amphibium* and *Lyngbya* spp.) it is highlighted the need for a periodic monitoring of population development of these organisms. It is suggested that the zooplankton community do not exerts significant grazing pressure on phytoplankton in both reservoirs, indicating the predominance of the bottom-up on the top-down effect in the control of planktonic populations. The biological indexes for planktonic communities were effectives in assessing water quality in both reservoirs, emphasizing the potencial of these organisms in the characterization of environmental conditions of aquatic systems. Overall, the hypotheses tested were confirmed, especially regarding the influence of trophic state on the physical and chemical variables, composition, diversity and structure of phyto- and zooplankton. However, it is noteworthy that seasonality had greater influence in the Apipucos eutrophic reservoir, while in the Prata reservoir only few variables presenting a significative seasonal variation.

**Key-words:** Limnology, biodiversity, fitoplankton, zooplankton, trophic state.

## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
<b>Figura 1.</b>	Localização geográfica e área de entorno dos reservatórios do Prata e de Apipucos, Nordeste do Brasil, com indicação dos pontos de coleta .....	13
<b>Figura 2.</b>	Comparação da cor aparente entre as amostras de água provenientes dos reservatórios do Prata (1 e 2) e de Apipucos (3, 4 e 5), Nordeste do Brasil .....	14
<b>Figura 3.</b>	Categorias de qualidade da água para o ICZ <sub>RES</sub> (Fonte: CETESB 2006). Obs.: A utilização direta da matriz requer a presença dos três principais grupos zooplancônicos, devendo-se enquadrar a qualidade da água, na ausência de Rotifera e Cladocera, na categoria “ruim”, e na ausência de Copepoda Cyclopoida, na categoria “péssima” .....	23
<b>Figura 4.</b>	Variação temporal dos valores apresentados para as variáveis climatológicas na área de abrangência dos reservatórios do Prata e de Apipucos (total mensal para a pluviometria e média mensal para as demais variáveis), durante o ciclo anual estudado. Obs.: ausência de valores de velocidade do vento no banco de dados acessado, entre março e junho de 2008 .....	24
<b>Figura 5.</b>	Variação temporal da profundidade (m) no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado .....	25
<b>Figura 6.</b>	Variação temporal dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água e clorofila <i>a</i> no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (Sup) e fundo (Fun), durante o ciclo anual estudado. Temp: temperatura; OD: concentração de oxigênio dissolvido; CE: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clora: clorofila <i>a</i> .....	26
<b>Figura 7.</b>	Variação temporal da proporção entre os valores de matéria orgânica (MO) e matéria inorgânica (MI) no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado. Obs.: valores de superfície nos meses de março e maio = 0 mg L <sup>-1</sup> .....	27
<b>Figura 8.</b>	Variação da profundidade e da transparência da água (m) no P1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	28
<b>Figura 9.</b>	Variação da profundidade e da transparência da água (m) no P2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	28
<b>Figura 10.</b>	Variação temporal dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água e clorofila <i>a</i> no reservatório de Apipucos, nos pontos 1 (P1) (Sup: superfície; Fun: fundo) e 2 (P2), durante o ciclo anual estudado. Temp: temperatura; OD: concentração de oxigênio dissolvido; CE: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clora: clorofila <i>a</i> .....	31
<b>Figura 11.</b>	Variação temporal da proporção entre os valores de matéria orgânica (MO) e matéria inorgânica (MI) no ponto 1 do reservatório de Apipucos, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado .....	32
<b>Figura 12.</b>	Variação temporal da proporção entre os valores de matéria orgânica (MO) e matéria inorgânica (MI) ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	32
<b>Figura 13.</b>	Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o fitoplâncton no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: frequente; freq: frequente; Pfreq: pouco frequente; Esp: esporádico .....	34
<b>Figura 14.</b>	Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado .....	34
<b>Figura 15.</b>	Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o zooplâncton no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: frequente; freq: frequente; Pfreq: pouco frequente; Esp: esporádico .....	36
<b>Figura 16.</b>	Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade zooplancônica no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado .....	36
<b>Figura 17.</b>	Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o fitoplâncton no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: frequente; freq: frequente; Pfreq: pouco frequente; Esp: esporádico ...	38
<b>Figura 18.</b>	Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o fitoplâncton no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: frequente; freq: frequente; Pfreq: pouco frequente; Esp: esporádico ...	38

<b>Figura 19.</b>	Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no ponto 1 do reservatório de Apipucos, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado .....	39
<b>Figura 20.</b>	Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	39
<b>Figura 21.</b>	Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o zooplâncton no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: frequente; freq: frequente; Pfreq: pouco frequente; Esp: esporádico ...	41
<b>Figura 22.</b>	Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o zooplâncton no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: frequente; freq: frequente; Pfreq: pouco frequente; Esp: esporádico ...	41
<b>Figura 23.</b>	Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade zooplanctônica no ponto 1 do reservatório de Apipucos, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado .....	42
<b>Figura 24.</b>	Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade zooplanctônica no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	42
<b>Figura 25.</b>	Alguns táxons fitoplanctônicos que ocorreram no presente estudo. Prancha 1. a) <i>Actinastrum gracilis</i> ; b) <i>Actinastrum hantzschii</i> ; c) <i>Cosmarium</i> sp.; d) <i>Coelastrum microporum</i> ; e) <i>Melosira distans</i> ; f) <i>Lyngbya</i> sp.; g) <i>Crucigenia tetrapedia</i> ; h) <i>Cyclotella meneghiniana</i> ; i) <i>Cryptomonas</i> sp.; j) <i>Geitlerinema amphibium</i> ; k) <i>Aulacoseira granulata</i> ; l) <i>Tetmemorus laevis</i> ; m) <i>Ankistrodesmus gracilis</i> . Fotos da autora, exceto e, h (Ariadne Moura) e j (Nísia Aragão) .....	43
<b>Figura 26.</b>	Alguns táxons fitoplanctônicos que ocorreram no presente estudo. Prancha 2. a) <i>Merismopedia</i> sp.; b) <i>Pediastrum duplex</i> – cenóbio com 16 células; c) <i>Pediastrum duplex</i> – cenóbio com 8 células; d) <i>Micractinium pussillum</i> ; e) <i>Trachelomonas volvocina</i> ; f) <i>Phacus tortus</i> ; g) <i>Monoraphidium arcuatum</i> ; h) <i>Dolichospermum</i> sp.; i) <i>Scenedesmus acuminatus</i> ; j) <i>Desmodesmus quadricauda</i> ; k) <i>Desmodesmus denticulatus</i> ; l) <i>Dinobryon sertularia</i> . Fotos da autora, exceto a (Ariadne Moura) e h (Nísia Aragão) .....	44
<b>Figura 27.</b>	Algumas espécies de Rotifera que ocorreram no presente estudo. a) <i>Brachionus caudatus</i> ; b) <i>Epiphanes macrouros</i> ; c) <i>Conochilus dossuarius</i> ; d) <i>Asplanchna priodonta</i> ; e) <i>Brachionus falcatus</i> ; f) <i>Brachionus calyciflorus anuraeiformis</i> ; g) <i>Keratella tropica</i> ; h) <i>Brachionus angularis</i> ; i) <i>Polyarthra vulgaris</i> ; j) <i>Filinia longiseta</i> (fêmea ovígera). Fotos da autora .....	45
<b>Figura 28.</b>	Alguns táxons de Crustacea que ocorreram no presente estudo. Cladocera: a) <i>Alona</i> sp.; b) <i>Moina micrura</i> ; c) <i>Alonella Dadyi</i> ; Copepoda: d) Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i> ; e) Copepodito de <i>Thermocyclops decipiens</i> . Fotos da autora.	46
<b>Figura 29.</b>	Variação temporal da densidade ( $\text{ind mL}^{-1} \times 10^4$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado .....	47
<b>Figura 30.</b>	Variação temporal da biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado.	48
<b>Figura 31.</b>	Variação temporal da densidade ( $\text{ind L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado.	49
<b>Figura 32.</b>	Variação temporal da biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado.	50
<b>Figura 33.</b>	Variação temporal da densidade ( $\text{ind mL}^{-1} \times 10^4$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	51
<b>Figura 34.</b>	Variação temporal da densidade ( $\text{ind mL}^{-1} \times 10^4$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	52
<b>Figura 35.</b>	Variação temporal da biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	53
<b>Figura 36.</b>	Variação temporal da biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	53
<b>Figura 37.</b>	Variação temporal da densidade ( $\text{ind L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplanctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	55

<b>Figura 38.</b>	Varição temporal da densidade ( $\text{ind L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	56
<b>Figura 39.</b>	Varição temporal da biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	57
<b>Figura 40.</b>	Varição temporal da biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado .....	57
<b>Figura 41.</b>	Análise dos componentes principais para as variáveis bióticas e abióticas consideradas no reservatório do Prata. Legendas - Pluvio: precipitação pluviométrica; Tempágua: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; Cond: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clara: clorofila <i>a</i> ; Dens: densidade; Biom: biomassa; Divers: diversidade; Equit: equitabilidade; Fito: fitoplâncton; Zoo: zooplâncton .....	59
<b>Figura 42.</b>	Correlação linear de Pearson para a densidade (A) e a biomassa (B) do fitoplâncton <i>versus</i> zooplâncton no reservatório do Prata .....	60
<b>Figura 43.</b>	Análise dos componentes principais para as variáveis bióticas e abióticas consideradas no reservatório de Apipucos, nos pontos 1 e 2. Legendas - Pluvio: precipitação pluviométrica; Transp: transparência; Tempágua: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; Cond: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clara: clorofila <i>a</i> ; Dens: densidade; Biom: biomassa; Divers: diversidade; Equit: equitabilidade; Fito: fitoplâncton; Zoo: zooplâncton .....	62
<b>Figura 44.</b>	Correlação linear de Pearson para a densidade (A) e a biomassa (B) do fitoplâncton <i>versus</i> zooplâncton no ponto 1 do reservatório de Apipucos .....	63
<b>Figura 45.</b>	Correlação linear de Pearson para densidade (A) e biomassa (B) do fitoplâncton <i>versus</i> zooplâncton no ponto 2 do reservatório de Apipucos .....	64

## LISTA DE TABELAS

		Pág.
<b>Tabela 1.</b>	Características gerais dos reservatórios do Prata e de Apipucos, Nordeste do Brasil .....	14
<b>Tabela 2.</b>	Categorias de qualidade da água para o ICF <sub>RES</sub> (modificado da CETESB 2006) .....	22
<b>Tabela 3.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água e clorofila <i>a</i> no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	25
<b>Tabela 4.</b>	Valores mensais e classificação pelo Índice de Estado Trófico - IET das águas do reservatório do Prata. PT: fósforo total; CL: clorofila <i>a</i> ; OLIG: oligotrófico; MES: mesotrófico; EUT: eutrófico .....	27
<b>Tabela 5.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água no P1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	29
<b>Tabela 6.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água no P2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	30
<b>Tabela 7.</b>	Valores mensais e classificação pelo Índice de Estado Trófico - IET das águas do reservatório de Apipucos nos pontos 1 - P1 e 2 - P2. PT: fósforo total; CL: clorofila <i>a</i> ; EUT: eutrófico; HIP: hipereutrófico .....	32
<b>Tabela 8.</b>	Composição taxonômica e frequência de ocorrência - FO do fitoplâncton do reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. +: esporádica ou pouco frequente; ++: frequente; +++: muito frequente .....	33
<b>Tabela 9.</b>	Composição taxonômica e frequência de ocorrência do zooplâncton e da fauna acompanhante no reservatório do Prata, durante o período estudado. +: esporádica ou pouco frequente; ++: frequente; +++: muito frequente .....	35
<b>Tabela 10.</b>	Composição taxonômica e frequência de ocorrência do fitoplâncton do reservatório de Apipucos, durante o período estudado. +: esporádica ou pouco frequente; ++: frequente; +++: muito frequente; *: espécies exclusivas do ponto 1; **: espécies exclusivas do ponto 2 .....	37
<b>Tabela 11.</b>	Composição taxonômica e frequência de ocorrência do zooplâncton e da fauna acompanhante no reservatório de Apipucos, durante o período estudado. +: esporádica ou pouco frequente; ++: frequente; +++: muito frequente; *: espécies exclusivas do ponto 1; **: espécies exclusivas do ponto 2 .....	40
<b>Tabela 12.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para a densidade (ind mL <sup>-1</sup> x 10 <sup>4</sup> ) e biomassa (mg L <sup>-1</sup> ) dos grupos fitoplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	48
<b>Tabela 13.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para a densidade (ind L <sup>-1</sup> ) e biomassa (mg L <sup>-1</sup> ) dos grupos zooplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	50
<b>Tabela 14.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para a densidade (ind mL <sup>-1</sup> x 10 <sup>4</sup> ) e biomassa (mg L <sup>-1</sup> ) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	54
<b>Tabela 15.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para a densidade (ind mL <sup>-1</sup> x 10 <sup>4</sup> ) e biomassa (mg L <sup>-1</sup> ) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	54
<b>Tabela 16.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para a densidade (ind mL <sup>-1</sup> ) e biomassa (mg L <sup>-1</sup> ) dos grupos zooplanctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo hidrológico estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	58
<b>Tabela 17.</b>	Resumo geral dos valores obtidos para a densidade (ind L <sup>-1</sup> ) e biomassa (mg L <sup>-1</sup> ) dos grupos zooplanctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação .....	58
<b>Tabela 18.</b>	Contribuição percentual (%) individual das variáveis bióticas e abióticas para os dois primeiros componentes da ACP, no reservatório do Prata. Legendas - C1: componente 1; C2: componente 2. Valores em negrito - variáveis com maior contribuição em cada componente .....	60
<b>Tabela 19.</b>	Contribuição percentual (%) individual das variáveis para os dois primeiros componentes da ACP, no reservatório de Apipucos, em ambos os pontos de estudo. Legendas - C1: componente 1; C2: componente 2. Valores em negrito - variáveis com maior contribuição em cada componente .....	63
<b>Tabela 20.</b>	Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as	

	comunidades biológicas através do índice de comunidades fitoplanctônicas para reservatórios - $ICF_{RES}$ , no reservatório do Prata. Legendas - IET: índice de estado trófico; --: ausência de dominância. Densidade = $10^3 \text{ org L}^{-1}$ .....	65
<b>Tabela 21.</b>	Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as comunidades biológicas através do índice de comunidades zooplanctônicas para reservatórios - $ICZ_{RES}$ , no reservatório do Prata. Legendas - Cal: Calanoida; Cyc: Cyclopoida; N: densidade de organismos; IET: índice de estado trófico; Clora: clorofila <i>a</i> ; reg.: regular; pes.: péssima; *: razão impossível, pela ausência de Cyclopoida .....	66
<b>Tabela 22.</b>	Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as comunidades biológicas através do índice de comunidades fitoplanctônicas para reservatórios - $ICF_{RES}$ , no reservatório de Apipucos. Legendas - IET: índice de estado trófico; --: ausência de dominância. D: Densidade = $10^3 \text{ org L}^{-1}$ .....	66
<b>Tabela 23.</b>	Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as comunidades biológicas através do índice de comunidades zooplanctônicas para reservatórios - $ICZ_{RES}$ , no reservatório de Apipucos. Legendas - Cal: Calanoida; Cyc: Cyclopoida; N: densidade de organismos; IET: índice de estado trófico; Clora: clorofila <i>a</i> ; pes.: péssima. *: ausência de dados .....	67



## SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Ecossistemas lacustres: caracterização, zonação e estado trófico.....	1
1.2. Dinâmica lacustre em latitudes tropicais e temperadas .....	3
1.3. Teia Alimentar e Comunidades Planctônicas nos Reservatórios .....	4
1.4. Influência do estado trófico sobre a biota lacustre .....	7
1.5. Utilização das comunidades planctônicas na avaliação da qualidade da água em reservatórios .....	8
2. HIPÓTESES .....	11
3. OBJETIVOS .....	12
3.1. Geral .....	12
3.2. Específicos .....	12
4. ÁREA DE ESTUDO .....	13
4.1. O reservatório do Prata .....	16
4.2. O reservatório de Apipucos .....	18
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
5.1. Desenho Amostral .....	19
5.2. Variáveis climatológicas .....	19
5.3. Variáveis abióticas da água .....	19
5.4. Comunidades planctônicas .....	20
5.5. Fotodocumentação .....	21
5.6. Tratamento dos Dados .....	21
5.7. Índices de comunidades biológicas .....	22
5.8. Normatização do texto .....	23
6. RESULTADOS .....	24
6.1. Climatologia da área .....	24
6.2. Variáveis físicas e químicas e Clorofila <i>a</i> .....	24
6.2.1. Reservatório do Prata .....	24
6.2.2. Reservatório de Apipucos .....	28
6.3. Diversidade das comunidades planctônicas .....	33
6.3.1. Reservatório do Prata .....	33
6.3.2. Reservatório de Apipucos .....	37
6.4. Estrutura populacional das comunidades planctônicas.....	47
6.4.1. Reservatório do Prata .....	47
6.4.2. Reservatório de Apipucos .....	51
6.5. Interrelações entre as comunidades planctônicas e as variáveis abióticas .....	59
6.5.1. Reservatório do Prata .....	59
6.5.2. Reservatório de Apipucos .....	61
6.6. Caracterização da qualidade da água através dos índices biológicos para as comunidades planctônicas .....	65
7. DISCUSSÃO .....	68
8. CONCLUSÕES .....	89
9. PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....	91
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
Apêndices e anexos .....	104

# 1. INTRODUÇÃO

---

## 1.1. Ecossistemas lacustres: caracterização, zonação e estado trófico

Reservatórios são ambientes lacustres de transição entre rios - sistemas lóticos e lagos naturais - sistemas lênticos, criados pelo homem para atender finalidades específicas, tais como abastecimento de água, geração de energia, contenção de enchentes etc. De acordo com Straskraba e Tundisi (2000), seu funcionamento está diretamente ligado às interações entre os subsistemas, bacias hidrográficas componentes, vazões afluentes, vazões liberadas, meio sócio-econômico, gerenciamento do entorno e características do corpo d'água em si, destacando-se a relação entre os fatores físico-químicos e as comunidades biológicas.

Horizontalmente, o corpo d'água dos reservatórios distingue-se em duas regiões: litorânea e limnética. A primeira encontra-se em contato direto com o ecossistema terrestre adjacente e é considerada um ecótono, com grande quantidade de nichos ecológicos, principalmente quando ocorre abundância de macrófitas aquáticas (Esteves 1998). Essa vegetação representa grande produtividade primária, resultando no incremento de detritos orgânicos, habitats e recursos alimentares para os organismos aquáticos (Wetzel e Likens 1991, Nogueira et al. 2003).

A região limnética representa a área mais central do reservatório e apresenta profundidade maior que a região litorânea. Nela há múltiplos movimentos e mistura de água, relacionados à radiação, intensidade dos ventos e vazão. A zona eufótica, ou porção iluminada, varia bastante, sendo seu limite inferior referente à profundidade na qual a intensidade da radiação solar corresponde a 1% daquela da superfície, local onde a produção primária líquida é igual à respiração das comunidades (Esteves 1998, Straskraba e Tundisi 2000).

Esses ecossistemas podem apresentar marcante heterogeneidade espacial e temporal das variáveis físicas, químicas e biológicas (Straskraba e Tundisi 2000), destacando-se, em regiões tropicais, a ocorrência de intensas mudanças biológicas intra-anuais, intimamente relacionadas aos aspectos cíclicos do regime hídrico e de energia do sistema (Talling 2001).

Nos lagos rasos, apesar do reduzido acúmulo de água por unidade de área, uma complexidade de fatores regulam a dinâmica aquática, os quais estão representados na região tropical principalmente pela precipitação pluviométrica e radiação solar (Talling 2001). A circulação da água promovida pelo vento para o fundo é provavelmente

completa, e a água oxigenada pode estar sempre em contato com a superfície do sedimento, promovendo a liberação de nutrientes e outros elementos (Moss 1983). Nesses ambientes, a vegetação aquática possui grande influência sobre os processos ecológicos (Moss 1998), principalmente pela interação com as comunidades bióticas (Nogueira et al. 2010) e atuação na redução (macrófitas submersas) ou incremento (macrófitas flutuantes) das concentrações de nutrientes (Bianchini Jr. 1999).

O monitoramento físico e químico da qualidade da água de reservatórios permite reconhecer o nível de degradação dos ambientes (Lobo e Callegaro 2000). A deterioração dos recursos hídricos é resultado do constante aumento no volume de sua utilização para diversas finalidades e do aumento da poluição e da contaminação.

O “status” nutricional ou estado trófico de um manancial refere-se às concentrações de nutrientes na água (especialmente o fósforo), o qual é sempre descrito em termos da atividade biológica resultante dos níveis nutricionais, sendo, por isso, amplamente utilizado entre os métodos de avaliação da qualidade dos corpos d’água (Brigante e Espíndola 2003).

Os índices de estado trófico têm por finalidade avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e/ou aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Atualmente, em ecossistemas do Brasil, o índice de Carlson (1977) modificado por Toledo Júnior (1990) tem sido amplamente utilizado, por adaptar métodos originários de regiões temperadas às águas quentes das regiões tropicais (CETESB, 2006).

Todos os índices desenvolvidos para avaliar o estado trófico dos ecossistemas aquáticos classificam os valores encontrados, basicamente, em três categorias de trofia: 1) oligotrófico, que representa os ambientes pobres em nutrientes, com crescimento vegetal limitado e baixa produtividade orgânica; 2) mesotrófico, quando um corpo de água é caracterizado por concentrações médias de nutrientes, apresentando condições intermediárias entre ambientes oligo e eutróficos; 3) eutrófico, que caracteriza corpos d’água ricos em nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), com excesso de vida vegetal, elevadas taxas de decomposição e produção primária e redução ou ausência de oxigênio (ACIESP 1997, Lavinias 2006).

Alterações na categoria trófica dos lagos podem trazer sérios prejuízos ao funcionamento do sistema, sobretudo na ocorrência de eutrofização; esse processo pode ter origem natural e ocorrer de forma lenta, porém, atualmente, é fundamentalmente de caráter

cultural, acelerado pelo aporte contínuo de nutrientes de origem antropogênica (Salas e Martino 1991).

Com a eutrofização cultural, ocorre a quebra do equilíbrio ecológico, passando a haver mais produção de matéria orgânica do que o sistema é capaz de decompor. As principais alterações dizem respeito às condições físico-químicas do meio (aumento da concentração de nutrientes, alterações significativas no pH em curto período de tempo, aumento da concentração de gases, tais como metano e sulfídrico) e biológicas (alterações na diversidade e na densidade dos organismos) (Carvalho 2004). Esse processo tem afetado de forma preocupante os reservatórios artificiais (Coelho-Botelho 2003), principalmente pelo florescimento de cianobactérias, as quais podem liberar toxinas prejudiciais e até letais à biota aquática e ao homem.

De acordo com Ndebele-Murisa et al. (2010), em regiões tropicais a eutrofização tende a afetar sistemas de lagos rasos mais que os profundos.

## **1.2. Dinâmica lacustre em latitudes tropicais e temperadas**

O estudo de ambientes lacustres, incluindo reservatórios, é bastante amplo no Brasil (Pinto-Coelho 1987, Matsumura-Tundisi et al. 1990, Melão 1997, Bonecker 2001, Meschiatti e Arcifa 2002, Sampaio et al. 2002, Almeida et al. 2006, Melo Júnior et al. 2007, Moura et al. 2007, Almeida et al. 2009) e no mundo (Green 1967, Pontin e Langley 1993, Meester e Vyverman 1997, Duggan et al. 2001, Ustaoglu et al. 2004, Ndebele-Murisa et al. 2010). Porém, deve-se ter cuidado quanto à generalização das teorias formuladas, já que a maioria dos conhecimentos disponíveis na literatura básica (tais como Hutchinson 1967, Margalef 1983, Wetzel e Likens 1991, Wetzel 1993, Moss 1998, Suthers e Rissik 2009) provém de estudos realizados em regiões temperadas, as quais apresentam condições ambientais geralmente contrastantes com as encontradas nas regiões tropicais e subtropicais, reveladas também nos ambientes aquáticos continentais (ver Rückert e Giani 2008 e Pinto-Coelho et al. 2005).

De forma geral, ecossistemas lacustres situados em regiões de altas latitudes são mais profundos que aqueles de regiões tropicais (Esteves 1998).

A dinâmica hidrológica dos lagos tropicais difere daquela dos lagos temperados, principalmente, quanto à influência das estações do ano (marcadamente mais definidas nas regiões temperadas) e pela temperatura da água (mais elevada nas regiões tropicais). De acordo com Moss (1998), em muitos lagos tropicais a sazonalidade é caracterizada pelos níveis de precipitação pluviométrica, sendo o hidroperíodo marcado pela alternância de

uma estação seca e outra chuvosa, ambas quentes e com dias longos. Já os lagos de regiões temperadas são regidos pela ocorrência de quatro estações sazonais (primavera, verão, outono e inverno) definidas pelas variações nos níveis de precipitação pluviométrica e, principalmente, de temperatura (Wetzel 1993).

Outra diferença importante entre lagos tropicais e temperados está relacionada à produtividade biológica, sendo que os lagos temperados seriam, de forma geral, mais produtivos que os tropicais, já que o suprimento de nutrientes a partir dos sedimentos (geologicamente mais antigos) nestes últimos mostra-se menor que nas regiões temperadas (mais recentes). Contudo, nos lagos de regiões tropicais a produtividade não é necessariamente baixa, já que as altas temperaturas promovem uma remineralização e reciclagem de nutrientes mais rápidas (Moss 1998).

A importância das microalgas e macrófitas na produção primária lacustre também pode variar latitudinalmente. O modelo clássico de produtividade em ambientes lacustres rege que o fitoplâncton realiza a maior parte da produção primária mediante a utilização dos nutrientes disponíveis, sendo que estes nutrientes não se acumulam na água, mas são carregados ou acumulados mais ou menos permanentemente no sedimento (Moss 1998). Porém, deve-se estar ciente ao fato de que este modelo de produtividade não funciona para a maioria dos lagos rasos tropicais, nos quais a zona litoral é abundante, e as macrófitas, ao invés do fitoplâncton, dominam a produção primária (Bianchini Jr. 1999, Rückert e Giani 2008).

### **1.3. Teia Alimentar e Comunidades Planctônicas nos Reservatórios**

Numa estrutura simplificada, a rede alimentar em um reservatório é formada basicamente pelos organismos produtores (fitoplâncton e macrófitas), microconsumidores (zooplâncton) e macroconsumidores (os peixes), além das bactérias e dos fungos, que representam os decompositores finais (Overbeck, 2000). Os macroinvertebrados bentônicos, representados principalmente pelos insetos aquáticos, também exercem importante papel no processamento e na reciclagem da energia nesses ambientes (Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008).

As comunidades planctônicas exibem papel essencial na produção e transferência de energia dentro das cadeias alimentares dos ecossistemas aquáticos, por incluir organismos de diferentes níveis tróficos, os quais ocorrem desde a base até níveis mais elevados.

O fitoplâncton é um dos principais produtores primários em ambientes aquáticos e serve diretamente como alimento básico para diversos consumidores, tais como o zooplâncton (Sipaúba-Tavares e Rocha 2001, Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008). Organismos zooplancônicos, por sua vez, podem ser tanto consumidores primários, alimentando-se de bactérias autotróficas, fitoplâncton e detritos, como secundários, através da predação intrazooplancônica, desempenhando função determinante na transferência de energia aos níveis tróficos superiores (Nordi e Watanabe 1978, Neumann-Leitão 1981, Almeida et al. 2010).

O fitoplâncton de águas continentais inclui as Cyanophyceae (algas azuis) e as algas eucarióticas, dentre as quais as classes de maior importância são as Cryptophyceae (criptofíceas), Dinophyceae (dinoflagelados), Chlorophyceae (algas verdes), Euglenophyceae (euglenóides), Bacillariophyceae (diatomáceas) e Chrysophyceae (algas amarelas) (Moss 1998). Na maioria dos reservatórios brasileiros, as classes Chlorophyceae, Cyanophyceae e Bacillariophyceae predominam quanto à riqueza de espécies, independentemente do estado trófico (Bicudo et al. 1999, Henry e Nogueira 1999, Lira et al. 2007, Moura et al. 2007, Chellappa et al. 2008).

As Chlorophyceae constituem um grande grupo de algas que apresenta imensa diversidade morfológica (Wetzel 1993) e de habitats (Franceschi 2010), com maioria das espécies ocorrendo em águas continentais (Wetzel 1993). Bacillariophyceae são amplamente distribuídas na natureza, estando aptas a colonizar todos os meios aquáticos. Depois das bactérias, as diatomáceas são, provavelmente, os organismos aquáticos de maior distribuição (Franceschi 2010).

Cyanophyceae, cianobactérias ou algas azuis são organismos procariontes primitivos (Carmichael 1994), que apresentam diversas peculiaridades em relação aos demais grupos componentes do fitoplâncton, destacando-se a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, transformando-o em nitrogênio orgânico (Suthers e Rissik 2009). Apesar da suma importância destes organismos na teia alimentar dos ecossistemas aquáticos, sua abundância nas águas de abastecimento pode acarretar sérios prejuízos à saúde humana, já que muitas espécies de cianobactérias têm capacidade de produzir toxinas (Azevedo 1998, Lee 1999).

Nos ambientes lacustres, o fitoplâncton apresenta grande diversidade de formas taxonômicas, as quais têm necessidades fisiológicas diferentes e respondem de modo distinto aos parâmetros físicos e químicos como luz, temperatura e regime de nutrientes. Muitas espécies podem coexistir no mesmo volume de água, no entanto, os gêneros

dominantes variam não só no espaço (vertical e horizontalmente), mas também sazonalmente, à medida que as condições ambientais se alteram (Wetzel 1993, Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008).

Quanto à comunidade zooplanctônica em reservatórios, esta é composta basicamente pelos grupos Rotifera, Crustacea Cladocera e Crustacea Copepoda, sendo que outros organismos podem compor as amostras dessa comunidade, como Protozoa, Turbellaria, Nematoda, Mollusca, Ostracoda, Insecta (principalmente larvas de *Chaoborus*), Arachnida e Acari (Almeida et al. 2010). Porém, os protozoários possuem, geralmente, dimensões inferiores aos rotíferos e microcrustáceos, necessitando de técnicas de amostragem diferenciadas (ver Araújo e Costa 2007). Além disso, os representantes de Protozoa e dos demais grupos ocasionalmente encontrados nas amostras de zooplâncton são, em sua maioria, organismos de hábito bentônico ou perifítico que podem ocorrer nas amostras de plâncton de forma temporária ou acidental, devendo, por isso, ser listados como fauna acompanhante e não como plâncton verdadeiro (Almeida et al. 2010).

Rotíferos são organismos microscópicos que se alimentam de microalgas, bactérias e detritos, cobrindo o nicho ecológico dos pequenos filtradores, e constituem o alimento preferido dos cladóceros e copépodes, os quais, por sua vez, representam o nicho dos grandes filtradores e micro-predadores (Rocha e Sipaúba-Tavares 1994).

Ao contrário da maioria das algas planctônicas, as quais são imóveis (Wetzel 1993), os organismos do zooplâncton são capazes de se locomover na coluna d'água, tanto vertical quanto horizontalmente, sendo essa capacidade mais ou menos eficiente de acordo com o táxon considerado (Hutchinson 1967).

Composição de espécies, biomassa e flutuação dos diversos grupos estão entre as principais variáveis a serem consideradas na dinâmica planctônica, por sua importância no funcionamento dos ambientes aquáticos (Margalef 1983). A diversidade de espécies em água doce pode variar grandemente entre diferentes corpos de água e depende de um complexo de fatores físicos, químicos e biológicos (Rocha e Sipaúba-Tavares 1994).

Cada ambiente possui um conjunto de formas planctônicas, cuja variedade, abundância e distribuição são próprias e dependem da adaptação às características bióticas e abióticas (Sipaúba-Tavares e Rocha 2001, Padisák et al. 2010). A diversidade planctônica costuma ser menor nos ambientes artificiais que nos lagos naturais, já que o estresse hidrodinâmico nos reservatórios favorece o incremento na densidade dos organismos r-estrategistas, os quais geralmente abundam nesses ambientes (Matsumura-Tundisi 1999).

A distribuição espacial do plâncton em ambientes lacustres é fortemente influenciada pelas variações nos fatores ambientais, sendo que espécies que habitam as zonas litorâneas são, geralmente, distintas daquelas das águas abertas, refletindo as peculiaridades de cada região do corpo d'água. Especificamente quanto ao zooplâncton, observa-se importante influência da variação diária dos fatores ambientais, que induz os organismos a realizar deslocamentos na coluna d'água, destacando-se os microcrustáceos, que exibem marcada migração vertical num ciclo de 24 horas (Wetzel e Likens 1991).

Quanto às relações tróficas entre os organismos planctônicos, estas podem ser bastante complexas em ecossistemas lacustres. Os conceitos mais difundidos afirmam que o zooplâncton exerce importante efeito de pastejamento sobre as populações fitoplanctônicas, controlando diretamente seu crescimento mediante o efeito topo-base (Kagami et al. 2002). Porém, alguns autores (Rückert e Giani 2008, Nogueira et al. 2010) ressaltam que esse padrão, normalmente, não ocorre nos lagos tropicais, nos quais o efeito base-topo seria mais importante que nos ambientes de regiões temperadas, sendo que a pressão de predação sobre o fitoplâncton seria mais eficazmente exercida por organismos não planctônicos, tais como os peixes.

#### **1.4. Influência do estado trófico sobre a biota lacustre**

O estado trófico é uma ferramenta por meio da qual os lagos são classificados e seus processos são descritos em termos de produtividade (Horne e Goldman 1994), sendo uma variável de fundamental importância na dinâmica das comunidades bióticas aquáticas.

Lagos oligotróficos contêm concentrações muito baixas dos nutrientes requeridos para o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade total destes lagos é baixa. Nestes ambientes, o fitoplâncton, o zooplâncton, as algas perifíticas, as macrófitas, as bactérias e os peixes estão presentes em pequenas populações, podendo haver elevada riqueza taxonômica, porém, reduzida densidade de organismos. Nesses ambientes, normalmente ocorre presença importante de macrófitas aquáticas emersas e submersas (Moschini-Carlos 1999, Pompêo 1999).

Nos corpos d'água eutróficos, as condições geralmente adversas para a maior parte da biota favorecem a presença de uma quantidade reduzida de espécies tolerantes, as quais, porém, desenvolvem grandes densidades populacionais (Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008). Em contraste aos ambientes oligotróficos, os lagos eutróficos exibem, freqüentemente, abundância de macrófitas aquáticas flutuantes (Wetzel 1993).



Nos sistemas eutróficos, a fotossíntese algal remove o dióxido de carbono da água e eleva o pH e os níveis de oxigênio dissolvido durante o dia, enquanto à noite a respiração autotrófica somada à respiração heterotrófica aumenta a produção de dióxido de carbono e reduz o pH e os níveis de oxigênio dissolvido. As condições de pH reduzido e baixos níveis de oxigênio dissolvido favorecem a mobilização das formas solúveis de metais e nutrientes, que direcionarão futuras florações algais (Rissik et al. 2009).

A eutrofização ou nutrificação é frequentemente um problema, já que o incremento de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, eleva as taxas de produção algal, o que pode acarretar desoxigenação no hipolímnio e anaerobiose, sendo estas condições inadequadas em águas de abastecimento. A anaerobiose afeta também grande parte dos peixes, favorecendo, entretanto, as espécies tolerantes, podendo conduzir a um desequilíbrio ambiental (Moss 1998).

### **1.5. Utilização das comunidades planctônicas na avaliação da qualidade da água em reservatórios**

O termo "qualidade de água" não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas, simplesmente, às características químicas, físicas e biológicas estipuladas para definir as diferentes finalidades de uso da água (Merten e Minella 2002).

A qualidade ambiental e sanitária de um corpo d'água é importante para o equilíbrio de sua biota, além de sofrer efeitos diretos e indiretos desta. Em geral, a quantidade de nutrientes disponíveis em águas doces, juntamente com outros componentes tais como luz e oxigênio dissolvido, dirigem o crescimento de vegetais aquáticos, interferindo, conseqüentemente, no controle das populações de animais nesses ecossistemas (Curry-Lindahl 1972).

Além da importância trófica, os organismos planctônicos atuam como indicadores da qualidade das águas (Moschini-Carlos 1999, Nogueira 2001), sendo importante o estudo de sua diversidade, estrutura e dinâmica em programas de monitoramento em reservatórios (Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008). De acordo com Straskraba e Tundisi (2000), o conhecimento dos organismos aquáticos e da cadeia alimentar de um reservatório possui destacada importância, já que a diversidade das comunidades existentes, assim como a presença ou ausência de certas espécies, serve como indicadores do "status" da qualidade da água.

Entre os organismos fitoplanctônicos, as diatomáceas (Lopes et al. 2005) e as Chlorophyceae Desmidiaceae (Reynolds 1996) são frequentemente relacionadas a ambientes

pobres em nutrientes, enquanto a dominância de Chlorophyceae Chlorococcales e euglenofíceas ocorre, geralmente, em reservatórios ricos em matéria orgânica (Reynolds 1996). Ressalta-se que, atualmente, tem sido bastante utilizado na caracterização das condições ecológicas dos ambientes lacustres o conceito de associações fitoplanctônicas desenvolvido por Reynolds et al. (2002) e revisado por Padisák et al. (2009), que relaciona a composição e estrutura da comunidade com associações que representam diferentes condições de variáveis, tais como disponibilidade de nutrientes, luz, transparência e pH.

Quanto ao zooplâncton, este tem sido amplamente utilizado como indicador para monitorar e avaliar várias formas de poluição em ambientes aquáticos, incluindo acidificação, eutrofização, poluição por pesticidas e toxinas algais, inferindo a qualidade da água, particularmente através do conhecimento de seu comportamento alimentar (Rissik et al. 2009). De acordo com Güntzel e Rocha (1998), a fase inicial de degradação dos ambientes aquáticos pode ser indicada pela degradação biológica da fauna, a qual responde rapidamente às mudanças ambientais.

Rotíferos e cladóceros possuem reprodução, principalmente, partenogenética e exibem ciclos de vida curtos, sendo, por isso, bastante empregados como indicadores na avaliação da qualidade da água, por responderem rapidamente às alterações ambientais (Margalef 1983, Sipaúba-Tavares e Rocha 2001). Os copépodos, apesar de apresentarem reprodução sexuada e ciclo de vida um pouco mais longo que rotíferos e cladóceros, também são usados como bioindicadores, principalmente pela relação entre as densidades dos grupos Cyclopoida (resistentes à poluição) e Calanoida (sensíveis à deterioração na qualidade da água) (CETESB 2006).

Os organismos que formam as comunidades bióticas de ecossistemas aquáticos apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais, apresentando limites de tolerância a diferentes alterações das mesmas. Dessa forma, estes podem refletir a integridade ecológica dos sistemas (Goulart e Callisto 2003).

A legislação ambiental já incentiva o uso de bioindicadores nos programas de monitoramento da qualidade da água continental no Brasil. A resolução mais recente do Conselho Nacional de Meio Ambiente que dispõe sobre a classificação, enquadramento e padrões de qualidade dos corpos de água (CONAMA 357/2005), ressalta que “a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas”.

Nesse contexto, a CETESB (2006) propôs a utilização de índices de comunidades biológicas para complementação da caracterização clássica e corriqueira realizada

mediante a análise das variáveis físico-químicas, com o objetivo de avaliar a qualidade das águas com vistas à preservação da vida aquática. Frente ao papel do plâncton na rede trófica dos ambientes aquáticos, foram elaborados os índices das comunidades fitoplanctônica (ICF<sub>RES</sub>) e zooplanctônica (ICZ<sub>RES</sub>), os quais utilizam como descritores a composição, abundância e dominância dos grupos componentes para uma interpretação mais completa das condições ecológicas nos reservatórios.

Os índices das comunidades planctônicas vêm sendo aplicados em reservatórios de diferentes bacias hidrográficas do estado de São Paulo, Sudeste do Brasil, tornando mais eficiente a avaliação dos impactos nos ecossistemas aquáticos dessa região, os quais, porém, devido à base ecológica generalizada, podem ser utilizados em reservatórios de outras regiões do Brasil.

No entanto, mesmo com respaldo legal e frente à importância da interação entre fatores bióticos e abióticos na avaliação da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos continentais, o uso formal de bioindicadores é ainda restrito, sendo de extrema necessidade a aplicação dos índices já propostos em bacias hidrográficas de diferentes regiões do Brasil, a fim de ajustar e aprimorar os instrumentos de gestão e monitoramento dos corpos d'água no País.

## 2. HIPÓTESES

---

- ❖ Os reservatórios estudados diferem quanto às condições tróficas da água.
- ❖ A diversidade e a estrutura das populações planctônicas, bem como as variáveis abióticas, diferem quanto à sazonalidade (períodos seco e chuvoso) em ambos os reservatórios estudados.
- ❖ O estado trófico da água interfere nas relações entre os fatores bióticos e abióticos nos reservatórios estudados.
- ❖ Os organismos planctônicos são bons indicadores das condições de qualidade da água em ambos os reservatórios estudados.

### 3. OBJETIVOS

---

#### 3.1. Geral

Descrever a diversidade e analisar a estrutura das comunidades planctônicas em dois reservatórios urbanos (Prata e Apipucos) com diferentes graus de trofia no nordeste do Brasil, utilizando descritores bióticos e abióticos e as interações entre esses componentes, durante um ciclo anual completo.

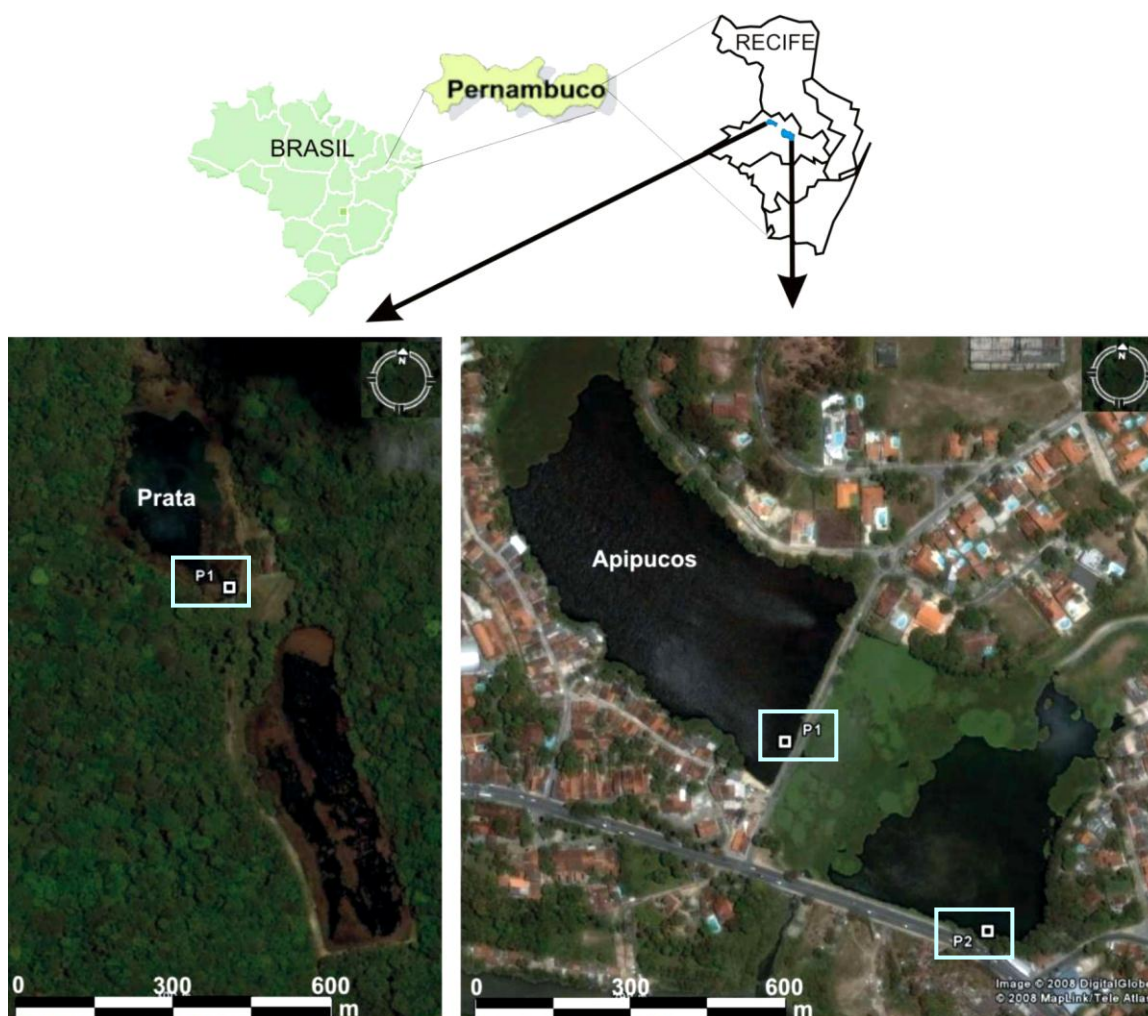
#### 3.2. Específicos

- ❖ Avaliar os padrões de variação temporal das variáveis abióticas nos reservatórios.
- ❖ Avaliar os padrões das variações temporal e espacial na composição, riqueza, diversidade e estrutura das comunidades planctônicas (fitoplâncton e zooplâncton) nos reservatórios.
- ❖ Avaliar a inter-relação entre as variáveis abióticas e as comunidades planctônicas nos reservatórios.
- ❖ Avaliar a qualidade da água através da interpretação dos dados encontrados para as variáveis bióticas e abióticas nos reservatórios.

#### 4. ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em dois reservatórios tropicais urbanos, rasos e geograficamente próximos (distanto aproximadamente 4 km um do outro), situados na cidade do Recife, capital de Pernambuco, nordeste do Brasil. Esses corpos de água compõem a bacia hidrográfica do principal rio do Estado, o Capibaribe. Porém, apesar das semelhanças e da proximidade física, diferem basicamente quanto ao uso, ocupação da área de entorno, impactos antrópicos e estado trófico da água (Figura 1, Tabela 1).

O ciclo anual da região caracteriza-se por dois períodos sazonais quanto à precipitação pluviométrica: período chuvoso (março a agosto) e período de estiagem (setembro a fevereiro).



**Figura 1.** Localização geográfica e área de entorno dos reservatórios do Prata e de Apipucos, Nordeste do Brasil, com indicação dos pontos de coleta.

**Tabela 1.** Características gerais dos reservatórios do Prata e de Apipucos, Nordeste do Brasil.

Caracterização Geral	Prata	Apipucos
<b>Profundidade máxima</b>	4,40 metros	5,0 metros
<b>Uso</b>	Abastecimento público	Contenção de enchentes; recreação; pesca artesanal
<b>Estado trófico</b>	Oligotrófico	Eutrófico
<b>Cor/aspecto da água (Figura 2)</b>	Transparente/límpida	Verde escuro a marrom/turva
<b>Odor da água</b>	inodora	desagradável
<b>Ocupação da área de entorno</b>	Vegetação remanescente de Mata Atlântica	Conjuntos habitacionais, indústrias, comércio.
<b>Impactos antrópicos</b>	Acesso não autorizado de pessoas para banho	Lançamento de efluentes sanitários, industriais e comerciais não-tratados



Foto: Viviane Almeida

**Figura 2.** Comparação da cor aparente entre as amostras de água provenientes dos reservatórios do Prata (1 e 2) e de Apipucos (3, 4 e 5), Nordeste do Brasil.



a. Visão geral do reservatório do Prata e da vegetação circundante; b - f. visão da coluna d'água no ponto de coleta e das macrófitas aquáticas existentes; g - h. exemplos da fauna do reservatório.



#### 4.1. O reservatório do Prata

O reservatório do Prata é um ecossistema oligotrófico, localizado a 08°00'28.5" S e 34°50'54.5" W, na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil. Possui área de aproximadamente 18.550 m<sup>2</sup> e um volume de 43.267 m<sup>3</sup> no inverno e 28.658 m<sup>3</sup> no verão, com profundidade que varia de 0,15 a 4,40 m (Chamixaes et al. 1993). Compõe a sub-bacia do rio Prata, interligada à bacia hidrográfica do rio Capibaribe. Seu nome provém de uma lenda (Apêndice A).

Representa o primeiro manancial de abastecimento de água oficial da cidade do Recife, tendo sido construído entre os anos de 1842 e 1848. Constitui, atualmente, uma das principais fontes de abastecimento público na Região Metropolitana do Recife (COMPESA 2004), servindo com água potável aproximadamente 100.000 habitantes (Lima e Corrêa 2005).

É um dos poucos ecossistemas da região metropolitana do Recife onde as condições ambientais permanecem em seu estado natural (FUNDAJ 2010). Está inserido em uma Unidade de Conservação formada por uma reserva florestal com vegetação de remanescente de Mata Atlântica cujo acesso é controlado, sendo permitida a utilização deste manancial apenas para fins de abastecimento público, pesquisa científica e visitação didática, ficando proibido o acesso ao público em geral.

As águas do reservatório do Prata possuem aspecto visual transparente e límpido (Figura 2) e estão enquadradas, de acordo com a resolução Conama 357/05 (Anexo 1), na “classe especial” (COMPESA 2004).

Macrófitas aquáticas emersas e submersas ocorrem abundantemente em quase toda a extensão do reservatório.

Não há registro de estudos anteriores sobre o plâncton nesse reservatório, estando os trabalhos do meio biótico restritos ao: i. estudo da ficoflórula perifítica, destacando-se as clorófitas e diatomáceas (Vasconcelos 1996); ii. das macrófitas aquáticas, com grande representação de *Cabomba aquatica* Aubl. e *Eleocharis spp.*, entre outras (Xavier et al. 2007, Moura-Júnior et al. 2009) e iii. dos fungos, ressaltando-se a ocorrência de cinco espécies de Hyphomycetes como nova ocorrência no país (Cavalcanti e Milanez 2007).



a, c - d. Visão geral do reservatório de Apipucos e da área de entorno; b. ponte entre os subsistemas e visão das macrófitas aquáticas; e. detalhe da floração de *Eichornia crassipes*; f - g. indivíduos de tilápia que ocorrem no reservatório; h. retirada manual das macrófitas realizada pela prefeitura municipal.

## 4.2. O reservatório de Apipucos

O reservatório de Apipucos está situado a 8°01'14"S e 34°56'00"W, na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil. Possui área de 2,9 km<sup>2</sup>, volume de 556.375 m<sup>3</sup> e profundidade média de 2,5 m (Neumann-Leitão et al. 1989), tendo sido construído com os objetivos de contenção de enchentes e recreação. É formado por dois subsistemas, separados por uma ponte, a qual permite a interligação entre as massas d'água.

Esse corpo d'água apresenta destacado valor histórico-cultural e paisagístico-ambiental para a cidade do Recife, sendo sua bacia hidrográfica considerada Área de Proteção Ambiental - APA Açude de Apipucos. Foi enquadrada no Sistema Nacional de Unidades de Conservação e regulamentada no ano de 2006, com os objetivos de “proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos seus recursos naturais” (Veras 2009).

Porém, a intensa urbanização do entorno acarreta impactos severos ao reservatório. Grande quantidade de poluição atinge diariamente suas águas, tanto de origem orgânica, proveniente de conjuntos habitacionais com precário saneamento básico, resultando no lançamento de esgoto *in natura*, como de origem química, através de efluentes industriais e descartes de restaurantes e de um posto de gasolina (Silva et al. 2009). De acordo com Chamixaes (1984), esse corpo d'água apresenta elevado nível de eutrofização. Suas águas são escuras e turvas (Figura 2).

A ocorrência de macrófitas é bastante expressiva no local, representadas principalmente pela espécie *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, a qual desenvolve grandes populações, cobrindo freqüentemente extensas áreas da superfície da coluna d'água e reduzindo a penetração da luz, principalmente na região litorânea (Pereira e Nascimento, 2009). Grande variedade de espécies de peixes, nativas e exóticas, ocorre nas águas do reservatório, entre as quais se destaca *Oreochromis niloticus*, a “tilápia do Nilo”, oriunda dos rios africanos e altamente resistente à poluição orgânica, tendo sido introduzida no reservatório na década de 1980 (Severi 2009).

De acordo com as condições degradadas desse ambiente aquático, as águas do reservatório de Apipucos podem ser enquadradas como classe 4 segundo a resolução Conama 357/05 (Anexo 1). Trabalhos pioneiros sobre o fitoplâncton desse reservatório foram desenvolvidos por Chamixaes (1984, 1990), enquanto o zooplâncton foi estudado por Neumann-Leitão e Souza (1987), Neumann-Leitão et al. (1989), Ferreira (2002) e Elmoor-Loureiro (2004).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

---

### 5.1. Desenho Amostral

Foram realizadas medidas mensais (em réplica) das variáveis bióticas e abióticas durante um ciclo anual completo - março de 2008 a fevereiro de 2009, em ambos os reservatórios, sempre no horário entre 08h30 e 11h00.

No reservatório do Prata foi estabelecido um ponto de coleta, com amostragem nos estratos de subsuperfície e fundo. No reservatório de Apipucos, foram estabelecidos dois pontos de coleta, sendo o ponto 1 (P1) localizado na região limnética e o ponto 2 (P2) na região litorânea, com distância de aproximadamente 300 metros entre os dois. No P1, as amostragens foram realizadas nos estratos de subsuperfície e fundo, enquanto no P2 a profundidade reduzida limitou a coleta de água ao estrato de subsuperfície (ver Figura 1).

Para as amostragens de água na superfície foi utilizado recipiente graduado com capacidade para 10 litros, enquanto as amostras de fundo foram obtidas através de uma garrafa de Van Dorn com capacidade para cinco litros.

### 5.2. Variáveis climatológicas

Os dados climatológicos de precipitação pluviométrica, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento a 10 metros foram obtidos junto à Estação Recife ID 32568 do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC - do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, cuja área de abrangência inclui ambos os reservatórios estudados. As observações de campo para as condições climatológicas encontram-se no Apêndice B.

### 5.3. Variáveis abióticas da água

Para obtenção dos dados referentes às variáveis abióticas da água, foram feitas medidas *in situ* utilizando-se os seguintes equipamentos: profundidade - ecobatímetro digital modelo Speedtech 746425; transparência da água - desaparecimento visual do disco de Secchi; concentração de oxigênio dissolvido e saturação do oxigênio - oxímetro digital modelo Handylab OX1; temperatura da água e condutividade elétrica - condutímetro digital modelo Handylab LF1; turbidez - turbidímetro digital modelo HI93703.

Para determinação do potencial hidrogeniônico (pH), amostras de água foram coletadas em frascos de vidro âmbar e transportadas ao laboratório para análise em potenciômetro de bancada modelo DMPH-2, no máximo três horas após a coleta.

A extensão da zona eufótica foi calculada multiplicando-se o valor da transparência da água pelo fator 2,7, de acordo com o descrito em Esteves (1998). Os teores de clorofila *a* foram obtidos de acordo com a metodologia descrita por Lawton et al. (1999), utilizando como solvente etanol quente a 90%. O material em suspensão foi determinado através de método gravimétrico (conforme protocolo no Anexo 2). Para análise do fósforo total e fósforo total dissolvido foram utilizados os protocolos propostos por Valderrama (1981) e Strickland e Parsons (1965), respectivamente.

O estado trófico foi determinado de acordo com o índice de Carlson (1977) modificado por Toledo Júnior (1990), através da média mensal dos valores de superfície para clorofila *a* e fósforo total segundo a CETESB (2006). O resultado final do Índice de Estado Trófico - IET classifica as águas dos reservatórios de acordo com as seguintes categorias:  $\leq 44$  = oligotrófico;  $44 < \text{IET} \leq 54$  = mesotrófico;  $54 < \text{IET} \leq 74$  = eutrófico;  $> 74$  = hipereutrófico.

#### **5.4. Comunidades planctônicas**

O fitoplâncton foi analisado a partir de amostras totais de 100 mL preservadas com lugol acético e sob refrigeração. Subamostras foram observadas em câmaras com capacidade para 10 mL em microscópio invertido Zeiss modelo Axiovert 135M sob aumento de 400x, após 24 horas de sedimentação (Utermöhl 1958), com contagem em campos aleatórios (Uhelinger 1964).

A identificação dos táxons foi feita sob microscópio óptico, com análise de material entre lâmina e lamínula e utilização de corantes, quando necessário. Especificamente para as diatomáceas (Bacillariophyceae), foram utilizadas lâminas permanentes, preparadas de acordo com o protocolo desenvolvido por Carr et al. (1986). Para o enquadramento taxonômico, foi utilizada bibliografia especializada para os diversos grupos, tais como Prescott e Vinyard (1982), Komárek e Fott (1983), Anagnostidis e Komárek (1985, 1988, 1990), Komárek e Anagnostidis (1986, 1989, 2000, 2005), Popovsky e Pfiester (1990), Round et al. (1990), Krammer e Lange-Bertalot (1991a, 1991b), Hoek et al. (1997), John et al. (2002), Bicudo e Menezes (2006) e Franceschini et al. (2010).

A estimativa do biovolume do fitoplâncton seguiu os métodos descritos em Hillebrand et al. (1999) e Sun e Liu (2003), sendo os valores convertidos em biomassa de acordo com Wetzel e Likens (1991). Para tanto, procedeu-se a aferição das medidas de 30 organismos de cada espécie, de acordo com a forma geométrica adequada, determinando-se assim o biovolume para cada espécime e, posteriormente, a média populacional. A

dificuldade de reunir uma quantidade adequada de organismos impossibilitou a estimativa do biovolume para algumas espécies esporádicas.

Para o zooplâncton, 50-100 e 20-40 litros de água foram filtrados dos reservatórios do Prata e de Apipucos, respectivamente, em rede com 68 µm de abertura de malha. As amostras foram preservadas com formol 4% adicionado de glicose 6%, após os organismos terem sido narcotizados com água gaseificada, de acordo com Pinto-Coelho (2004)

Subamostras foram analisadas em microscópio óptico Coleman modelo N200-T em câmara de Sedgwick-Rafter com capacidade para 2 mL, sob aumento de 100x. A identificação dos organismos seguiu as técnicas usuais para cada grupo e esteve baseada em bibliografia específica, tais como Mizuno (1968), Koste (1978), Reid (1985), Montú e Goeden (1986) e Elmoor-Loureiro (1997).

A massa dos organismos zooplanctônicos foi estimado através do biovolume, de acordo com as fórmulas adaptadas de Ruttner-Kolisko (1977), cujos resultados em µm<sup>3</sup> foram convertidos para biomassa (peso úmido) de acordo com Bottrell et al. (1976). Salientamos que, para os microcrustáceos, foram utilizadas as fórmulas geométricas melhor adaptadas à forma dos táxons (conforme descrito no Apêndice C). Os procedimentos utilizados para determinação da média populacional do biovolume de cada espécie foram os mesmo já descritos para o fitoplâncton.

Os organismos de outras comunidades aquáticas, os quais, eventualmente, tenham ocorrido nas amostras de zooplâncton coletadas no presente estudo, foram descritos nas tabelas de composição e riqueza apenas em nível de complementação, já que se tratam de táxons não-planctônicos, sendo denominados no texto de “fauna acompanhante”.

## 5.5. Fotodocumentação

Foi realizado o registro de imagens para os táxons planctônicos mais frequentes e abundantes em ambos os reservatórios estudados, utilizando-se microscópio Zeiss modelo Jenaval, equipado com câmera fotográfica digital Samsung modelo SHC-730N e lâminas temporárias, semi-permanentes e permanentes.

## 5.6. Tratamento dos Dados

A frequência de ocorrência (FO) e a abundância relativa (AR) dos táxons foram determinadas de acordo com as fórmulas e critérios da CETESB (1978):

$FO = Ta * 100/TA$ , onde **Ta** é o número de amostras em que o táxon ocorreu e **TA** o número total de amostras. Os resultados são apresentados em porcentagem, utilizando o

seguinte critério: > 70% = Muito freqüente; 70% | 40% = Freqüente; 40% | 10% = Pouco freqüente e <10% = esporádico.

$AR = N * 100/Na$ , onde  $N$  é o número de organismos de cada táxon na amostra e  $Na$  o número total de organismos na amostra.

Os índices de diversidade  $H'$  de Shannon (1948) e equitabilidade  $E$  de Pielou (1967) foram calculados a partir dos dados de densidade total do plâncton. A análise dos componentes principais para os dados mensais das variáveis analisadas foi elaborada através do software XLSTAT versão 5.2., utilizando o índice de correlação de Pearson.

A significância nas diferenças entre os valores encontrados para as variáveis bióticas e abióticas quanto à sazonalidade, pontos e profundidades de estudo foram avaliadas através de testes paramétrico (Tukey) e não-paramétrico (Mann-Whitney), de acordo com a normalidade dos dados, sendo consideradas significativas diferenças em que  $p < 0,05$ . Para avaliação da correlação entre as densidades e biomassas do fitoplâncton e zooplâncton, foi utilizado o coeficiente de Pearson. As referidas análises estatísticas foram realizadas através do software BioEstat 3.0.

## 5.7. Índices de comunidades biológicas

A avaliação da qualidade da água para as comunidades bióticas foi realizada mediante a utilização dos índices das comunidades fitoplanctônica ( $ICF_{RES}$ ) e zooplanctônica ( $ICZ_{RES}$ ) desenvolvidos pela CETESB (2006).

O índice da comunidade fitoplanctônica para reservatórios ( $ICF_{RES}$ ) relaciona a densidade total de organismos, a dominância entre os grupos e o IET calculado com base nos valores de clorofila  $a$  e fósforo total, sendo os resultados enquadrados em quatro categorias de qualidade da água (Tabela 2).

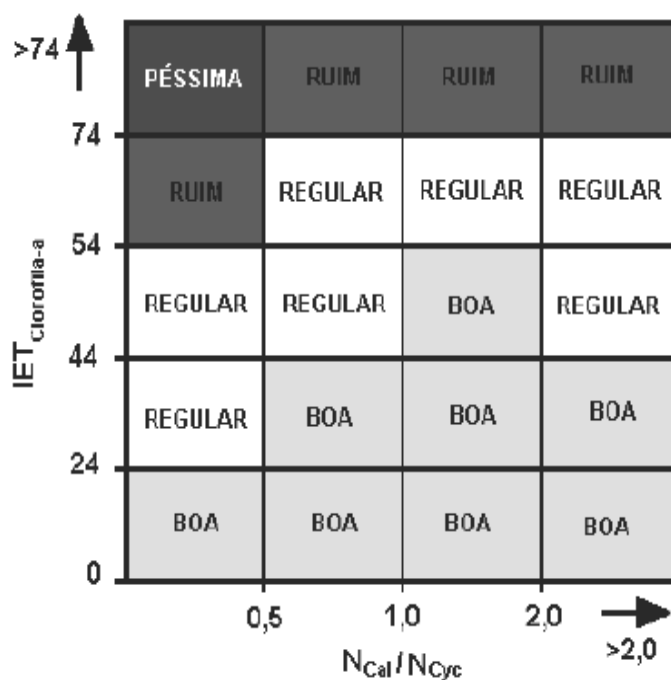
**Tabela 2.** Categorias de qualidade da água para o  $ICF_{RES}$  (modificado da CETESB 2006)

Ponderação	Níveis	Categoria
1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < $1 \times 10^3$ org/mL $52 \geq IET$	Ótima
2	Dominância de clorófitas (Desmidiáceas) ou diatomáceas Densidade total > $1 \times 10^3$ e < $5 \times 10^3$ org/mL $52 < IET \leq 59$	Boa
3	Dominância de clorófitas (Chlorococcales) Densidade total > $5 \times 10^3$ e < $10 \times 10^3$ org/mL $59 < IET \leq 63$	Regular
4	Dominância de Cianófitas ou Euglenófitas Densidade total > $10 \times 10^3$ org/mL $IET > 63$	Ruim

Frente ao fato de que os critérios de determinação da dominância para os grupos fitoplanctônicos não são esclarecidos, adotou-se como grupo dominante aquele com maior abundância relativa quanto à densidade de organismos.

O índice da comunidade zooplanctônica para reservatórios (ICZ<sub>RES</sub>) considera a presença dos três principais grupos zooplanctônicos - Rotifera, Cladocera e Copepoda, a razão entre a densidade de Copepoda Calanoida (indicadores de melhor qualidade da água) e Copepoda Cyclopoida (indicadores de ambientes altamente eutróficos) e o Índice de Estado Trófico (IET) calculado com os dados de clorofila *a*. As categorias de qualidade são obtidas de acordo a matriz ilustrada na Figura 3.

Para elaboração dos referidos índices biológicos, foram utilizados apenas os dados do estrato de superfície.



**Figura 3.** Categorias de qualidade da água para o ICZ<sub>RES</sub> (Fonte: CETESB 2006). Obs: A utilização direta da matriz requer a presença dos três principais grupos zooplanctônicos, devendo-se enquadrar a qualidade da água, na ausência de Rotifera e Cladocera, na categoria “ruim”, e na ausência de Copepoda Cyclopoida, na categoria “péssima”.

## 5.8. Normatização do texto

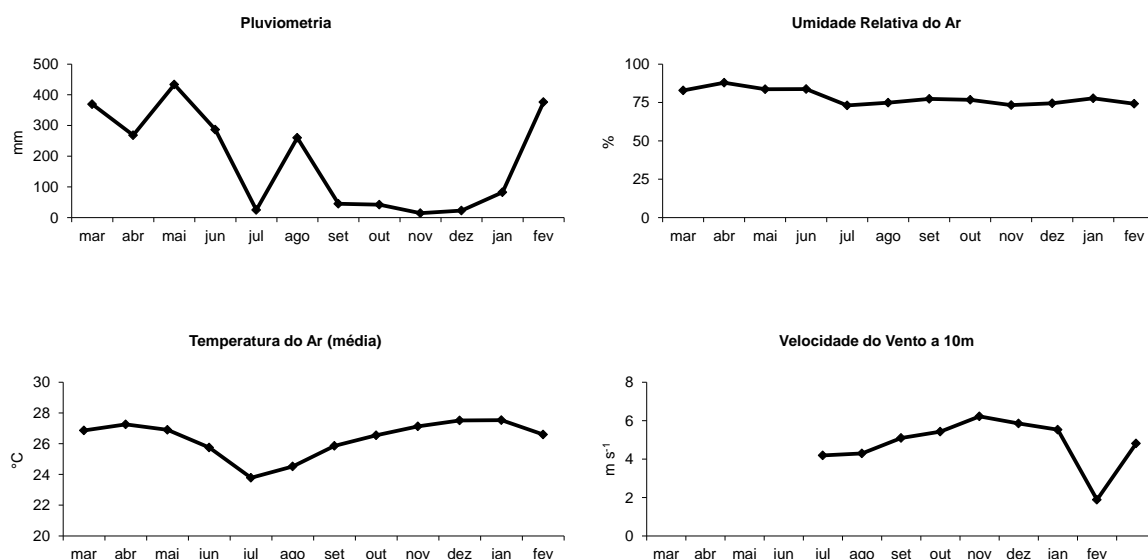
As citações no texto e as referências bibliográficas seguiram as normas do periódico Anais da Academia Brasileira de Ciências (Anexo 3). Para as teses e similares, utilizou-se as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas.



## 6. RESULTADOS

### 6.1. Climatologia da área

Durante o ciclo anual estudado, o nível pluviométrico mensal máximo foi de 433,25 mm, com valores médios de 273,67 e 97,22mm nos períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente, sendo esta diferença significativa (Tukey;  $p = 0,003$ ). A temperatura do ar variou entre 18 e 33 °C, com média de 26,35 °C e maiores valores durante a estiagem. A umidade relativa alcançou médias de 81% no período chuvoso e 75,6% na estiagem, enquanto os valores médios para velocidade do vento foram de 4,24 m s<sup>-1</sup> e 5,00 m s<sup>-1</sup> nos períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente (Figura 4).

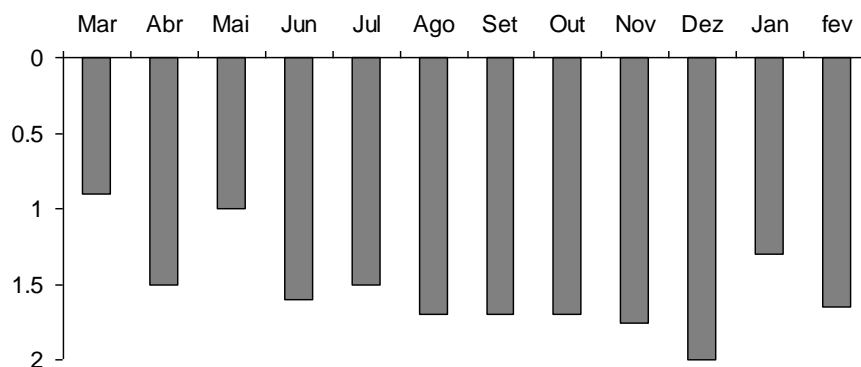


**Figura 4.** Variação temporal dos valores apresentados para as variáveis climatológicas na área de abrangência dos reservatórios do Prata e de Apipucos (total mensal para a pluviometria e média mensal para as demais variáveis), durante o ciclo anual estudado. Obs.: ausência de valores de velocidade do vento no banco de dados acessado, entre março e junho de 2008.

### 6.2. Variáveis física e químicas e Clorofila *a*

#### 6.2.1. Reservatório do Prata

A profundidade da coluna d'água nas coletas mensais variou de 0,9 m a 2,0 m, com média de 1,5 m e transparência sempre de 100% (Figura 5 e Tabela 3), assim como a zona eufótica. A diferença de profundidade entre os períodos sazonais foi significativa (Tukey;  $p = 0,007$ ), com maiores valores no período seco.



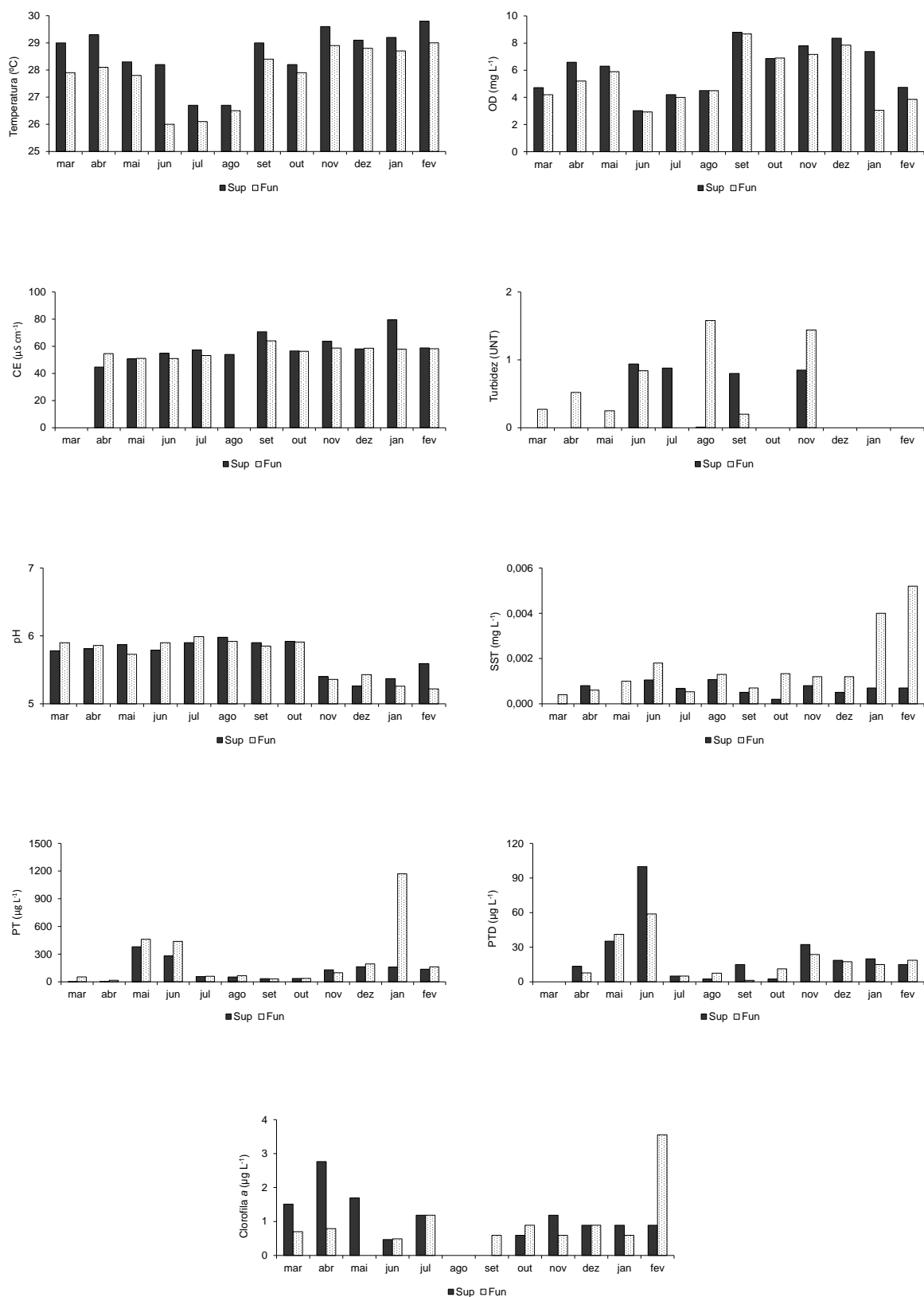
**Figura 5.** Variação temporal da profundidade (m) no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado.

Na Figura 6 e na Tabela 3 são apresentados o resumo geral e a variação temporal dos dados referentes às variáveis abióticas da água e clorofila *a* no reservatório do Prata.

Os valores obtidos para a temperatura da água variaram de 26,0 a 29,8 °C. Não foi observada diferença significativa entre os valores de temperatura das profundidades de estudo, porém, a diferença entre os períodos chuvoso (27,6 °C) e seco (28,9 °C) foi significativa (Tukey;  $p = 0,001$ ). Para a concentração de oxigênio dissolvido foram registrados valores mínimo de 2,9 mg L<sup>-1</sup> com 35,9% de saturação de O<sub>2</sub> e máximo de 8,8 mg L<sup>-1</sup> com saturação de 111%, tendo sido encontrada diferença significativa quanto aos períodos sazonais (Tukey;  $p = 0,003$ ), com média mais elevada no período seco (6,8 mg L<sup>-1</sup>) em relação ao chuvoso (4,7 mg L<sup>-1</sup>).

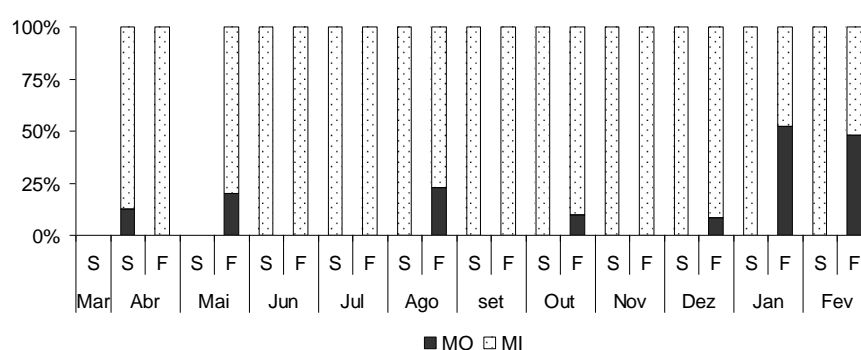
**Tabela 3.** Resumo geral dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água e clorofila *a* no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

	Amplitude	Média anual	DP	CV (%)
Temperatura da água (°C)	26,0 - 29,8	28,2	1,1	4,0
Profundidade (m)	0,9 - 2,0	1,6	0,3	18,5
Transparência (m)	0,9 - 2,0	1,6	0,3	18,5
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	2,9 - 8,8	5,9	1,9	32,7
Saturação do oxigênio (%)	35,9 - 111,0	74,5	25,4	34,1
Condutividade elétrica (µS cm <sup>-1</sup> )	44,7 - 79,5	57,7	7,4	12,7
Turbidez (UNT)	0 - 1,6	0,4	0,5	135,9
pH	5,2 - 6,0	5,7	0,3	4,7
Sólidos suspensos totais (mg L <sup>-1</sup> )	0 - 0,0052	0,0011	0,0012	105,90
Matéria orgânica (mg L <sup>-1</sup> )	0 - 0,0025	0,0002	0,0007	278,81
Matéria inorgânica (mg L <sup>-1</sup> )	0 - 0,0027	0,0009	0,0006	68,80
Fósforo total (µg L <sup>-1</sup> )	0,003 - 1.170,3	181,1	254,2	140,3
Fósforo total dissolvido (µg L <sup>-1</sup> )	1,2 - 99,9	21,2	22,5	106,1
Clorofila <i>a</i> (µg L <sup>-1</sup> )	0 - 3,50	0,94	0,84	89,85



**Figura 6.** Variação temporal dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água e clorofila *a* no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (Sup) e fundo (Fun), durante o ciclo anual estudado. OD: oxigênio dissolvido; CE: condutividade elétrica; SST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido.

Os valores de condutividade variaram entre 44,7 - 79,5  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , com médias significativamente diferentes (Tukey;  $p = 0,000$ ) entre os períodos seco (61,8  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) e chuvoso (52,4  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Para a turbidez, não foram observadas diferenças significativas quanto aos períodos sazonais nem profundidades de coleta, com valores oscilando entre 0,0 e 1,6 UNT. Os valores detectados para as variáveis pH (5,2 - 6,0), sólidos suspensos totais (0 - 0,005  $\text{mg L}^{-1}$ ), nutrientes fosfatados (0,003 - 1.170,3  $\mu\text{g L}^{-1}$  para PT e 1,2 - 99,9  $\mu\text{g L}^{-1}$  para PTD) e clorofila *a* (0,0 - 3,5  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) também não apresentaram diferenças sazonal ou vertical significativas. Destaca-se que a matéria inorgânica representou a maior parte dos sólidos suspensos totais, com exceção para o estrato de fundo no mês de janeiro (Figura 7).



**Figura 7.** Variação temporal da proporção entre os valores de matéria orgânica (MO) e matéria inorgânica (MI) no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado. Obs: valores de superfície nos meses de março e maio = 0  $\text{mg L}^{-1}$ .

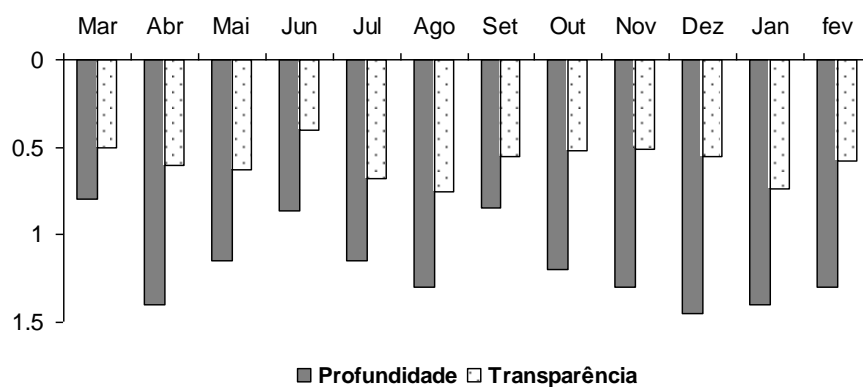
Quanto ao Índice de Estado Trófico - IET, de forma geral, o reservatório do Prata foi considerado oligotrófico, com média anual de 36,9. Porém, foi observada classificação como mesotrófico em cinco meses do ano e eutrófico em um mês. Os valores observados para o IET calculado através dos dados de clorofila *a* diferiram sensivelmente daqueles calculados através dos dados de fósforo total (Tabela 4). Individualmente, os valores de clorofila *a* estariam enquadrados como oligotróficos, porém, os elevados valores de fósforo total em alguns meses comprometeu o estado trófico deste corpo d'água.

**Tabela 4.** Valores mensais e classificação pelo Índice de Estado Trófico - IET das águas do reservatório do Prata. PT: fósforo total; CL: clorofila *a*; OLIG: oligotrófico; MES: mesotrófico; EUT: eutrófico.

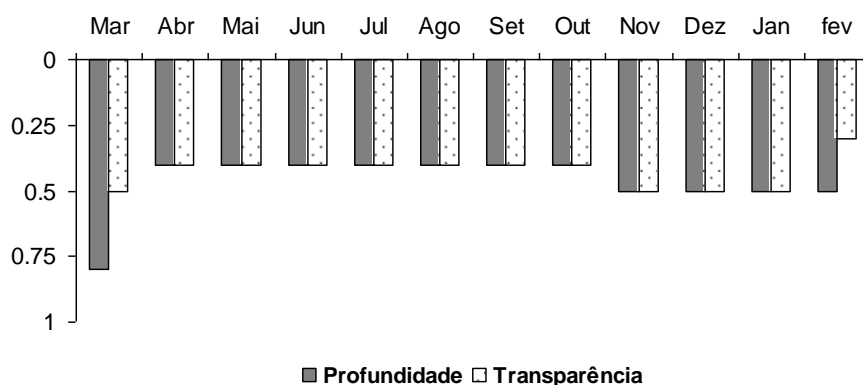
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Média
<b>IET (PT)</b>	-87,1	21,2	82,4	78,1	54,9	53,8	47,5	48,7	66,9	70,3	69,9	67,7	47,9
<b>IET (CL)</b>	34,7	40,8	35,8	22,9	32,3	0,0	0,0	25,3	32,3	29,4	29,4	29,4	26,0
<b>IET Final</b>	-26,2	31,0	59,1	50,5	43,6	26,9	23,8	37,0	49,6	49,8	49,6	48,5	36,9
<b>Categoria</b>	OLIG	OLIG	EUT	MES	OLIG	OLIG	OLIG	OLIG	MES	MES	MES	MES	OLIG

### 6.2.2. Reservatório de Apipucos

No P1, a profundidade mensal da coluna d'água variou de 0,8 a 1,45 m, com média de 1,18 m, enquanto para a transparência da água foram obtidos valores entre 0,4 e 0,75 m, com média de 0,58 m (Figura 8). No P2, a profundidade mensal da coluna d'água oscilou entre 0,40 e 0,80 m, com média de 0,47 m, enquanto a transparência da água variou entre 0,30 e 0,50 m, com média de 0,42 m (Figura 9). Em ambos os pontos de estudo, a zona eufótica representou sempre 100% da profundidade analisada.



**Figura 8.** Variação da profundidade e da transparência da água (m) no P1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado.



**Figura 9.** Variação da profundidade e da transparência da água (m) no P2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado.

A variação temporal e o resumo dos resultados encontrados para as variáveis abióticas da água e clorofila *a* no reservatório de Apipucos, em ambos os pontos de coleta, estão contidos na Figura 10 e Tabelas 5 e 6.

Não houve diferenças significativas de temperatura da água entre os períodos sazonais e profundidades de estudo no P1, com média geral de 28,4°C.

Foram registrados teores médios para a concentração de oxigênio dissolvido de 2,71 mg L<sup>-1</sup> (34,63% de saturação) no P1 e 3,61 mg L<sup>-1</sup> (35,30% de saturação) no P2, com pico no mês de dezembro/08 em ambos os pontos de estudo. Teores mais elevados foram observados na estiagem tanto no P1 (Tukey; p = 0,0006) como no P2 (Mann-Whitney; p = 0,0247), assim como para a superfície em relação ao fundo no P1 (Tukey; p = 0,0308).

**Tabela 5.** Resumo geral dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água no P1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

	<b>Amplitude</b>	<b>Média anual</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Temperatura da água (°C)</b>	25,7 - 30,4	28,0	1,4	5,0
<b>Profundidade (m)</b>	0,8 - 1,45	1,18	0,22	18,88
<b>Transparência (m)</b>	0,4 - 0,75	0,58	0,10	17,21
<b>Oxigênio dissolvido (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,6 - 13,3	2,7	2,6	98,9
<b>Saturação do oxigênio (%)</b>	7,0 - 175,4	34,6	35,5	102,7
<b>Condutividade elétrica (µS cm<sup>-1</sup>)</b>	255 - 880	474,9	206,2	43,4
<b>Turbidez (UNT)</b>	16,87 - 101	33,7	22,7	67,3
<b>pH</b>	5,81 - 7,65	6,67	0,36	5,34
<b>Sólidos suspensos totais (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,008 - 0,16	0,03	0,03	105,68
<b>Matéria orgânica (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,0004 - 0,11	0,01	0,02	188,89
<b>Matéria inorgânica (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,005 - 0,05	0,02	0,01	54,02
<b>Fósforo total (µg L<sup>-1</sup>)</b>	131,1 - 1.681,2	481,8	458,8	95,2
<b>Fósforo total dissolvido (µg L<sup>-1</sup>)</b>	12,4 - 675,8	176,0	223,3	126,8
<b>Clorofila a (µg L<sup>-1</sup>)</b>	38,0 - 269,5	106,6	61,7	57,9

Para a condutividade, as diferenças entre os pontos de estudo e estratos verticais no P1 não foram significativas, com média geral de 456,8 µS cm<sup>-1</sup>. Entretanto, valores mais elevados foram registrados no período de estiagem em ambos os pontos de coleta (Mann-Whitney; p = 0,000 no P1 e Tukey; p = 0,005 no P2).

As médias de 33,77 UNT no P1 e 46,78 UNT no P2 para turbidez foram consideradas significativamente diferentes (Mann-Whitney; p = 0,009), ocorrendo o mesmo para o período chuvoso no P2 (Tukey; p = 0,013), não sendo verificadas diferenças quanto às profundidades de estudo no P1 (Figura 2). O pH da água variou de ácido a neutro, sendo a diferença entre as médias observadas entre períodos sazonais e estratos verticais não significativa, com média de 6,67 no P1 e de 6,89 no P2.

Para os sólidos suspensos totais, não foram observadas diferenças significativas entre os valores médios nos pontos 1 (0,030 mg L<sup>-1</sup>) e 2 (0,04 mg L<sup>-1</sup>). Os valores obtidos para o estrato de fundo foram mais elevados que os de superfície no P1 (Mann-Whitney; p

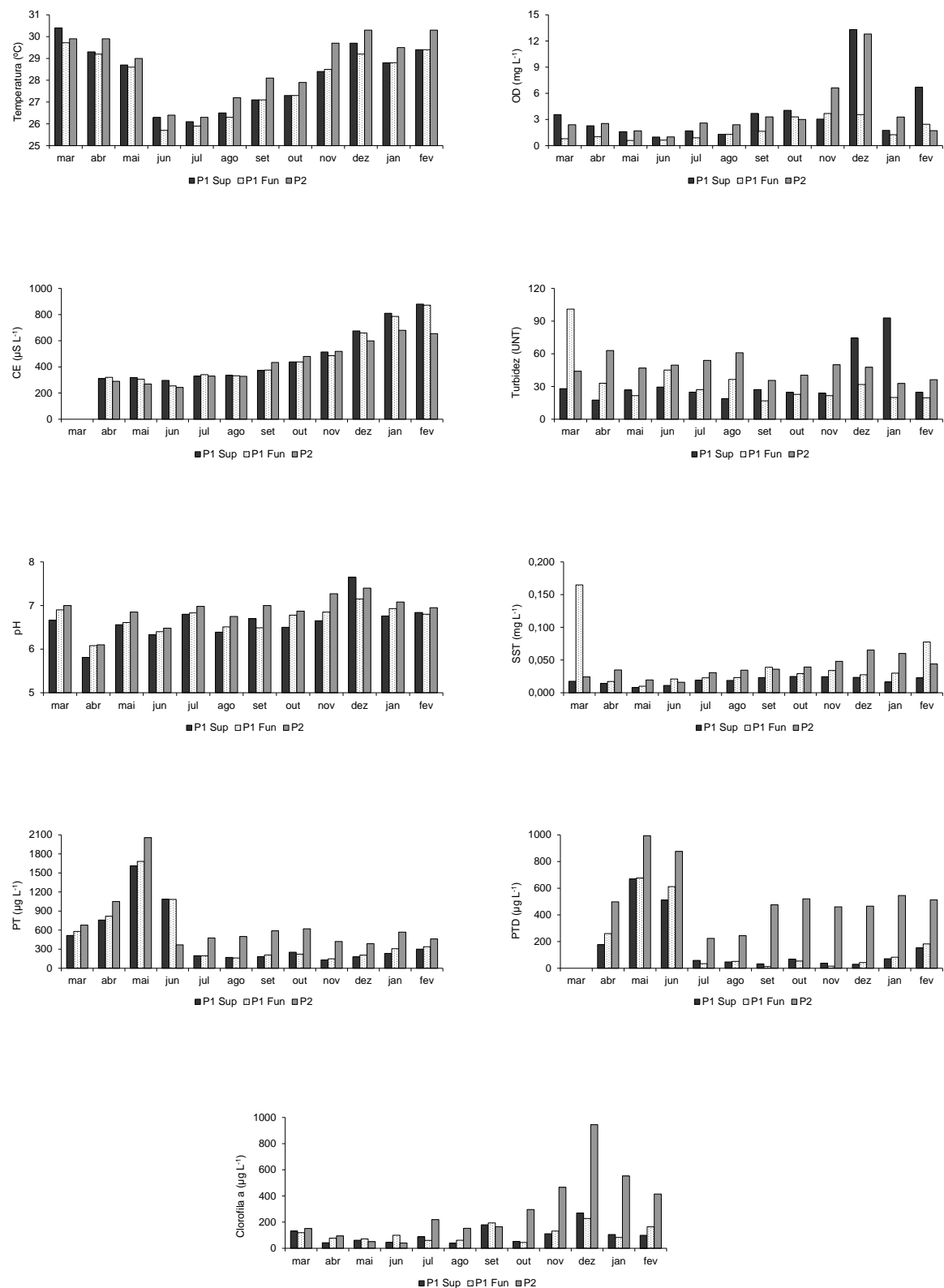
= 0,020), sendo também a média obtida para o período de estiagem mais elevada que no chuvoso tanto no P1 (Mann-Whitney;  $p = 0,003$ ) como no P2 (Tukey;  $p = 0,003$ ). Foi observada maior representação de matéria inorgânica durante todo o ciclo anual em ambos os pontos de estudo, com exceção apenas para as amostras do estrato de fundo dos meses de março/08 e fevereiro/09, no ponto 1 (Figuras 11 e 12).

Para o fósforo total, os valores foram significativamente diferentes entre os pontos de estudo (Tukey;  $p = 0,032$  para médias de  $481,81 \mu\text{g L}^{-1}$  e  $681,22 \mu\text{g L}^{-1}$  nos pontos 1 e 2, respectivamente), ocorrendo o mesmo quanto ao fósforo total dissolvido (Mann-Whitney;  $p = 0,001$  para médias de  $176,08 \mu\text{g L}^{-1}$  e  $528,44 \mu\text{g L}^{-1}$  nos pontos 1 e 2, respectivamente). Valores mais elevados para estes nutrientes foram registrados durante o período chuvoso apenas no P1 (Mann-Whitney;  $p = 0,037$  para fósforo total e  $p = 0,007$  para fósforo total dissolvido), não tendo sido observadas diferenças quanto à sazonalidade no P2 e profundidades de estudo no P1.

Quanto à clorofila *a*, a média registrada no P2 ( $295,72 \mu\text{g L}^{-1}$ ) superou aquela obtida no P1 ( $106,60 \mu\text{g L}^{-1}$ ) (Mann-Whitney;  $p = 0,014$ ). Valores mais elevados foram registrados no período de estiagem tanto no P1 (Tukey;  $p = 0,009$ ) como no P2 (Tukey;  $p = 0,003$ ), sendo, porém, as diferenças verticais no P1 não significativas.

**Tabela 6.** Resumo geral dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água no P2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

	Amplitude	Média anual	DP	CV
Temperatura da água (°C)	26,3 - 30,3	28,6	1,5	5,3
Profundidade (m)	0,4 - 0,8	0,47	0,12	58,7
Transparência (m)	0,3 - 0,5	0,42	0,06	14,6
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1,0 - 12,8	3,6	3,2	88,7
Saturação do oxigênio (%)	12,5 - 84,9	35,2	18,8	53,4
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	243 - 680	438,7	158,6	36,1
Turbidez (UNT)	32,8 - 63,0	46,7	9,6	20,5
pH	6,1 - 7,4	6,8	0,3	4,9
Sólidos suspensos totais ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,016 - 0,065	0,037	0,014	39,7
Matéria orgânica ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,003 - 0,016	0,008	0,003	45,9
Matéria inorgânica ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,011 - 0,053	0,029	0,013	45,7
Fósforo total ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	368,4 - 2.055,5	681,2	469,6	68,9
Fósforo total dissolvido ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	223,9 - 993,2	528,4	228,7	43,2
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	40,4 - 944,8	295,7	262,9	88,9



**Figura 10.** Variação temporal dos valores obtidos para as variáveis abióticas da água e clorofila *a* no reservatório de Apipucos, nos pontos 1 (P1) (Sup: superfície; Fun: fundo) e 2 (P2), durante o ciclo anual estudado. OD: oxigênio dissolvido; CE: condutividade elétrica; SST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido.





### 6.3. Diversidade das comunidades planctônicas

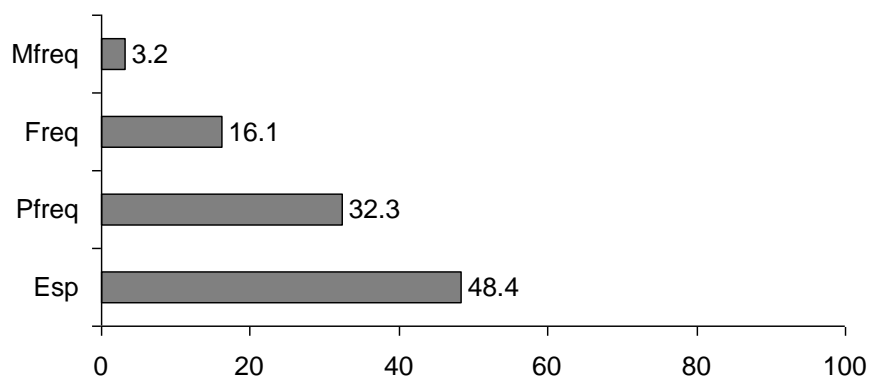
#### 6.3.1. Reservatório do Prata

##### ❖ Fitoplâncton

Foi registrada uma riqueza de 31 espécies, destacando-se as Chlorophyceae (14 spp.), seguidas por Bacillariophyceae (7 spp.) (Tabela 8). *Scenedesmus* foi o gênero com maior riqueza. *Peridinium* sp. foi o único táxon considerado muito freqüente, tendo sido a maioria das espécies (80,7%) considerada esporádica ou pouco freqüente (Figura 13).

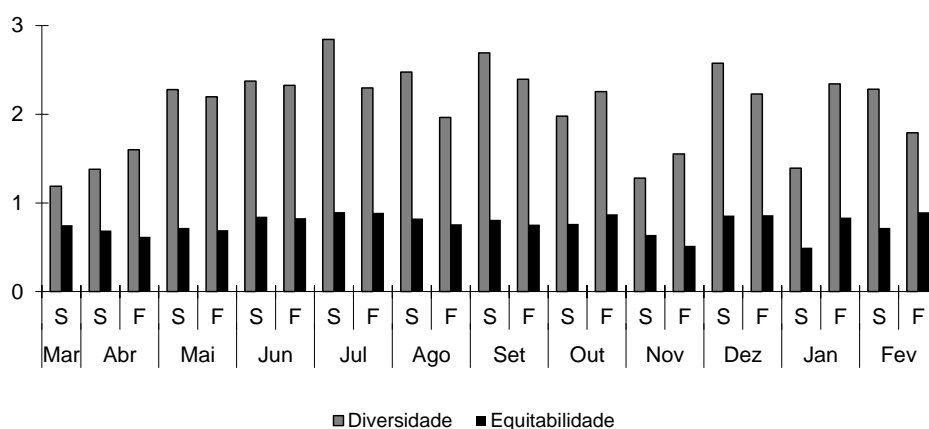
**Tabela 8.** Composição taxonômica e freqüência de ocorrência - FO do fitoplâncton do reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. +: esporádica ou pouco freqüente; ++: freqüente; +++: muito freqüente.

Táxons	FO
<b>Cyanophyceae</b>	
<i>Dolichospermum</i> sp.	+
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagnostidis	++
<i>Lyngbya</i> sp. 1	+
<i>Lyngbya</i> sp. 2	++
<i>Merismopedia</i> sp.	+
<b>Bacillariophyceae</b>	
<i>Amphipleura</i> sp.	++
<i>Anomoeoneis serians</i> (Brébisson) Cleve	+
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+
<i>Gomphonema</i> sp.	+
<i>Melosira distans</i> (Ehrenberg) Kützing	+
<i>Pinnularia</i> sp.	+
<b>Chlorophyceae</b>	
<i>Closterium acutum</i> Brébisson	+
<i>Cosmarium</i> sp.	++
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch e Rich) E. Hegewald	+
<i>Desmodesmus quadricauda</i> (Turpin) Hegewald	+
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	+
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	+
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	+
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	+
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansgirg) Chodat	+
<i>Scenedesmus bijugus</i> (Turpin) Kützing	+
<i>Tetmemorus laevis</i> (Kützing) Ralfs	+
<i>Tetraedron incus</i> (Teiling) G.M. Smith	+
<i>Tetraedron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	+
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	+
<b>Chrysophyceae</b>	
<i>Dinobryon</i> sp.	+
<b>Euglenophyceae</b>	
<i>Cryptomonas</i> sp.	+
<i>Euglena</i> sp.	++
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	+
<b>Dinophyceae</b>	
<i>Peridinium</i> sp.	+++



**Figura 13.** Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o fitoplâncton no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: freqüente; freq: freqüente; Pfreq: pouco freqüente; Esp: esporádico.

As médias para os valores de diversidade e equitabilidade do fitoplâncton no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado, foram de 2,07 bit ind<sup>-1</sup> e 0.76, respectivamente, não sendo observadas diferenças significativas entre os períodos sazonais nem quanto aos estratos verticais (Figura 14).



**Figura 14.** Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado.

#### ❖ Zooplâncton

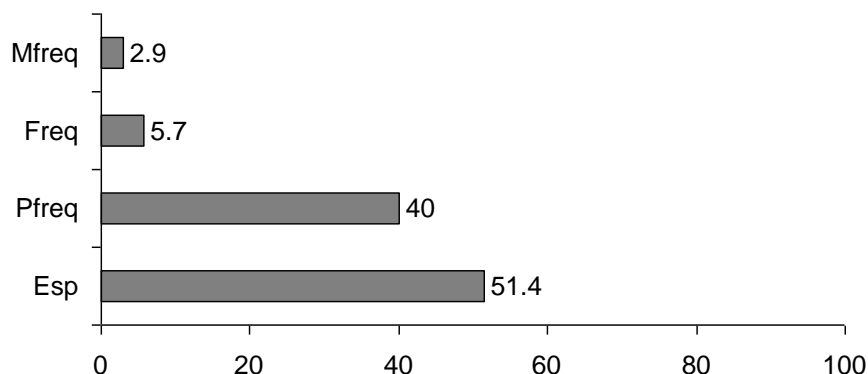
A comunidade zooplanctônica do reservatório do Prata esteve representada por um total de 35 táxons, incluindo 25 espécies de Rotifera, quatro de Cladocera e duas de Copepoda, sendo cada espécie de Copepoda representada por três diferentes estágios do ciclo de vida, os quais foram considerados individualmente (Tabela 9).

Rotifera destacou-se quanto à riqueza, estando representado principalmente por táxons dos gêneros *Brachionus* e *Lecane*, totalizando sete espécies cada.

**Tabela 9.** Composição taxonômica e frequência de ocorrência do zooplâncton e da fauna acompanhante no reservatório do Prata, durante o período estudado. +: esporádica ou pouco freqüente; ++: freqüente; +++: muito freqüente.

Táxons	FO
<b>Rotifera</b>	
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	+
<i>Asplanchnopus hyalinus</i> Haring, 1913	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+
<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> Pallas, 1766	+
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois e Daday, 1894	+
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	+
<i>Brachionus havanaensis</i> Rousselet, 1911	+
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	+
<i>Brachionus rubens</i> Ehrenberg, 1838	+
<i>Cephalodella</i> sp.	+
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+
<i>Kellicottia</i> sp.	+
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	+
<i>Lecane (Monostyla) bulla</i> (Gosse, 1886)	+
<i>Lecane (Monostyla) lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+
<i>Lecane (Monostyla) curvicornis</i> (Murray, 1913)	+
<i>Lecane (Monostyla) leontina</i> (Turner, 1892)	+
<i>Lecane (Monostyla) luna</i> (O. F. Muller, 1776)	+
<i>Lecane (Monostyla) papuana</i> (Murray, 1913)	+
<i>Lecane</i> sp.	+
<i>Macrochaetus collinsi</i> (Gosse, 1867)	+
<i>Platylas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	+
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)	+
<i>Rotaria</i> sp.	+
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+
<b>Cladocera</b>	
<i>Alonella dadayi</i> (Birge, 1910)	+++
<i>Dadaya macrops</i> (Daday, 1898)	+
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> (Herbst, 1967)	+
<i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874)	+
<b>Copepoda</b>	
<i>Notodiaptomus cearensis</i> Wright, 1936 (adulto)	++
Copepodito de <i>N. cearensis</i>	+
Náuplio de <i>N. cearensis</i>	+
<i>Thermocyclops decipiens</i> Kiefer, 1927 (adulto)	++
Copepodito de <i>T. decipiens</i>	+
Náuplio de <i>T. decipiens</i>	+
<b>Fauna Acompanhante</b>	
Protozoa: <i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg, 1830	+
Protozoa: <i>Ballanium</i> sp.	+
Protozoa: <i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1838)	++
Protozoa: <i>Didinium</i> sp.	+
Protozoa: <i>Diffugia</i> sp.	++
Protozoa: <i>Vorticella</i> sp.	+
Nematoda	++
Crustacea: Ostracoda	+
Acarina	+
Insecta - larva de <i>Chaoborus</i>	+
Insecta - adulto	+

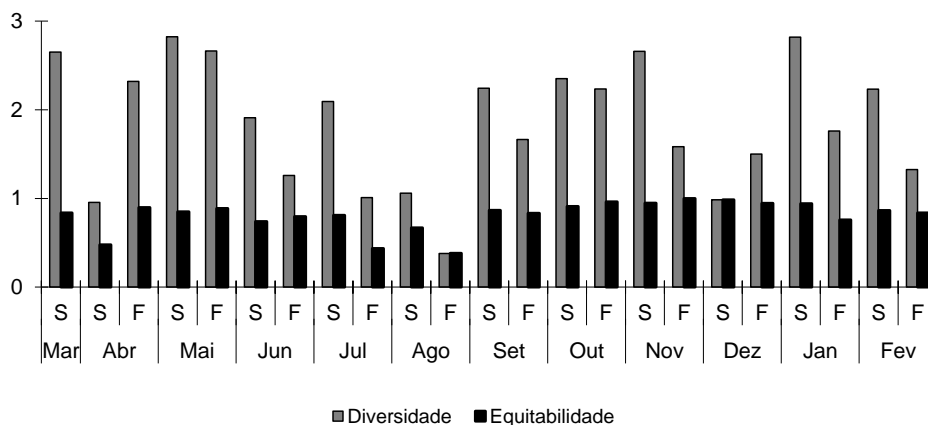
*Alonella dadayi* foi a única espécie considerada muito frequente, sendo a maior parte dos táxons (91,4%) classificada como esporádica ou pouco frequente (Figura 15).



**Figura 15.** Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o zooplâncton no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: freqüente; freq: freqüente; Pfreq: pouco freqüente; Esp: esporádico.

A fauna acompanhante totalizou onze táxons, com maior riqueza para Protozoa (Tabela 9). *Centropyxis aculeata* e *Diffflugia* sp., assim como os Nematoda, foram os táxons mais frequentes. Salienta-se que indivíduos de Ostracoda e Nematoda, organismos normalmente bentônicos, foram também encontrados em amostras de superfície.

Quanto à diversidade do zooplâncton, não foram observadas diferenças temporal ou vertical, com média anual de 1,83 bits ind<sup>-1</sup>. Para a equitabilidade, a média anual foi de 0,80, com diferença significativa (Tukey;  $p = 0.002$ ) entre as médias para os períodos seco (0,90) e chuvoso (0,71) (Figura 16). Destaca-se que a equitabilidade chegou ao valor máximo de 1 no estrato de fundo em nov/2008.



**Figura 16.** Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade zooplânctônica no reservatório do Prata, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado.

## 6.3.2. Reservatório de Apipucos

❖ **Fitoplâncton**

Um total de 46 espécies foi registrado no reservatório de Apipucos, das quais 45 ocorreram no P1 e 39 no P2. As Chlorophyceae se destacaram quanto à riqueza (27 spp.), seguidas por Euglenophyceae (8 spp.).

Os gêneros *Scenedesmus* (4 spp.), *Desmodesmus* e *Monoraphidium* (ambos com 3 spp.) foram mais representativos entre as Chlorophyceae, enquanto *Phacus* (3 spp.) obteve maior número de espécies entre as Euglenophyceae (Tabela 10).

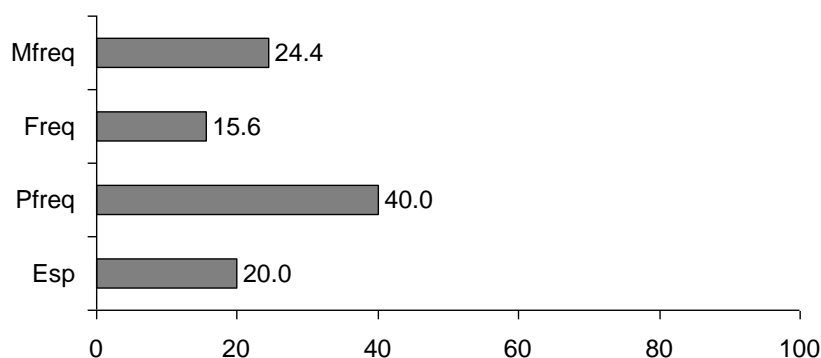
**Tabela 10.** Composição taxonômica e frequência de ocorrência do fitoplâncton do reservatório de Apipucos, durante o período estudado. +: esporádica ou pouco freqüente; ++: freqüente; +++: muito freqüente; \*: espécies exclusivas do ponto 1; \*\*: espécies exclusivas do ponto 2.

Táxons	Frequência de ocorrência	
	Ponto 1	Ponto 2
<b>Cyanophyceae</b>		
<i>Aphanocapsa</i> sp.	+	+
<i>Merismopedia</i> sp.	+++	+++
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	++
<i>Romeria</i> sp.	+	+
<b>Bacillariophyceae</b>		
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simosen	+++	+++
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	++	++
<i>Melosira distans</i> (Ehrenberg) Kützing	+++	+++
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith*	+	-
<i>Pinnularia</i> sp.*	+	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	+	+
<b>Chlorophyceae</b>		
<i>Actinastrum gracillimum</i> Smith	+	+
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	+	+++
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	+	+
<i>Closterium acutum</i> Brébisson	+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	+	++
<i>Cosmarium</i> sp.*	+	-
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W. West e G. S. West	++	+
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) Na., Friedl e Hegewald	+	++
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch e Rich) E.Hegewald	++	+
<i>Desmodesmus quadricauda</i> (Turpin) Hegewald	+++	+++
<i>Golenkinia paucispina</i> West e West	+	+
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle	+++	++
<i>Micractinium pusillum</i> Frenesius	++	++
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	++	++
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	+	++
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	+++	+++
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	++	++
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	+
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	+++	+++
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen*	+	-
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansgirg) Chodat	+++	++
<i>Scenedesmus bijugus</i> (Turpin) Kützing	+++	+++
<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann*	+	-

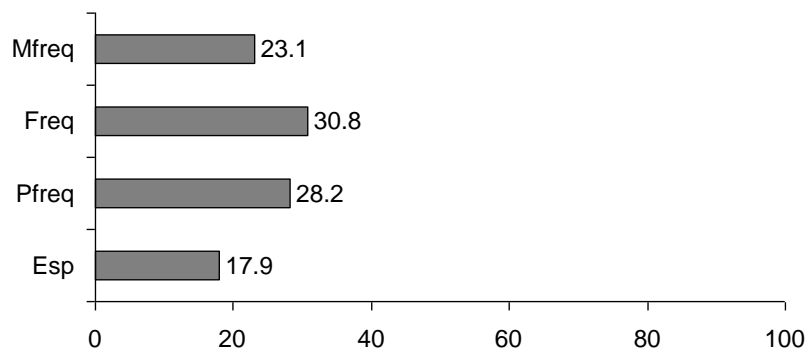
Continuação da Tabela 10

Táxons	Frequência de ocorrência	
	Ponto 1	Ponto 2
<i>Staurastrum</i> sp.*	+	-
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	+	+
<i>Tetraedron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	++	++
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	+	+
<b>Euglenophyceae</b>		
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg**	-	+
<i>Euglena</i> sp.	+++	++
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemermann	+	+
<i>Mallomonas</i> sp.	+	+
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes*	+	-
<i>Phacus curvicauda</i> Svirenko	+	+
<i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortsov	+	+
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	+++	+++
<b>Dinophyceae</b>		
<i>Peridinium</i> sp.	+	+

No P1, que apresentou 24,4% de espécies muito frequentes, sete foram exclusivas, enquanto o P2 apresentou 23,1% de espécies muito frequentes, destacando-se *Euglena acus* como exclusiva (Tabela 10, Figuras 17 e 18).

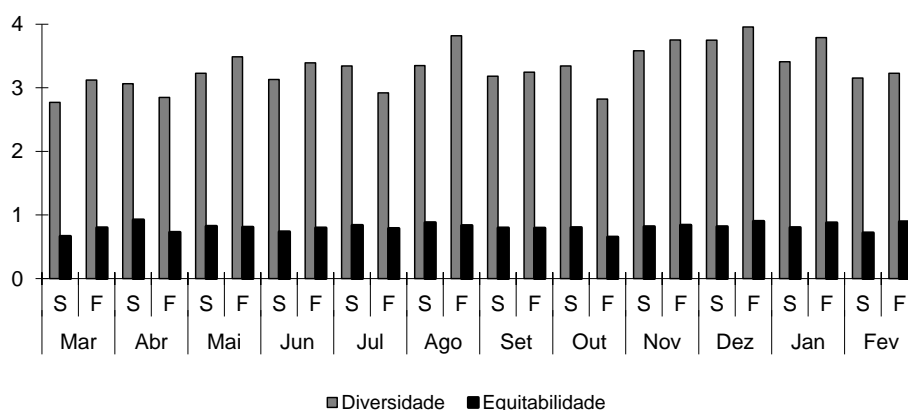


**Figura 17.** Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o fitoplâncton no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: freqüente; freq: freqüente; Pfreq: pouco freqüente; Esp: esporádico.

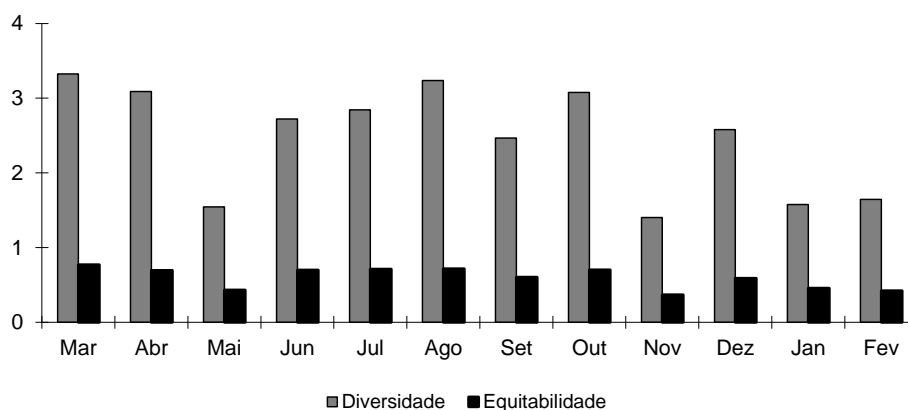


**Figura 18.** Distribuição percentual das espécies entre as categorias de frequência de ocorrência para o fitoplâncton no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: freqüente; freq: freqüente; Pfreq: pouco freqüente; Esp: esporádico.

Os valores médios para diversidade e equitabilidade foram mais elevados no P1 (3,32 bits ind<sup>-1</sup> e 0,80, respectivamente) (Mann-Whitney;  $p = 0,000$ ), enquanto o P2 apresentou médias de 2,46 bits ind<sup>-1</sup> para diversidade e 0,59 para equitabilidade (Figuras 19 e 20). As diferenças sazonais em ambos os pontos de estudo, assim como para as profundidades no P1 não foram significativas.



**Figura 19.** Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no ponto 1 do reservatório de Apipucos, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado.



**Figura 20.** Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado.

#### ❖ Zooplâncton

Foi registrado um total de 40 táxons zooplanctônicos no reservatório de Apipucos, incluindo 34 espécies e duas subespécies, além de diferentes estágios do ciclo de vida para as duas espécies de Copepoda presentes, considerados individualmente. De forma geral, não houve diferença quanto à riqueza zooplanctônica entre os pontos de estudo, observando-se 36 táxons no P1 e 35 no P2, representados principalmente por Rotifera, com destaque para os gêneros *Brachionus* (8 espécies) e *Lecane* (5 espécies) (Tabela 11).

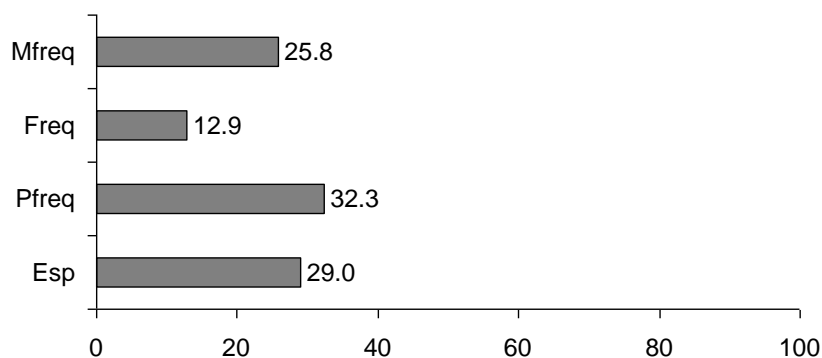


**Tabela 11.** Composição taxonômica e frequência de ocorrência do zooplâncton e da fauna acompanhante no reservatório de Apipucos, durante o período estudado. +: esporádica ou pouco freqüente; ++: freqüente; +++: muito freqüente; †: espécies exclusivas do ponto 1; \*\*: espécies exclusivas do ponto 2.

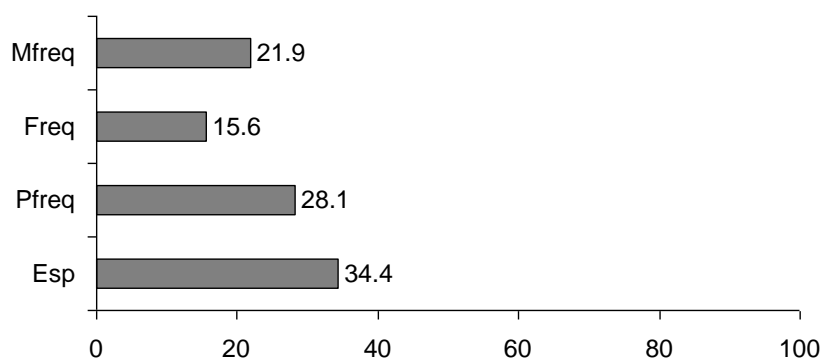
Táxons	Frequência de ocorrência	
	Ponto 1	Ponto 2
<b>Rotifera</b>		
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	+	+
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+++	+++
<i>Asplanchnopus hyalinus</i> Haring, 1913	+	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+++	+++
<i>Brachionus calyciflorus anuraeiformis</i> (Brehm, 1909)	+	++
<i>Brachionus calyciflorus calyciflorus</i> Pallas, 1766	+++	++
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois e Daday, 1894	+++	+++
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	+++	+++
<i>Brachionus havanaensis</i> Rousselet, 1911*	+	-
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	+	+
<i>Brachionus rubens</i> Ehrenberg, 1838	+	+
<i>Cephalodella</i> sp.	+	+
<i>Conochilus dossuarius</i> (Hudson, 1885)	++	++
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	+	+
<i>Epiphanes macrouros</i> (Barrois e Daday, 1894)	++	++
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	++	+++
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	+++	++
<i>Lecane (Monostyla) bulla</i> (Gosse, 1886)**	-	+
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)**	-	+
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	+	+
<i>Lecane papuana</i> (Murray, 1913)**	-	+
<i>Lecane</i> sp.**	-	+
<i>Lepadella patella</i> (O. F. Müller, 1786)	+	+
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+
<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894)	+	+
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)	+++	+
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas, 1766)	+	+
<i>Rotaria</i> sp.	+	+
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+	+
<i>Trichocerca</i> sp.*	+	-
<b>Cladocera</b>		
<i>Alona</i> sp.	+	-
<i>Alonella dadayi</i> (Birge, 1910)*	+	-
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967	+	+
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	++	+++
<b>Copepoda</b>		
<i>Notodiaptomus cearensis</i> Wright, 1936 (adulto)	+	+
Copepodito de <i>N. cearensis</i>	+	-
Náuplio de <i>N. cearensis</i>	+	+
<i>Thermocyclops decipiens</i> Kiefer, 1927 (adulto)	++	+++
Copepodito <i>T. decipiens</i>	++	+
Náuplio de <i>T. decipiens</i>	+++	+++
<b>Fauna Acompanhante</b>		
Protozoa: <i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg, 1830	+	+
Protozoa: <i>Ballanium</i> sp.	+	+
Protozoa: <i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg, 1838)	+++	++
Protozoa: <i>Didinium</i> sp.	+	+
Protozoa: <i>Diffflugia</i> sp.	+	+
Nematoda	+	+
Acarina	+	-
Insecta - larva de <i>Chaoborus</i> sp.	+	+

Rotifera e Copepoda ocorreram durante todo o ciclo anual, não sendo observado o mesmo para os Cladocera, ausentes em várias amostras, principalmente no P2.

No P1, o percentual de espécies muito freqüentes foi de 25,8%, enquanto no P2 este foi de 21,9%, sendo a maioria das espécies considerada esporádica ou pouco freqüente, em ambos os pontos de estudo (61,3% no P1 e 62,5% no P2). Três espécies apresentaram ocorrência exclusiva para o P1, enquanto quatro ocorreram apenas no P2 (Tabela 11, Figuras 21 e 22).



**Figura 21.** Distribuição percentual das espécies entre as categorias de freqüência de ocorrência para o zooplâncton no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: freqüente; freq: freqüente; Pfreq: pouco freqüente; Esp: esporádico.

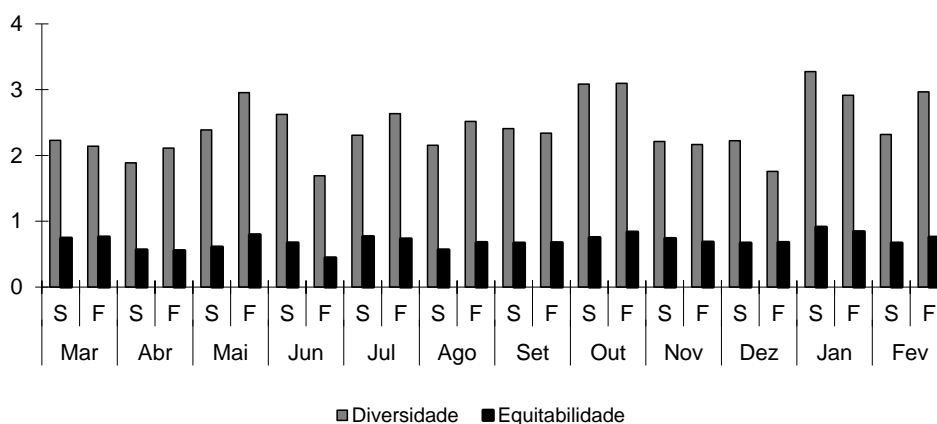


**Figura 22.** Distribuição percentual das espécies entre as categorias de freqüência de ocorrência para o zooplâncton no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. Mfreq: freqüente; freq: freqüente; Pfreq: pouco freqüente; Esp: esporádico.

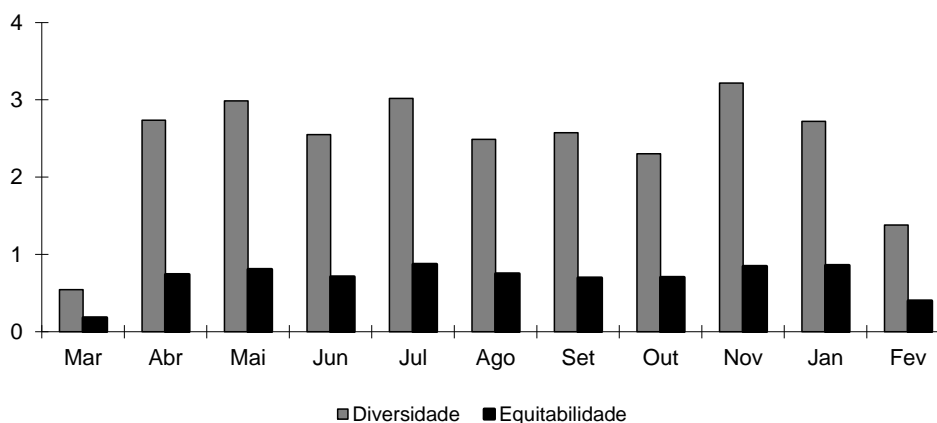
Foram registrados oito táxons componentes da fauna acompanhante no reservatório de Apipucos, com destaque para Protozoa. *Centropyxis aculeata* ocorreu na maior parte

das amostras, sendo considerada muito freqüente e freqüente no P1 e no P2, respectivamente.

Quanto à diversidade e equitabilidade da comunidade zooplanctônica, não foram observadas diferenças espaciais e temporais, com médias de 2,43 bits ind<sup>-1</sup>/0,70 no P1 e 2,44 bits ind<sup>-1</sup>/0,69 no P2 para diversidade e equitabilidade, respectivamente (Figuras 23 e 24).

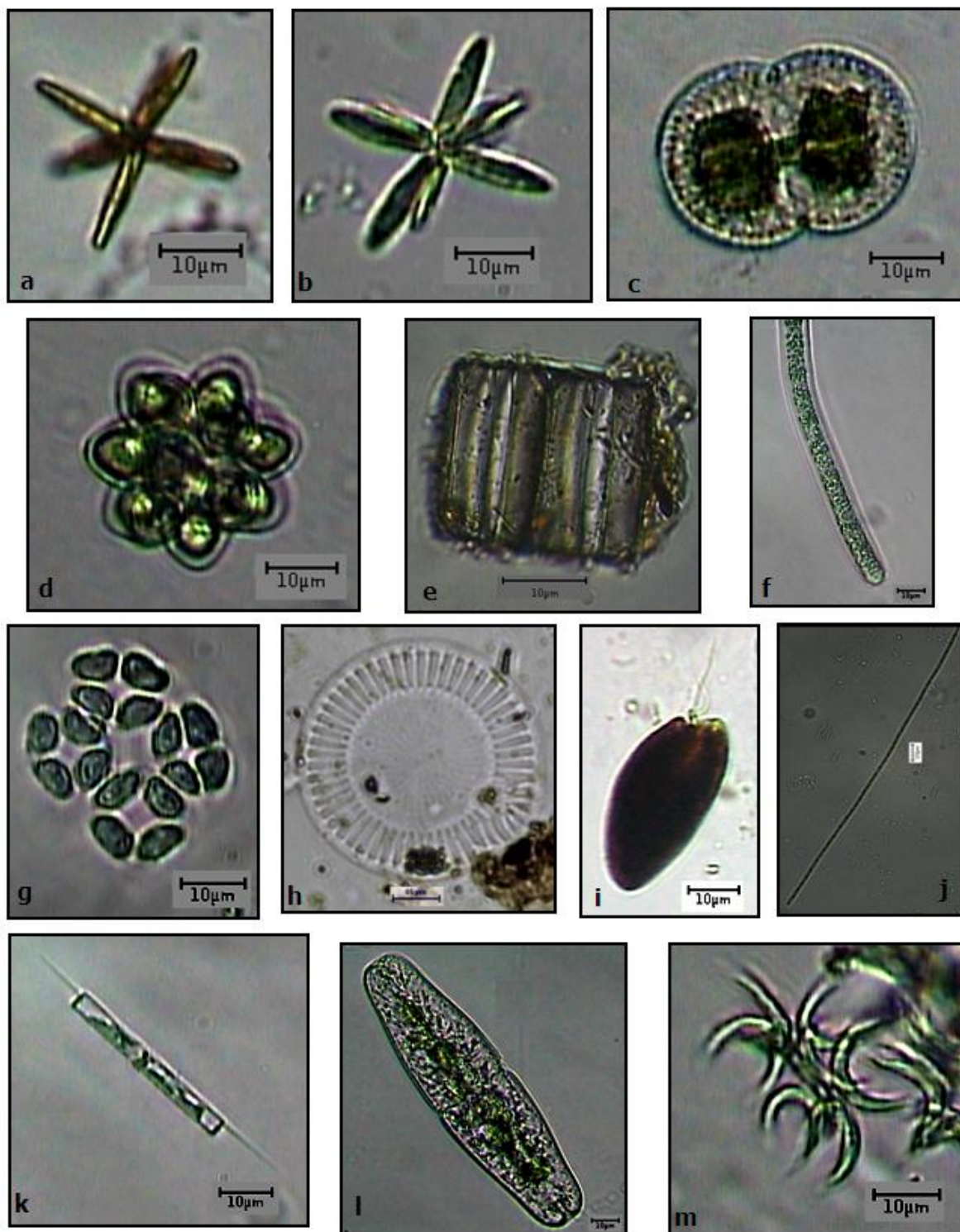


**Figura 23.** Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade zooplanctônica no ponto 1 do reservatório de Apipucos, nos estratos de superfície (S) e fundo (F), durante o ciclo anual estudado.

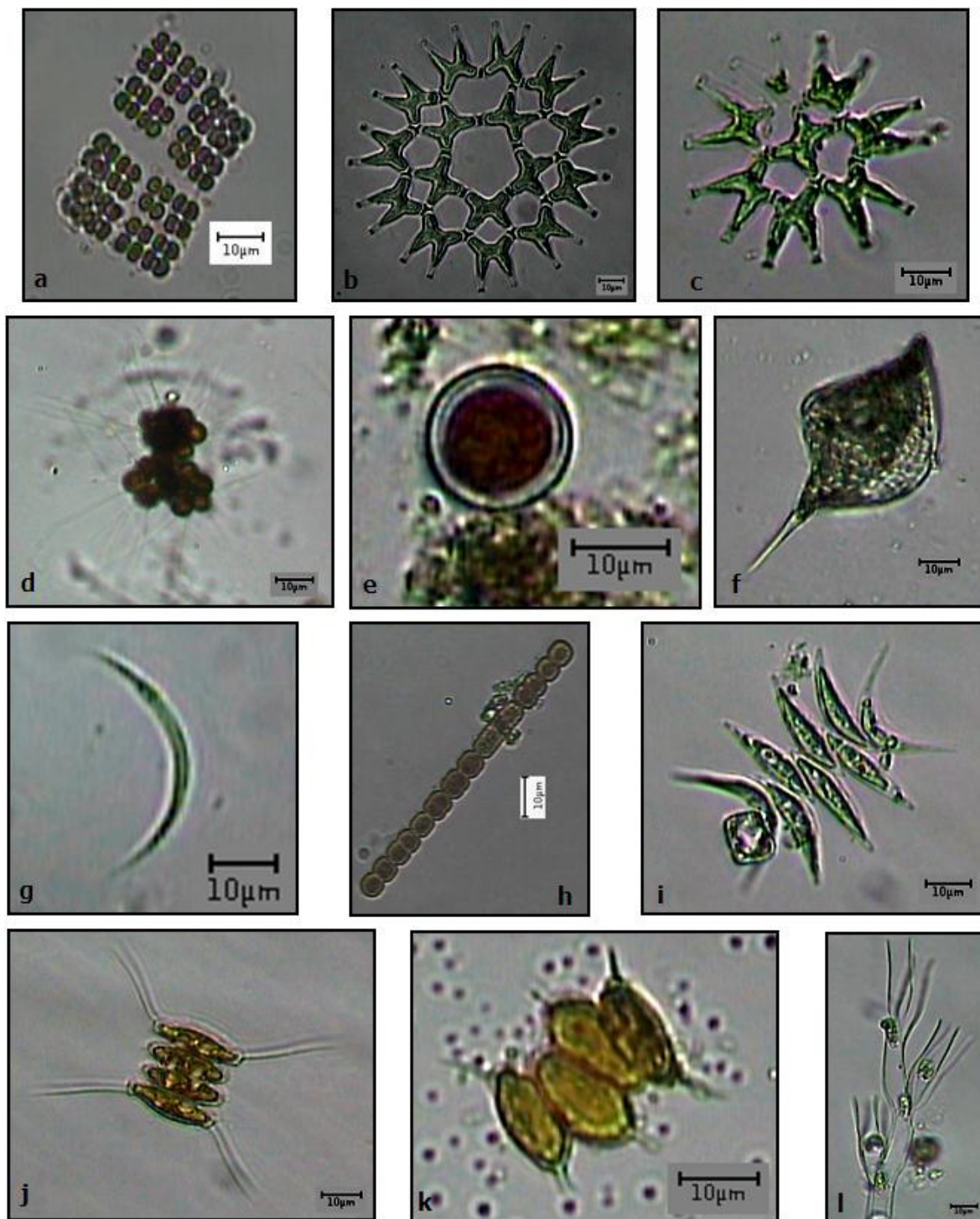


**Figura 24.** Variação temporal da diversidade e da equitabilidade da comunidade zooplanctônica no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado.

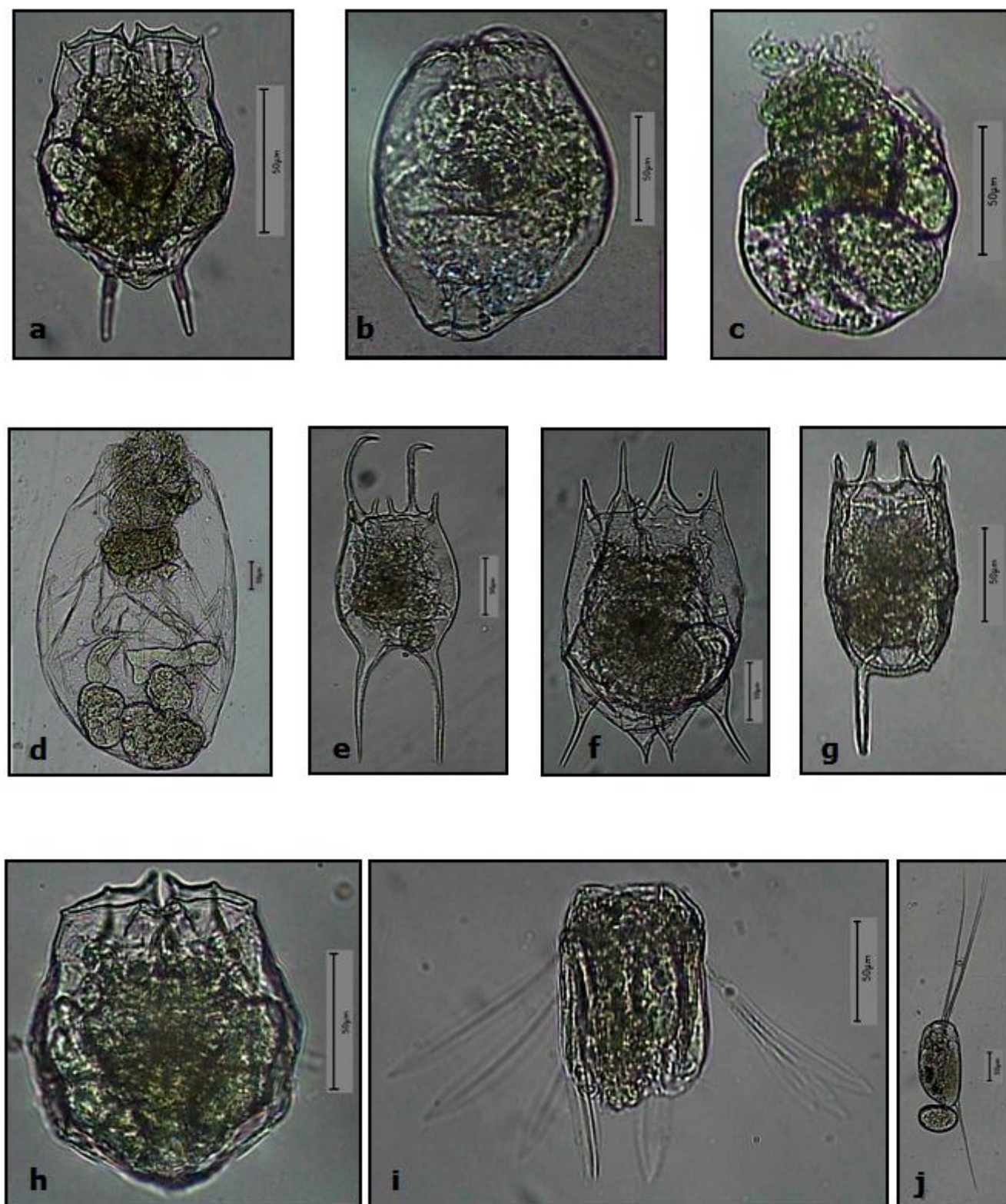
Imagens dos organismos planctônicos mais representativos em ambos os reservatórios estudados podem ser observadas nas Figuras 25 a 28.



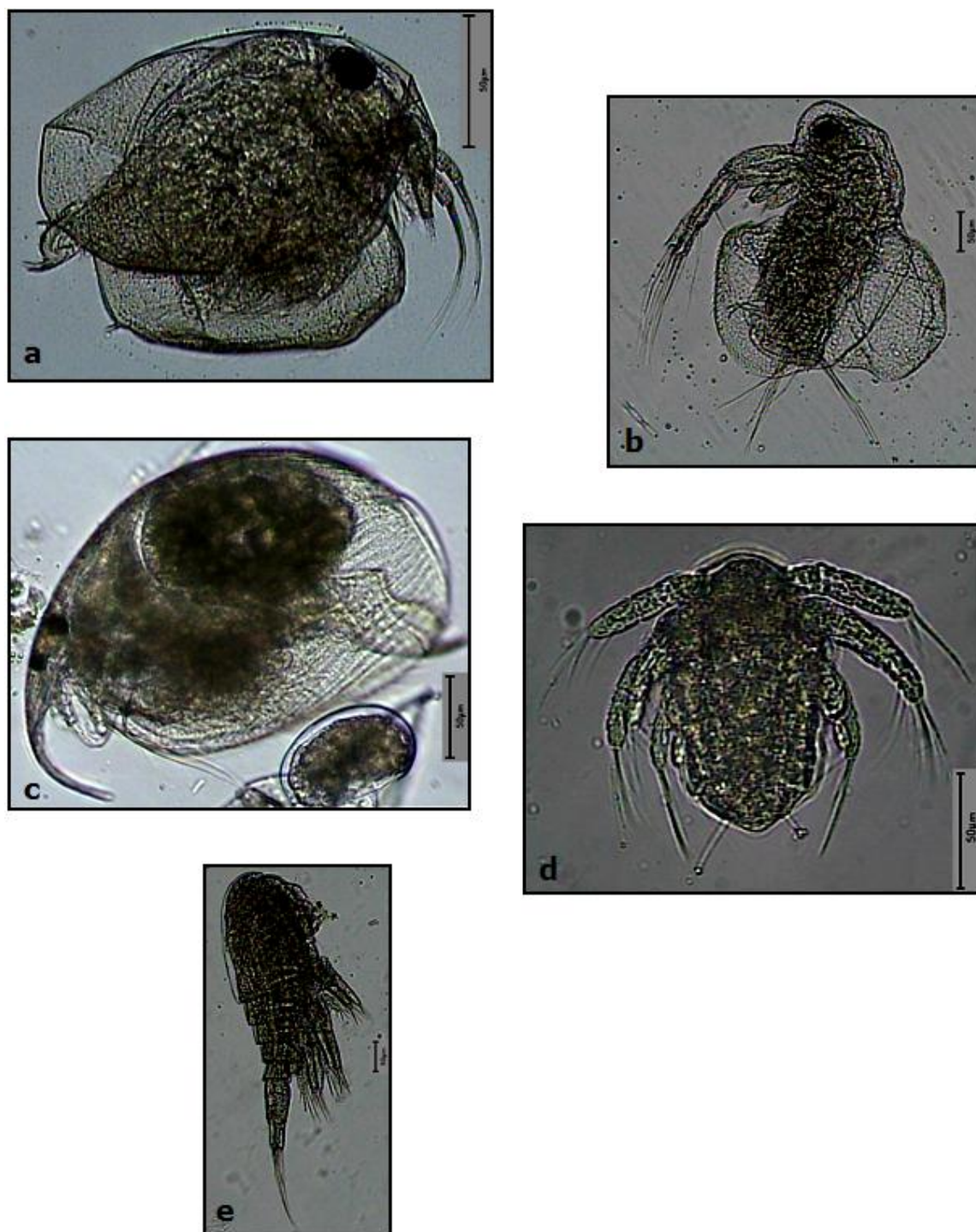
**Figura 25.** Alguns táxons fitoplânctônicos que ocorreram no presente estudo. Prancha 1. a) *Actinastrum gracilis*; b) *Actinastrum hantzschii*; c) *Cosmarium* sp.; d) *Coelastrum microporum*; e) *Melosira distans*; f) *Lyngbya* sp.; g) *Crucigenia tetrapedia*; h) *Cyclotella meneghiniana*; i) *Cryptomonas* sp.; j) *Geitlerinema amphibium*; k) *Aulacoseira granulata*; l) *Tetmemorus laevis*; m) *Ankistrodesmus gracilis*. Fotos da autora, exceto e, h (Ariadne Moura) e j (Nísia Aragão). Obs: fotos b-d, f, l: provenientes de amostras do reservatório do Prata; fotos a, g, i, k, m: provenientes de amostras do reservatório de Apipucos.



**Figura 26.** Alguns táxons fitoplanctônicos que ocorreram no presente estudo. Prancha 2. a) *Merismopedia* sp.; b) *Pediastrum duplex* – cenóbio com 16 células; c) *Pediastrum duplex* – cenóbio com 8 células; d) *Micractinium pussillum*; e) *Trachelomonas volvocina*; f) *Phacus tortus*; g) *Monoraphidium arcuatum*; h) *Dolichospermum* sp.; i) *Scenedesmus acuminatus*; j) *Desmodesmus quadricauda*; k) *Desmodesmus denticulatus*; l) *Dinobryon sertularia*. Fotos da autora, exceto a (Ariadne Moura) e h (Nísia Aragão). Obs: fotos c, e, i-j, l: provenientes de amostras do reservatório do Prata; fotos b, d, f-g, k: provenientes de amostras do reservatório de Apipucos.



**Figura 27.** Algumas espécies de Rotifera que ocorreram no presente estudo. a) *Brachionus caudatus*; b) *Epiphanes macrouros*; c) *Conochilus dossuarius*; d) *Asplanchna priodonta*; e) *Brachionus falcatus*; f) *Brachionus calyciflorus anuraeiformis*; g) *Keratella tropica*; h) *Brachionus angularis*; i) *Polyarthra vulgaris*; j) *Filinia longiseta* (fêmea ovígera). Fotos da autora. Obs: todas as fotos são provenientes de amostras do reservatório de Apipucos.



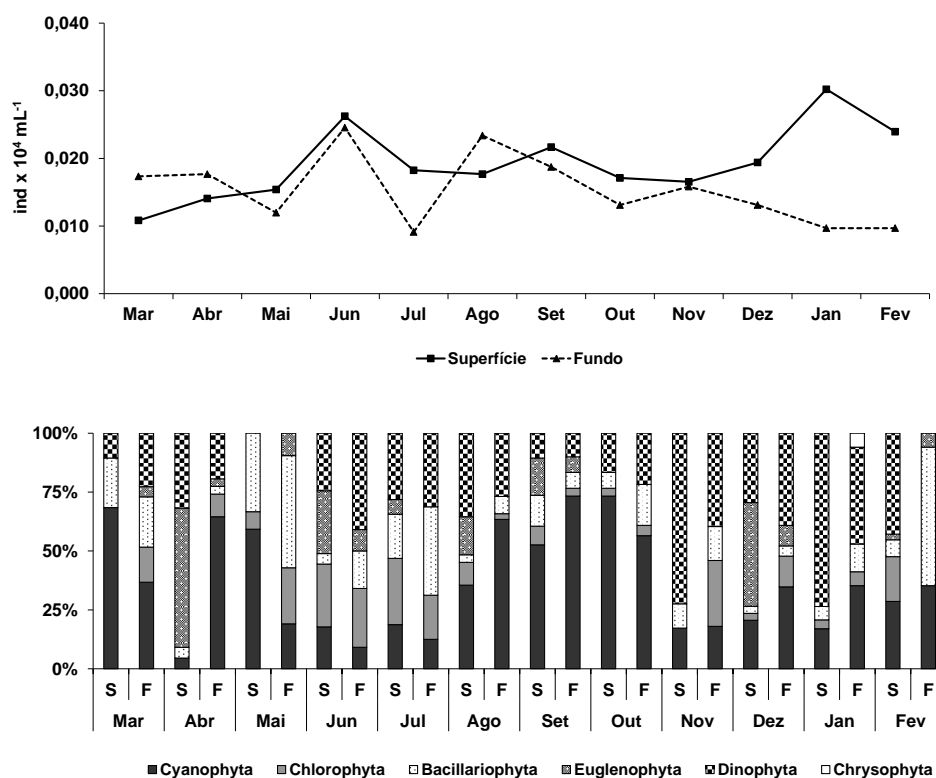
**Figura 28.** Alguns táxons de Crustacea que ocorreram no presente estudo. Cladocera: a) *Alona* sp.; b) *Moina micrura*; c) *Alonella dadyi*; Copepoda: d) Náuplio de *Thermocyclops decipiens*; e) Copepodite de *Thermocyclops decipiens*. Fotos da autora. Obs: fotos a, c: provenientes de amostras do reservatório do Prata; fotos b, d-e: provenientes de amostras do reservatório de Apíucos.

## 6.4. Estrutura populacional das comunidades planctônicas

### 6.4.1. Reservatório do Prata

#### ❖ Fitoplâncton

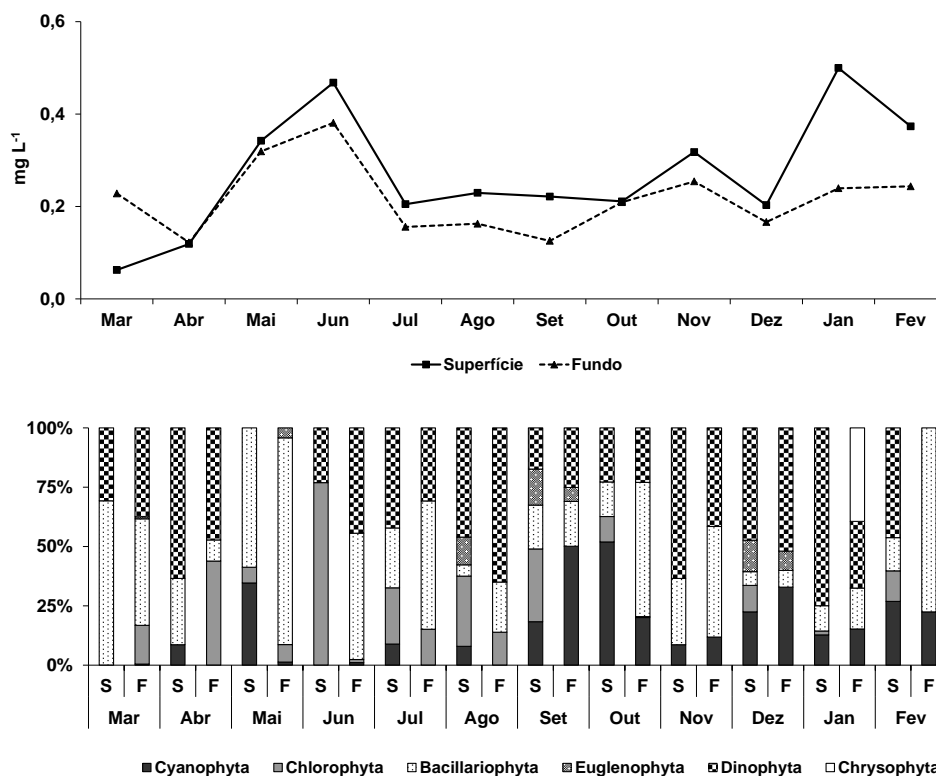
A média anual da densidade fitoplanctônica foi de  $0,017 \text{ ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ , não sendo detectada diferença significativa entre os períodos sazonais nem profundidades de estudo (Figura 29 e Tabela 12). Cyanophyceae e Dinophyceae destacaram-se quanto ao número de indivíduos, tendo os táxons *Lyngbya* sp. 2 e *Peridinium* sp. apresentado as maiores densidades populacionais durante a maior parte do estudo (Apêndice D).



**Figura 29.** Variação temporal da densidade ( $\text{ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

Quanto à biomassa, também não foram detectadas diferenças espacial ou sazonal significativa, com média anual  $0,240 \text{ mg L}^{-1}$  (Figura 30 e Tabela 12). Dinophyceae destacou-se, representada pela espécie *Peridinium* sp., porém, outras espécies tais como a *Anomoeoneis serians*, *Gomphonema* sp., *Dinobryon* sp. (Bacillariophyceae), *Tetmemorus laevis*, *Cosmarium* sp. (Chlorophyceae) e *Geitlerinema amphibium* (Cyanophyceae) também apresentaram biomassas importantes em alguns períodos do ano (Apêndice D).





**Figura 30.** Variação temporal da biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplancônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

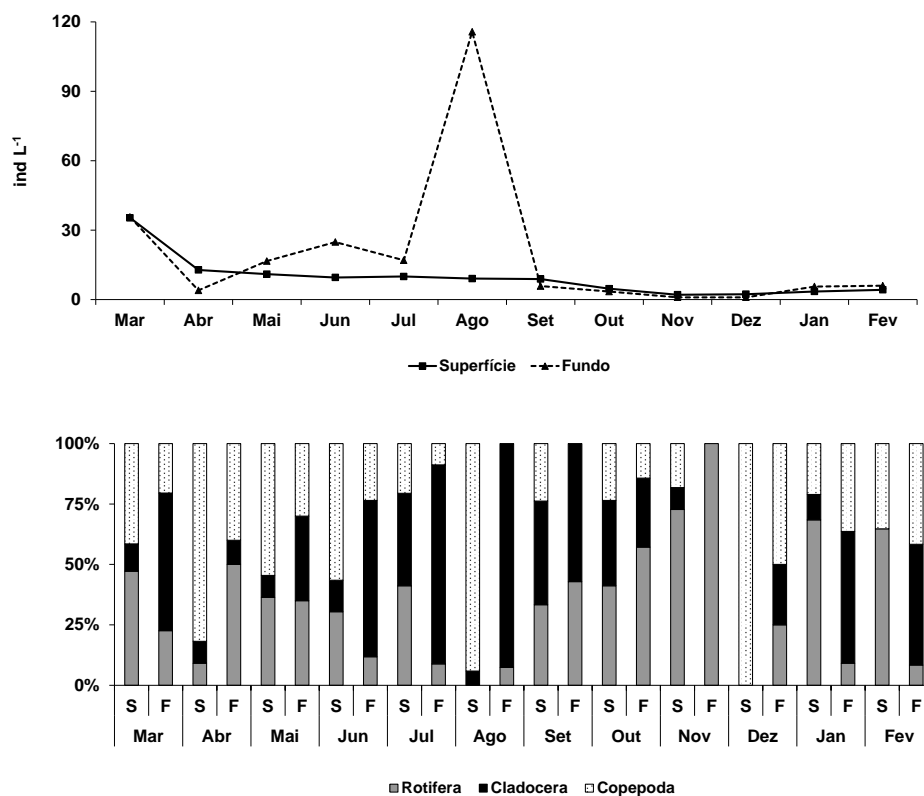
**Tabela 12.** Resumo geral dos valores obtidos para a densidade ( $\text{ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) e biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos grupos fitoplancônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

	Amplitude	Média	DP	CV (%)
<b>Densidade</b>				
Cyanophyceae	0,0006 - 0,014	0,006	0,004	67,7
Chlorophyceae	0,000 - 0,007	0,001	0,002	107,6
Bacillariophyceae	0,0006 - 0,006	0,002	0,002	72,4
Euglenophyceae	0,0000 - 0,008	0,002	0,003	158,7
Dinophyceae	0,0000 - 0,022	0,005	0,005	92,9
Chrysophyceae	0,0000 - 0,0006	0,00002	0,0001	479,6
<b>Biomassa</b>				
Cyanophyceae	0,00 - 0,12	0,04	0,04	98,5
Chlorophyceae	0,00 - 0,36	0,03	0,07	214,6
Bacillariophyceae	0,00 - 0,28	0,08	0,08	100,2
Euglenophyceae	0,00 - 0,03	0,01	0,01	195,3
Dinophyceae	0,00 - 0,37	0,09	0,08	92,9
Chrysophyceae	0,00 - 0,09	0,00	0,02	479,6

### ❖ Zooplâncton

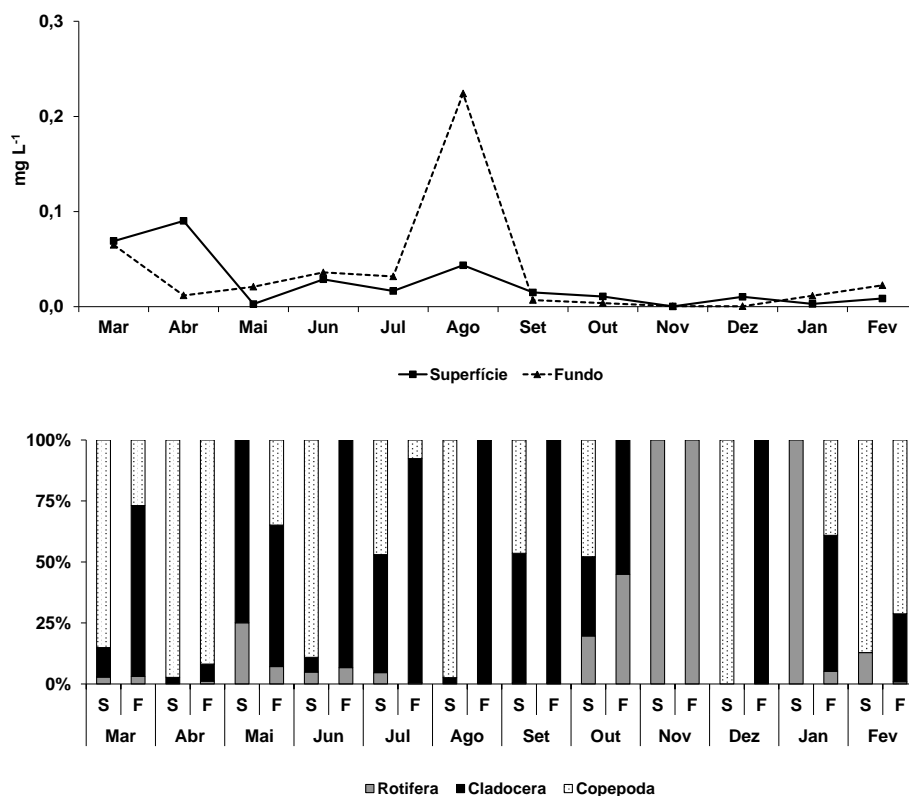
Durante o ciclo anual estudado, a densidade zooplanctônica média foi de 14,6 ind L<sup>-1</sup>, com maior quantidade de indivíduos no período chuvoso (Tukey;  $p = 0,023$ ). Não foi observada diferença significativa entre os estratos verticais, porém, ressalta-se que o pico máximo de densidade foi apresentado no estrato de fundo em ago/08 (Figura 31 e Tabela 13).

Os três principais grupos zooplanctônicos partilharam a importância quantitativa (Figura 31), com flutuação de picos populacionais de diferentes espécies ao longo do período de estudo, destacando-se o Cladocera *Alonella dadayi* (Apêndice E).



**Figura 31.** Variação temporal da densidade (ind L<sup>-1</sup>) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplanctônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

A biomassa seguiu a tendência da densidade, com média anual de 0,031 mg L<sup>-1</sup> e maiores valores no período chuvoso (Tukey;  $p = 0,014$ ), sem diferença significativa entre os estratos verticais e com flutuação de picos populacionais de diferentes espécies ao longo dos meses de estudo (Figura 32 e Tabela 13). O Cladocera *Alonella dadayi* teve novamente destaque em relação às demais espécies (Apêndice E).



**Figura 32.** Variação temporal da biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

**Tabela 13.** Resumo geral dos valores obtidos para a densidade ( $\text{ind L}^{-1}$ ) e biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos grupos zooplancônicos no reservatório do Prata, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

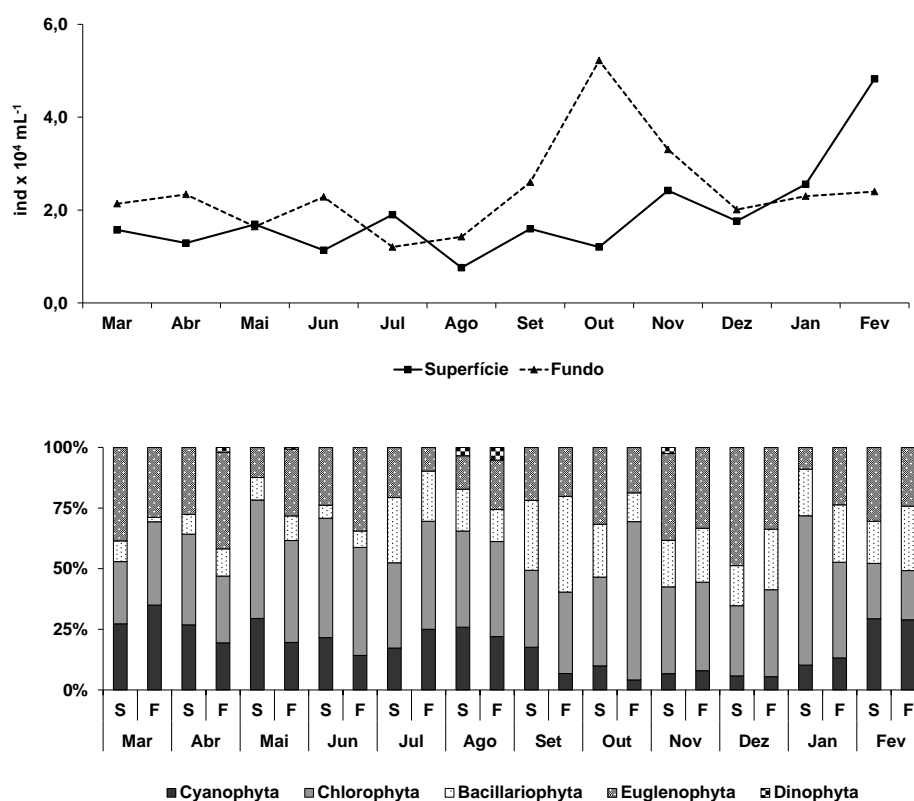
	Amplitude	Média	DP	CV (%)
<b>Densidade</b>				
Rotifera	0,0 - 16,7	2,9	3,6	120,9
Cladocera	0,0 - 107,1	7,5	22,1	295,9
Copepoda	0,0 - 14,7	3,3	3,8	115,9
<b>Biomassa</b>				
Rotifera	0,000 - 0,003	0,001	0,001	111,2
Cladocera	0,000 - 0,224	0,016	0,046	297,8
Copepoda	0,000 - 0,088	0,013	0,022	172,1

## 6.4.2. Reservatório de Apipucos

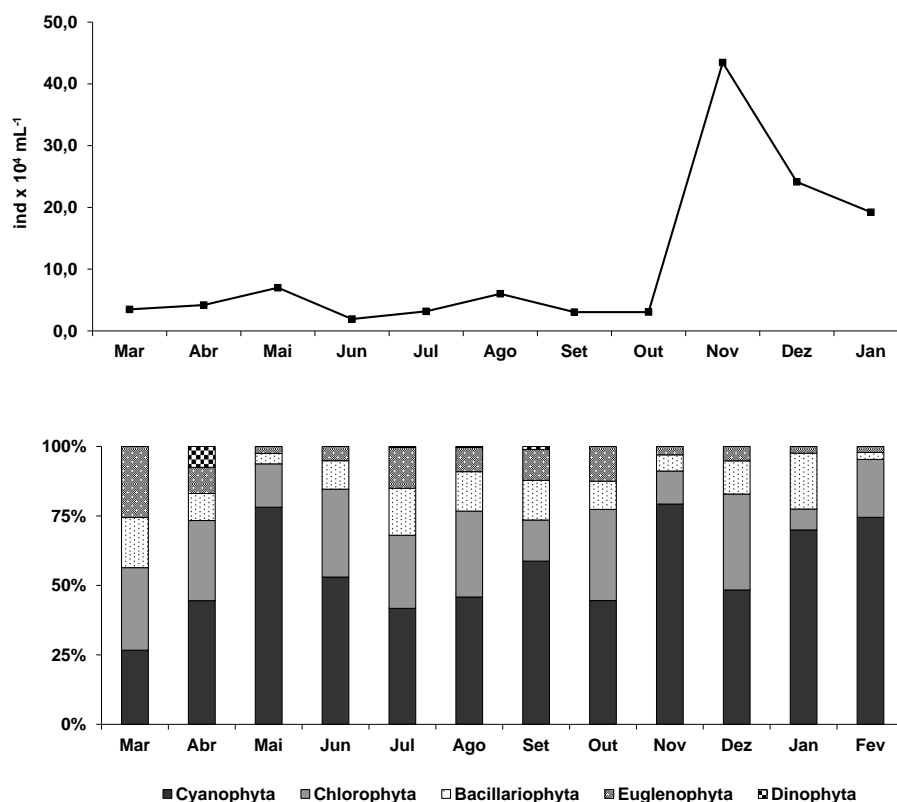
## ❖ Fitoplâncton

A média anual da densidade total do fitoplâncton foi cinco vezes mais elevada no P2 ( $10,90 \text{ ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) em relação ao P1 ( $2,14 \text{ ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ), sendo esta diferença significativa (Mann-Whitney;  $p = 0,000$ ). Maiores densidades foram observadas no período de estiagem apenas no P1 (Tukey;  $p = 0,006$ ), sendo as variações sazonal no P2 e vertical no P1 não significativas (Figuras 33 e 34; Tabelas 14 e 15).

As Chlorophyceae dominaram quanto à densidade no P1, representadas principalmente por *Ankistrodesmus gracilis*, *Pediastrum duplex* e *Scenedesmus bijugus*. No P2 ocorreu dominância de Cyanophyceae, representadas principalmente por *Merismopedia* sp. (Figuras 33 e 34; Tabelas 14 e 15; Apêndice F).



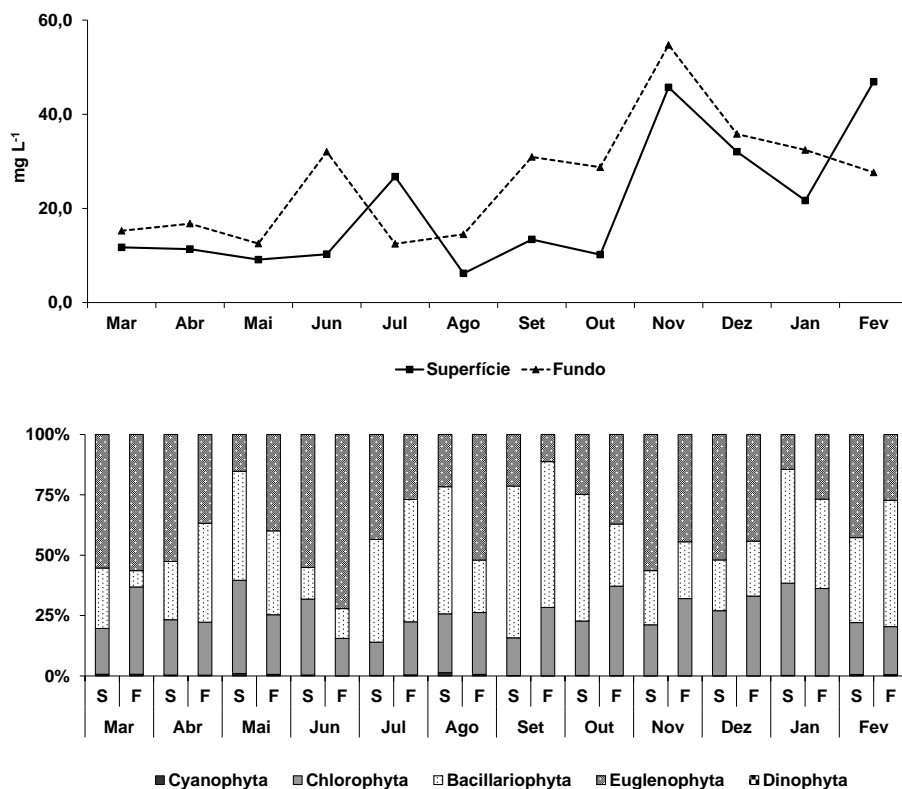
**Figura 33.** Variação temporal da densidade ( $\text{ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.



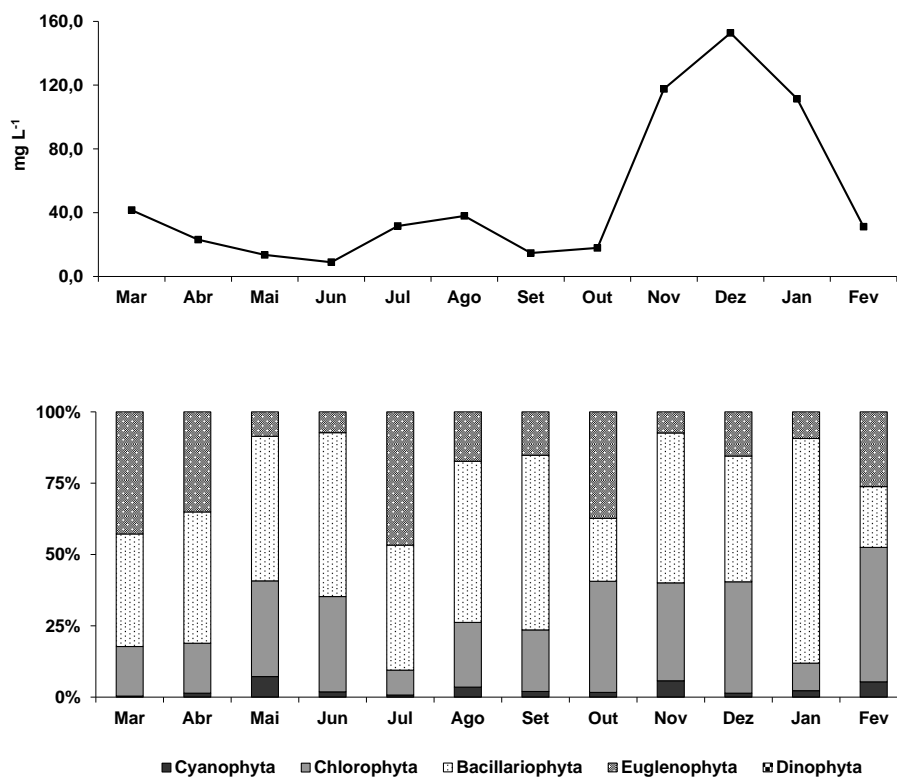
**Figura 34.** Variação temporal da densidade (ind x 10<sup>4</sup> mL<sup>-1</sup>) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

Valores mais elevados de biomassa total foram encontrados no P2 (Tukey;  $p=0,037$ ) com média de 66,20 mg L<sup>-1</sup>, em relação ao P1 com média de 31,74 mg L<sup>-1</sup>. Maiores biomassas foram observadas no período de estiagem tanto no P1 (Tukey;  $p=0,001$ ) como no P2 (Tukey;  $p=0,024$ ), sendo as diferenças entre as profundidades no P1 não significativas (Figuras 35 e 36; Tabelas 14 e 15).

Euglenophyceae destacou-se quanto à biomassa no P1, com maiores contribuições para *Euglena* sp., *Phacus tortus* e *Trachelomonas volvocina*, enquanto no P2 Bacillariophyceae apresentou maiores biomassas, principalmente pela contribuição da espécie *Melosira distans*. Chlorophyceae também apresentou contribuição representativa quanto à biomassa em ambos os pontos de estudo, principalmente no P2, enquanto Dinophyceae e Cyanophyceae representaram pequeno percentual da biomassa fitoplanctônica (Figuras 35 e 36; Tabelas 14 e 15; Apêndice G).



**Figura 35.** Variação temporal da biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplânctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.



**Figura 36.** Variação temporal da biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos fitoplânctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

**Tabela 14.** Resumo geral dos valores obtidos para a densidade ( $\text{ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) e biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

	<b>Amplitude</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Densidade</b>				
Cyanophyceae	0,10 - 1,42	0,36	0,28	77,4
Chlorophyceae	0,30 - 3,41	0,83	0,62	74,3
Bacillariophyceae	0,04 - 1,03	0,38	0,27	70,3
Euglenophyceae	0,10 - 1,47	0,57	0,34	59,3
Dinophyceae	0,00 - 0,07	0,01	0,02	229,6
<b>Biomassa</b>				
Cyanophyceae	0,00 - 0,26	0,06	0,06	91,1
Chlorophyceae	1,51 - 17,5	6,15	4,15	67,4
Bacillariophyceae	1,03 - 18,7	7,6	4,8	63,4
Euglenophyceae	1,34 - 25,8	9,49	7,5	79,4
Dinophyceae	0,00 - 0,01	0,001	0,002	235,9

**Tabela 15.** Resumo geral dos valores obtidos para a densidade ( $\text{ind} \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) e biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos grupos fitoplanctônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

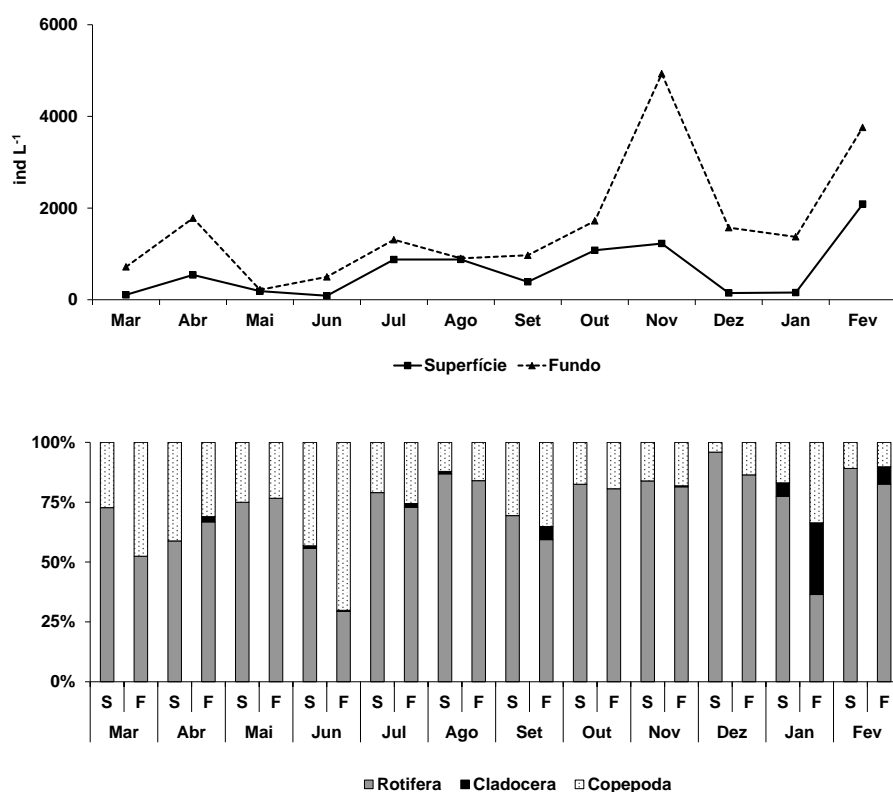
	<b>Amplitude</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Densidade</b>				
Cyanophyceae	0,93 - 34,4	8,61	11,72	136,2
Chlorophyceae	0,45 - 8,33	2,13	2,33	109,2
Bacillariophyceae	0,20 - 3,87	1,10	1,25	113,5
Euglenophyceae	0,10 - 1,31	0,55	0,40	72,5
Dinophyceae	0,00 - 0,31	0,03	0,09	282,9
<b>Biomassa</b>				
Cyanophyceae	0,15 - 6,76	1,4	1,88	133,8
Chlorophyceae	2,77 - 59,6	13,8	17,7	128,4
Bacillariophyceae	3,95 - 87,7	25,9	28,1	111,9
Euglenophyceae	0,68 - 23,7	9,1	6,9	75,5
Dinophyceae	0,00 - 0,02	0,003	0,001	210,1

### ❖ Zooplâncton

Não foram observadas diferenças significativas quanto à densidade de organismos entre os pontos de estudo (média de 1147,12 ind L<sup>-1</sup> e 1336,10 ind L<sup>-1</sup> nos pontos 1 e 2, respectivamente). No P1, as diferenças sazonal (Mann-Whitney; p =0,043) e vertical (Tukey; p = 0,010) foram significativas, com valores mais elevados na estiagem e no estrato de fundo, enquanto no P2 não foi observada diferença sazonal para os valores de densidade (Figuras 37 e 38; Tabelas 16 e 17).

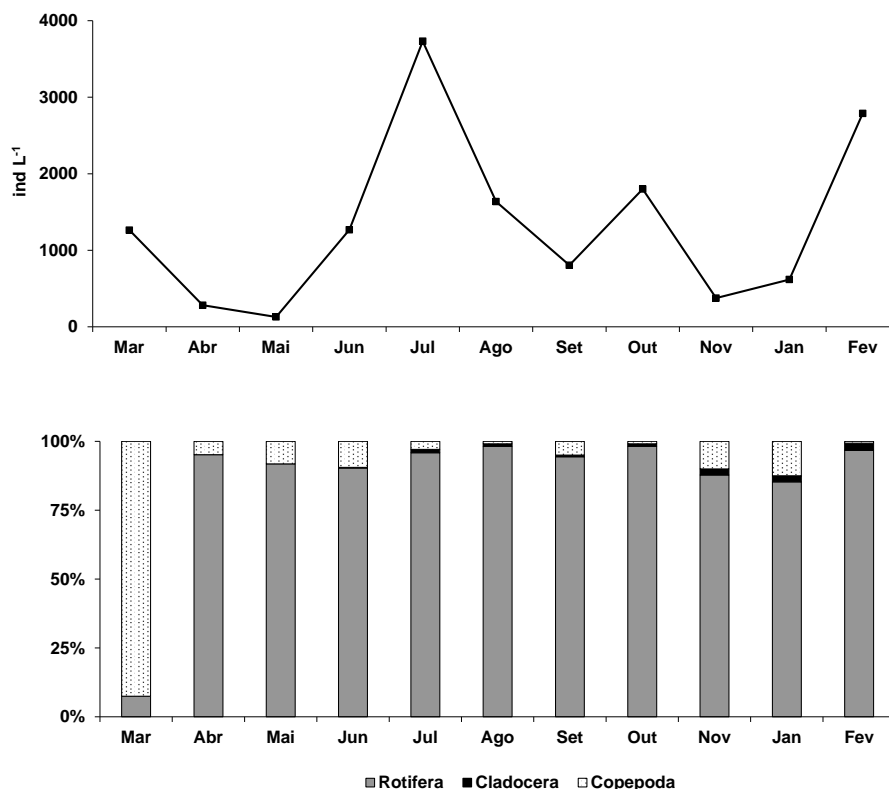
Apesar da dominância de Rotifera na maior parte do ciclo anual, Copepoda apresentou participação importante em alguns meses do ano, principalmente no P1, enquanto Cladocera obteve sempre reduzidas abundâncias (Figuras 37 e 38; Tabelas 16 e 17). Observou-se maior participação de formas jovens entre os Copepoda, em relação aos adultos, com maiores abundâncias para os náuplios.

Detectou-se maior participação para Cladocera e Copepoda no estrato de fundo no P1, enquanto Rotifera apresentou maiores abundâncias na superfície. Tendências sazonais foram observadas, tendo Rotifera e Cladocera registrado maiores abundâncias durante a estiagem, enquanto Copepoda apresentou maiores participações no período chuvoso.



**Figura 37.** Variação temporal da densidade (ind L<sup>-1</sup>) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.



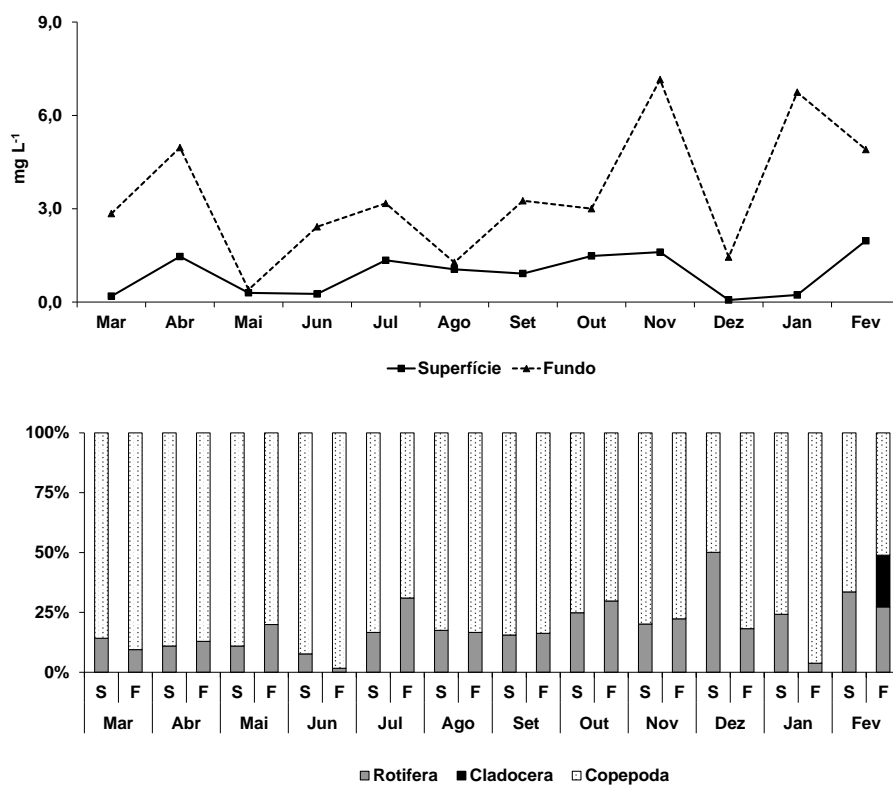


**Figura 38.** Variação temporal da densidade (ind L<sup>-1</sup>) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

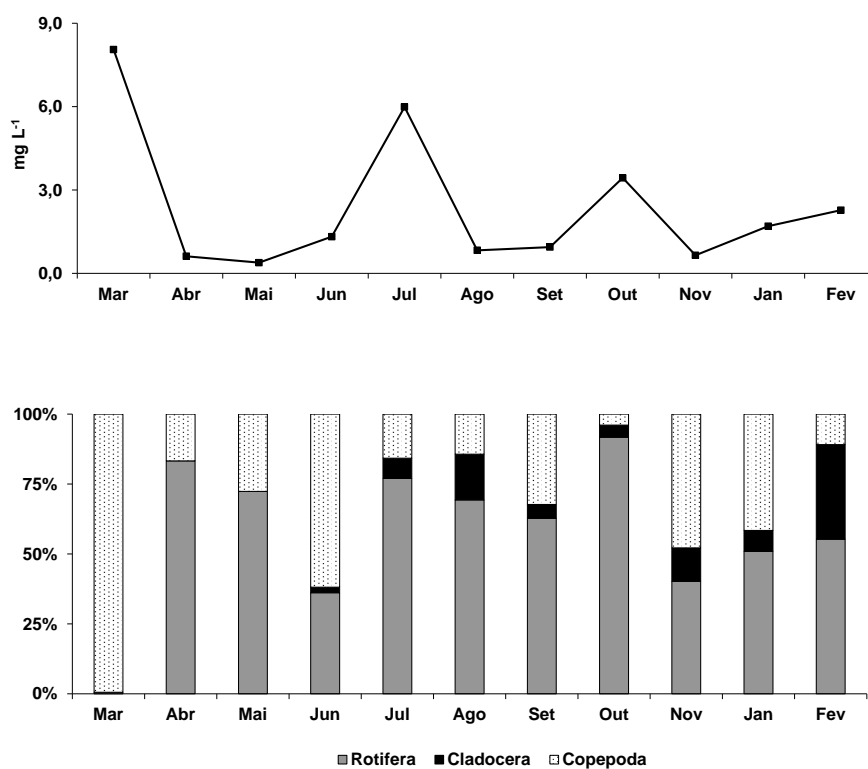
Diversas espécies de Rotifera (*Asplanchna priodonta*, *Brachionus falcatus*, *Brachionus calyc. calyciflorus*, *Conochilus dossuarius*, *Keratella tropica* e *Polyarthra vulgaris*) alternaram a importância quantitativa com os náuplios de Crustacea e o Cladocera *Moina micrura*, ao longo do ciclo anual (Apêndice H).

Para os valores de biomassa, não houve diferença significativa entre os pontos de estudo (médias de 2,19 mg L<sup>-1</sup> e 2,38 mg L<sup>-1</sup> nos pontos 1 e 2, respectivamente), assim como entre os períodos sazonais. Entretanto, diferenças verticais foram observadas no P1 (Tukey; p = 0,001), sendo a média de 3,47 mg L<sup>-1</sup> registrada no fundo superior àquela da superfície (0,91 mg L<sup>-1</sup>) (Figuras 39 e 40; Tabelas 16 e 17).

Copepoda dominou quanto à biomassa no P1, representados principalmente pelos náuplios de *Thermocyclops decipiens*, enquanto Rotifera apresentou maiores biomassas no P2, com destaque para *Asplanchna priodonta*, *Brachionus calyciflorus anuraeiformis* e *Brachionus caudatus* (Figuras 39 e 40; Tabelas 16 e 17; Apêndice I).



**Figura 39.** Variação temporal da biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.



**Figura 40.** Variação temporal da biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos grupos zooplancônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. S: superfície. F: fundo.

**Tabela 16.** Resumo geral dos valores obtidos para a densidade ( $\text{ind mL}^{-1}$ ) e biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos grupos zooplancônicos no ponto 1 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

	<b>Amplitude</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Densidade</b>				
Rotifera	48,6 - 4014,5	870,6	969,6	111,4
Cladocera	0,0 - 411,1	35,0	97,6	279,1
Copepoda	6,0 - 894,5	241,5	203,7	84,3
<b>Biomassa</b>				
Rotifera	0,02 - 1,60	0,39	0,43	110,4
Cladocera	0,00 - 1,06	0,04	0,22	489,9
Copepoda	0,03 - 6,49	1,75	1,68	95,8

**Tabela 17.** Resumo geral dos valores obtidos para a densidade ( $\text{ind L}^{-1}$ ) e biomassa em peso fresco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos grupos zooplancônicos no ponto 2 do reservatório de Apipucos, durante o ciclo anual estudado. DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

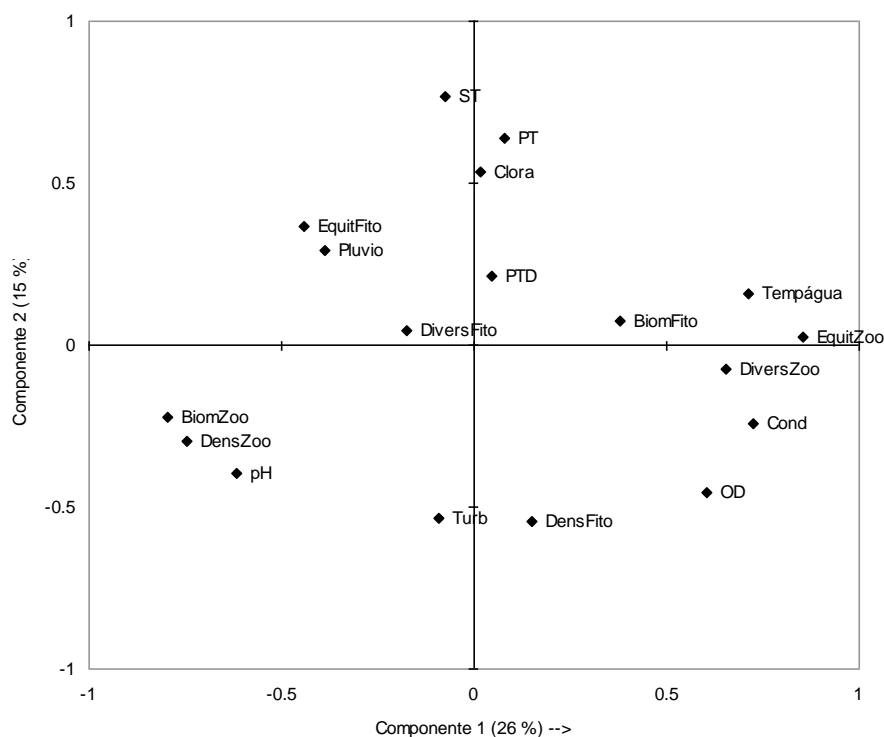
	<b>Amplitude</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Densidade</b>				
Rotifera	94,5 - 3576,8	1171,9	1141,6	97,4
Cladocera	0,0 - 73,8	16,4	23,2	141,5
Copepoda	10,6 - 1169,0	147,8	341,0	230,7
<b>Biomassa</b>				
Rotifera	0,04 - 4,61	1,07	1,39	129,6
Cladocera	0,00 - 0,77	0,15	0,23	156,7
Copepoda	0,10 - 8,01	1,07	2,21	206,32

## 6.5. Interrelações entre as comunidades planctônicas e as variáveis abióticas

### 6.5.1. Reservatório do Prata

Na análise dos componentes principais, a soma dos dois primeiros componentes representados graficamente totalizou 41,2% (Figura 41).

O componente 1 apresentou maior contribuição da variável equitabilidade do zooplâncton, a qual esteve diretamente relacionada à diversidade zooplancônica, temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, e inversamente relacionada à densidade e biomassa zooplancônica e ao pH. Sólidos suspensos totais foi a variável com maior participação percentual para a componente 2, estando relacionada diretamente ao fósforo total e inversamente à concentração oxigênio dissolvido. A precipitação pluviométrica não apresentou correlação significativa com as variáveis relacionadas às comunidades planctônicas (Tabela 18 e Apêndice J).



**Figura 41.** Análise dos componentes principais para as variáveis bióticas e abióticas consideradas no reservatório do Prata. Legendas - Pluvio: precipitação pluviométrica; Tempágua: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; Cond: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clora: clorofila *a*; Dens: densidade; Biom: biomassa; Divers: diversidade; Equit: equitabilidade; Fito: fitoplâncton; Zoo: zooplâncton.

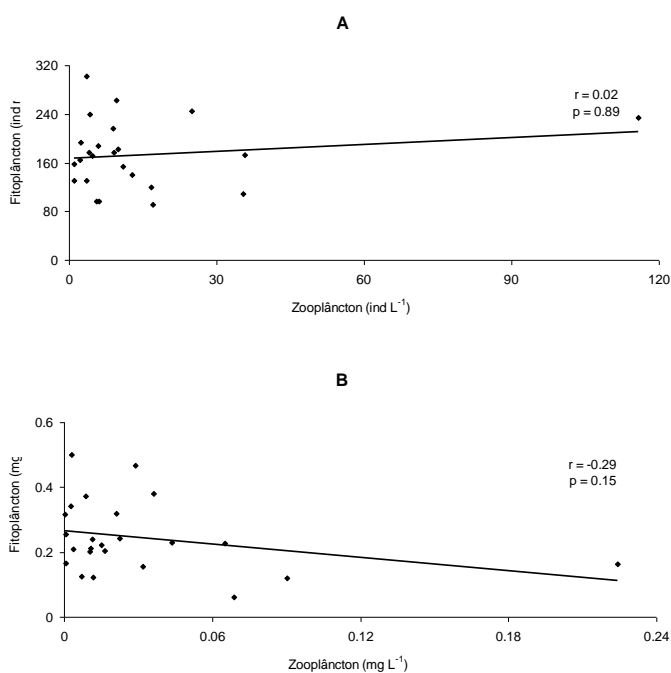
Foi detectada relação inversa entre as variáveis diversidade/equitabilidade do plâncton e densidade/biomassa desse grupo, principalmente em relação ao zooplâncton, cujos valores de correlação foram significativos. Também se observou relação inversa

entre a densidade fitoplanctônica e a clorofila *a*, entre a densidade do zooplâncton e a temperatura da água e entre a equitabilidade do zooplâncton e o pH (Apêndice J).

**Tabela 18.** Contribuição percentual (%) individual das variáveis bióticas e abióticas para os dois primeiros componentes da ACP, no reservatório do Prata. Legendas - C1: componente 1; C2: componente 2. Valores em negrito - variáveis com maior contribuição em cada componente.

	C1	C2
Precipitação pluviométrica	3.23	3.11
Temperatura da água	10.85	0.91
Oxigênio dissolvido	7.73	7.62
Condutividade elétrica	11.24	2.14
Turbidez	0.17	10.43
pH	8.09	5.81
Sólidos suspensos totais	0.12	<b>21.55</b>
Fósforo total	0.13	14.89
Fósforo total dissolvido	0.04	1.64
Clorofila <i>a</i>	0.01	10.54
Densidade do fitoplâncton	0.49	10.80
Biomassa do fitoplâncton	3.03	0.20
Diversidade do fitoplâncton	0.64	0.08
Equitabilidade do fitoplâncton	4.18	4.97
Densidade do zooplâncton	11.88	3.25
Biomassa do zooplâncton	13.48	1.84
Diversidade do zooplâncton	9.16	0.20
Equitabilidade do zooplâncton	<b>15.53</b>	0.02

Na Figura 42 observam-se tendências de correlação direta entre as densidades e inversa entre as biomassas planctônicas, sendo estas, porém, não significativas.



**Figura 42.** Correlação linear de Pearson para a densidade (A) e a biomassa (B) do fitoplâncton *versus* zooplâncton no reservatório do Prata.

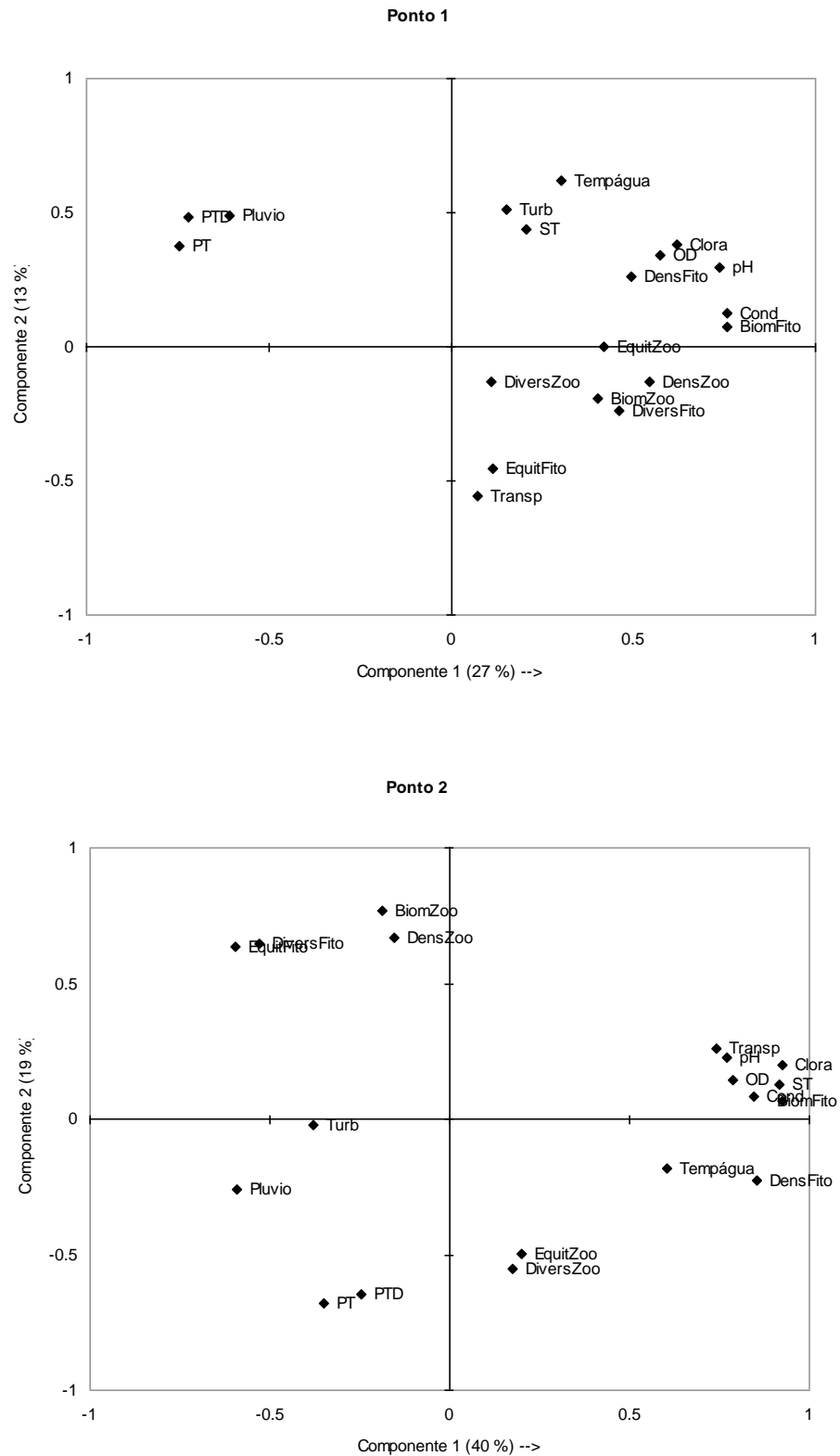
### 6.5.2. Reservatório de Apipucos

No ponto 1, a soma dos dois primeiros componentes da ACP foi de 40,2% (Figura 43). Para o componente 1, a maior contribuição foi observada para condutividade elétrica e diversidade do fitoplâncton. A condutividade elétrica esteve diretamente relacionada à temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, densidade/biomassa fitoplanctônica e equitabilidade do zooplâncton, e inversamente relacionada ao fósforo total. Detectou-se correlação direta entre a diversidade fitoplanctônica e respectivas equitabilidade e biomassa desta comunidade, além do pH. A temperatura da água apresentou maior contribuição percentual para o componente 2, estando diretamente relacionada à condutividade elétrica (Tabela 19 e Apêndice K).

Os nutrientes fosfatados estiveram diretamente correlacionados à precipitação pluviométrica, sendo este conjunto de variáveis inversamente relacionado às demais variáveis bióticas e abióticas analisadas. A clorofila *a* apresentou-se diretamente relacionada ao oxigênio dissolvido, pH e biomassa do fitoplâncton. Sugere-se relação direta e significativa entre as densidades e biomassas das comunidades fito e zooplanctônicas (Apêndice K).

No P2, o percentual cumulativo de contribuição dos componentes 1 - C1 e 2 - C2 foi de 59,2% (Figura 43). Para o C1, as variáveis mais representativas foram sólidos suspensos totais, clorofila *a* e biomassa do fitoplâncton, sendo estas diretamente relacionadas entre si e com a transparência da água, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH e densidade fitoplanctônica. Além disso, os sólidos suspensos e a biomassa do fitoplâncton estiveram diretamente relacionados à temperatura da água. No C2 destacou-se a biomassa zooplanctônica, inversamente relacionada à respectiva diversidade dessa comunidade. Desta forma, detectou-se relação inversa entre as variáveis diversidade e equitabilidade do plâncton e respectivas densidade e abundância (Tabela 19 e Apêndice L).

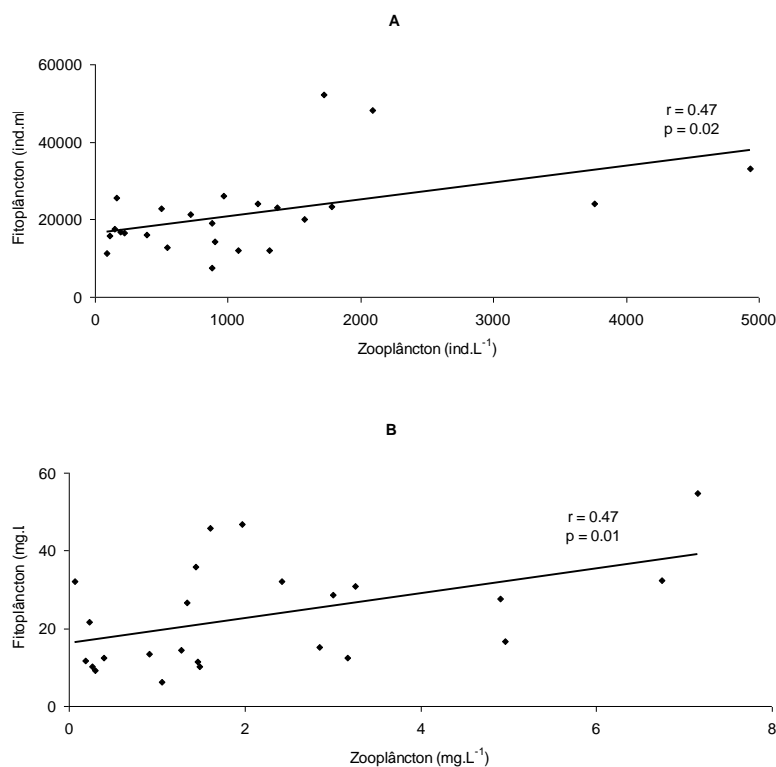
A precipitação pluviométrica esteve inversamente relacionada aos sólidos suspensos totais, enquanto a concentração de oxigênio dissolvido esteve diretamente relacionada à transparência, pH, sólidos suspensos totais, clorofila *a* e densidade/biomassa do fitoplâncton. Não foi detectada relação significativa entre os nutrientes fosfatados e demais variáveis analisadas, apesar das tendências de relação inversa desses nutrientes com as variáveis bióticas (Apêndice L).



**Figura 43.** Análise dos componentes principais para as variáveis bióticas e abióticas consideradas no reservatório de Apipucos, nos pontos 1 e 2. Legendas - Pluvio: precipitação pluviométrica; Transp: transparência; Tempágua: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; Cond: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clora: clorofila  $\alpha$ ; Dens: densidade; Biom: biomassa; Divers: diversidade; Equit: equitabilidade; Fito: fitoplâncton; Zoo: zooplâncton.

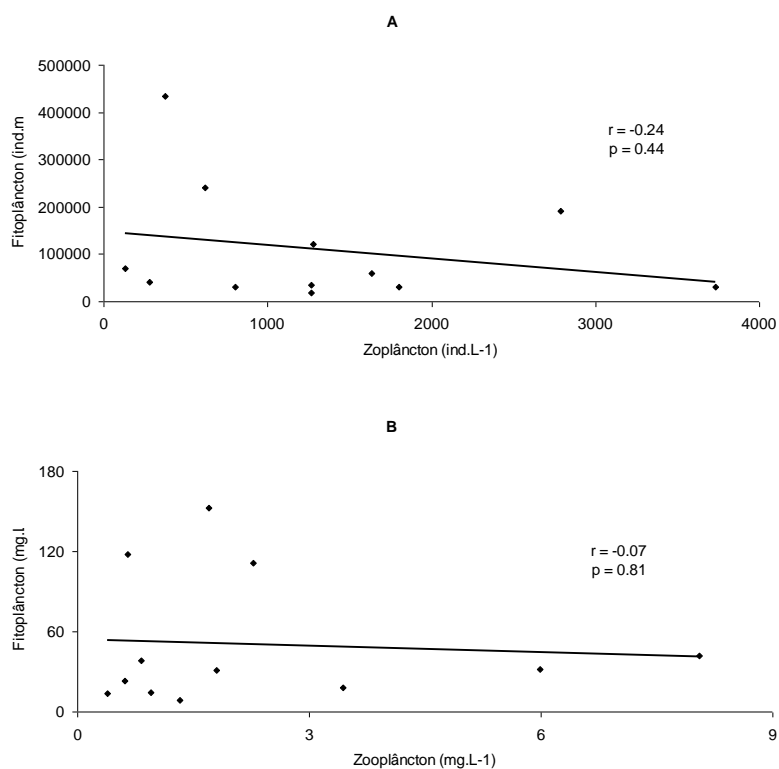
**Tabela 19.** Contribuição percentual (%) individual das variáveis para os dois primeiros componentes da ACP, no reservatório de Apipucos, em ambos os pontos de estudo. Legendas - C1: componente 1; C2: componente 2. Valores em negrito - variáveis com maior contribuição em cada componente.

	Ponto 1		Ponto 2	
	C1	C2	C1	C2
Pluviometria	7.19	9.34	4.61	1.82
Transparência	0.10	12.33	7.30	1.82
Temperatura da água	1.79	<b>15.21</b>	4.82	0.93
Oxigênio dissolvido	6.44	4.66	8.24	0.56
Condutividade elétrica	<b>11.23</b>	0.63	9.43	0.18
Turbidez	0.46	10.33	1.89	0.01
pH	10.62	3.40	7.84	1.42
Sólidos suspensos totais	0.83	7.46	<b>11.14</b>	0.45
Fósforo total	10.82	5.49	1.61	12.74
Fósforo total dissolvido	10.08	9.18	0.81	11.36
Clorofila <i>a</i>	7.46	5.77	<b>11.27</b>	1.10
Densidade do fitoplâncton	4.74	2.66	9.63	1.42
Biomassa do fitoplâncton	<b>11.20</b>	0.23	<b>11.34</b>	0.12
Diversidade do fitoplâncton	4.14	2.28	3.68	11.55
Equitabilidade do fitoplâncton	0.26	8.17	4.67	11.11
Densidade do zooplâncton	5.80	0.69	0.32	12.19
Biomassa do zooplâncton	3.17	1.48	0.46	<b>16.10</b>
Diversidade do zooplâncton	0.23	0.68	0.41	8.36
Equitabilidade do zooplâncton	3.43	0.00	0.52	6.77



**Figura 44.** Correlação linear de Pearson para a densidade (A) e a biomassa (B) do fitoplâncton *versus* zooplâncton no ponto 1 do reservatório de Apipucos.





**Figura 45.** Correlação linear de Pearson para densidade (A) e biomassa (B) do fitoplâncton *versus* zooplâncton no ponto 2 do reservatório de Apipucos.

As Figuras 44 e 45 ilustram melhor as tendências sugeridas na ACP para a correlação das variáveis quantitativas (densidade e biomassa) entre as comunidades planctônicas. Dessa forma, correlações positivas e significativas no P1 sugerem que o incremento quantitativo do fitoplâncton influencia o mesmo para o zooplâncton, e vice-versa, enquanto no P2 observou-se tendência contrária, indicando a ocorrência de relação inversa entre o crescimento quantitativo de ambas as comunidades, sendo, porém, as correlações não significativas para este ponto de estudo.

## 6.6. Caracterização da qualidade da água através dos índices biológicos para as comunidades planctônicas.

### ❖ Reservatório do Prata

Os resultados obtidos pelo  $ICF_{RES}$  enquadraram inicialmente a qualidade da água para a biota na categoria “Ótima” durante todo o período de estudo; porém, os grupos dominantes refletiram a redução na qualidade da água em alguns meses, alcançando a categoria “regular” nos meses com predominância de Chlorophyceae Chlorococcales e “ruim” naqueles com maior dominância de Cyanophyceae ou Euglenophyceae (Tabela 20).

**Tabela 20.** Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as comunidades biológicas através do índice de comunidades fitoplanctônicas para reservatórios -  $ICF_{RES}$ , no reservatório do Prata. Legendas - IET: índice de estado trófico; --: ausência de dominância. Densidade =  $10^3$  org L<sup>-1</sup>.

	Densidade	IET	Grupo dominante	Qualidade
<b>Mar</b>	0,11	-26,2	Cyanophyceae	Ótima/ruim
<b>Abr</b>	0,14	31,0	Euglenophyceae	Ótima/ruim
<b>Mai</b>	0,15	59,1	Cyanophyceae	Ótima/ruim
<b>Jun</b>	0,26	50,5	Chlorococcales	Ótima/boa
<b>Jul</b>	0,18	43,6	Chlorococcales	Ótima/regular
<b>Ago</b>	0,18	26,9	Cyanophyceae	Ótima/boa
<b>Set</b>	0,22	23,8	Cyanophyceae	Ótima/boa
<b>Out</b>	0,17	37,0	Cyanophyceae	Ótima/boa
<b>Nov</b>	0,17	49,6	Dinophyceae	Ótima/boa
<b>Dez</b>	0,19	49,8	Euglenophyceae	Ótima/ruim
<b>Jan</b>	0,30	49,6	Dinophyceae	Ótima
<b>Fev</b>	0,24	48,5	Dinophyceae	Ótima

Quanto ao  $ICZ_{RES}$ , a qualidade da água foi considerada entre “boa” e “péssima”. Caso fossem utilizados apenas os dados de IET e da razão entre as densidades das ordens de Copepoda, o enquadramento estaria entre “boa” e “regular” na maior parte do período. Porém, a ausência de um ou mais grupos zooplancônicos em determinados meses, aliado aos baixos valores obtidos para a razão entre as densidades das duas referidas ordens de Copepoda em certos meses, enquadraram a qualidade da água como “ruim” ou “péssima” (Tabela 21).

**Tabela 21.** Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as comunidades biológicas através do índice de comunidades zooplancônicas para reservatórios - ICZ<sub>RES</sub>, no reservatório do Prata. Legendas - Cal: Calanoida; Cyc: Cyclopoida; N: densidade de organismos; IET: índice de estado trófico; Clora: clorofila *a*; reg.: regular; pes.: péssima; \*: razão impossível, pela ausência de Cyclopoida.

Prata	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
<b>Rotifera</b>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<b>Cladocera</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<b>Copepoda Cal</b>	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
<b>Copepoda Cyc</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<b>Razão NCal/NCyc</b>	0,38	0,00	2,00	0,00	0,40	0,30	0,94	0,00	*	0,75	3,00	0,60
<b>IET Clora</b>	34,7	40,8	35,8	22,9	32,3	0,0	0,0	25,3	32,3	29,4	29,4	29,4
<b>Qualidade da água</b>	reg.	reg.	boa	boa	reg.	ruim	boa	reg.	pes.	ruim	boa	ruim

#### ❖ Reservatório de Apipucos

Os resultados do ICF<sub>RES</sub> enquadraram a qualidade da água para a biota nas categorias entre “regular” e “ruim” em ambos os pontos de estudo, através da interação entre os dados apresentados para as variáveis analisadas, principalmente os valores de densidade total do fitoplâncton e IET. A dominância de Chlorophyceae Chlorococcales no P1 torna o enquadramento regular durante a maior parte do ciclo anual estudado, enquanto no P2 a predominância de Cyanophyceae reflete uma maior deterioração da qualidade da água (Tabela 22).

**Tabela 22.** Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as comunidades biológicas através do índice de comunidades fitoplanctônicas para reservatórios - ICF<sub>RES</sub>, no reservatório de Apipucos. Legendas - IET: índice de estado trófico; --: ausência de dominância. D: Densidade = 10<sup>3</sup> org L<sup>-1</sup>.

	Ponto 1				Ponto 2			
	D	IET	Grupo dominante	Qualidade	D	IET	Grupo dominante	Qualidade
<b>Mar</b>	15,7	83,1	Euglenophyceae	Ruim	34,9	85,9	Chlorococcales	Regular / Ruim
<b>Abr</b>	12,9	80,3	Chlorococcales	Regular/Ruim	41,8	86,6	Cyanophyceae	Ruim
<b>Mai</b>	16,9	87,6	Chlorococcales	Regular/Ruim	69,9	88,4	Cyanophyceae	Ruim
<b>Jun</b>	11,4	83,2	Chlorococcales	Regular/Ruim	19,2	74,8	Cyanophyceae	Ruim
<b>Jul</b>	19,0	74,2	Chlorococcales	Regular/Ruim	31,7	85,2	Cyanophyceae	Ruim
<b>Ago</b>	7,6	69,0	Chlorococcales	Regular/Ruim	60,1	83,7	Cyanophyceae	Ruim
<b>Set</b>	16,0	77,3	Chlorococcales	Regular/Ruim	30,4	85,2	Cyanophyceae	Ruim
<b>Out</b>	12,0	73,3	Chlorococcales	Regular/Ruim	30,5	88,6	Cyanophyceae	Ruim
<b>Nov</b>	24,2	72,4	Chlorococcales	Regular/Ruim	434,5	88,0	Cyanophyceae	Ruim
<b>Dez</b>	17,6	79,1	Euglenophyceae	Ruim	241,3	91,0	Cyanophyceae	Ruim
<b>Jan</b>	25,6	76,3	Chlorococcales	Regular/Ruim	192,1	91,1	Cyanophyceae	Ruim
<b>Fev</b>	48,3	77,9	Euglenophyceae	Ruim	121,5	88,1	Cyanophyceae	Ruim

A qualidade da água foi classificada entre ruim e péssima em ambos os pontos de estudo, de acordo com os resultados encontrados para o ICZ<sub>RES</sub>. Os grupos Rotifera e Copepoda Cyclopoida estiveram presentes em todo o ciclo anual, porém, Cladocera e, principalmente, Copepoda Calanoida estiveram ausentes em vários meses. Destaca-se que a razão entre as densidades das ordens de Copepoda - NCal/NCyc foi sempre inferior a 0,5 (Tabela 23).

**Tabela 23.** Síntese dos dados utilizados na caracterização da qualidade da água para as comunidades biológicas através do índice de comunidades zooplancônicas para reservatórios - ICZ<sub>RES</sub>, no reservatório de Apipucos. Legendas - Cal: Calanoida; Cyc: Cyclopoida; N: densidade de organismos; IET: índice de estado trófico; Clora: clorofila *a*; pes.: péssima. \*: ausência de dados.

Ponto 1	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
Rotifera	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cladocera	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-
Copepoda Cal	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Copepoda Cyc	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Razão NCal/NCyc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00
IET Clora	79,4	68,1	71,9	68,8	75,4	67,1	82,6	70,2	77,8	86,7	77,2	76,7
Qualidade da água	ruim / pes.	ruim	ruim	ruim	ruim / pes.	ruim	ruim / pes.	ruim	ruim / pes.	ruim / pes.	pes.	ruim / pes.
Ponto 2	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
Rotifera	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+
Cladocera	-	-	-	+	+	+	+	+	+	*	+	+
Copepoda Cal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	+	-
Copepoda Cyc	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+
Razão NCal/NCyc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	0,13	0,00
IET Clora	80,9	76,2	69,9	67,7	84,6	81,0	81,7	87,6	92,2	*	93,9	91,0
Qualidade da água	ruim / pes.	ruim / pes.	ruim	ruim	pes.	pe	pes.	pes.	pes.	*	pes.	pes.

## 7. DISCUSSÃO

---

Na determinação do estado trófico, os valores obtidos a partir do fósforo total (PT) representam o potencial de eutrofização, já que esse nutriente atua como agente causador do processo, enquanto a clorofila *a* é considerada uma medida de resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando o nível de crescimento algal. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo (Moraes 2001, CETESB 2006).

Em um corpo hídrico em que a eutrofização encontra-se plenamente estabelecida, o estado trófico determinado pelo índice de clorofila *a* coincide com aquele determinado pelo índice de PT. Já nos corpos hídricos em que esse processo esteja limitado por fatores ambientais, como a temperatura da água ou baixa transparência, o índice relativo à clorofila *a* irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo (Moraes 2001, CETESB 2006).

Assim, a coincidência entre os valores obtidos neste estudo para os índices tróficos de PT e clorofila *a* confirmam o pleno estabelecimento do processo de eutrofização nas águas do reservatório de Apipucos, considerado de eutrófico a hipereutrófico, enquanto no reservatório do Prata, apesar da classificação de meso a eutrófico em alguns meses do ano, os valores obtidos pelo índice da clorofila *a* foram inferiores àqueles determinados pelo índice de PT, confirmando as condições oligotróficas de suas águas.

Porém, as baixas concentrações de nutrientes fosfatados no reservatório do Prata não indicam, necessariamente, baixa produção orgânica nesse reservatório, já que os métodos de extração de clorofila *a* avaliam principalmente a concentração deste pigmento no fitoplâncton, sem considerar as macrófitas aquáticas, as quais, segundo Moss (1998), são responsáveis pela maior parte da produção primária dos lagos rasos.

O estado nutricional determinou diferenças importantes nos valores obtidos para as variáveis físicas e químicas da água e clorofila *a* entre os reservatórios. Condições oligotróficas no reservatório do Prata propiciaram maior transparência e concentrações mais elevadas de oxigênio dissolvido, enquanto que a eutrofização do reservatório de Apipucos acarretou valores mais elevados de condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais, nutrientes fosfatados e clorofila *a*, principalmente no ponto 2 (P2).

De forma geral, as concentrações de oxigênio dissolvido nas águas do reservatório do Prata parecem adequadas ao desenvolvimento da biota, em contraste ao reservatório de

Apipucos, cujas valores são considerados baixos, pois, de acordo com Garcés B. (1984), as comunidades aeróbias requerem concentrações acima de  $4 \text{ mg L}^{-1}$ .

Altas temperaturas e oxidação pela decomposição da matéria orgânica estão entre os principais deplecionadores dos níveis de oxigênio em ambientes aquáticos (Sewel 1978, Esteves 1998). De acordo com Pereira e Nascimento (2009), macrófitas submersas são importantes componentes do metabolismo dos reservatórios, absorvendo gás carbônico pela fotossíntese e servindo de substrato para desova e crescimento de outros organismos, enquanto o desenvolvimento de macrófitas flutuantes nesses ambientes pode causar problemas pela procriação de vetores de doenças e redução dos níveis de oxigênio.

Desta forma, as temperaturas elevadas observadas no reservatório de Apipucos aceleram a decomposição das macrófitas aquáticas flutuantes que abundam nesse ambiente, aumentando a demanda por oxigênio e reduzindo as concentrações desse gás na água. Em contrapartida, a presença de macrófitas emersas e submersas no reservatório do Prata incrementam a produção primária e, conseqüentemente, a concentração de oxigênio dissolvido mediante o processo de fotossíntese, contribuindo para a manutenção de níveis adequados de oxigênio disponível aos organismos aquáticos.

Nutrientes fosfatados, condutividade elétrica, turbidez e clorofila *a* são variáveis descritoras de eutrofização (Calijuri e Oliveira 1996, Moraes 2001), e elevados valores destas variáveis no P2 do reservatório de Apipucos indicam maior entrada ou acúmulo de matéria orgânica neste ponto de estudo.

O processo de eutrofização é causado, na maioria das vezes, por cargas excessivas de fósforo (Schindler 1977, Esteves 1998), a exemplo do que acontece no reservatório de Apipucos. Em lagos urbanos, o carreamento a partir de áreas marginais, descartes domésticos, resíduos industriais e agrícolas são as principais fontes de entrada de nutrientes (Carpenter et al. 1998, Tundisi 2003, Walker et al. 2006). Esse enriquecimento nutricional acarreta problemas tais como floração de algas tóxicas, redução do oxigênio, morte de peixes e perda da biodiversidade, degradando seriamente os ecossistemas aquáticos e prejudicando seus usos (Carpenter et al. 1998, Tundisi 2003).

A condutividade é uma expressão quantitativa da capacidade da água em conduzir a corrente elétrica, que depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água. Representa uma medida indireta da concentração de poluentes, sendo que, em geral, níveis superiores a  $100 \mu\text{S/cm}$  (tal como os registrados no reservatório de Apipucos) indicam ambientes impactados (Moraes 2001, CETESB 2008).

A turbidez da água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar o meio líquido, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas e detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes (CETESB 2008).

A clorofila *a* é um pigmento presente em indivíduos autótrofos, como fitoplâncton e algas, cujo crescimento está diretamente relacionado à quantidade de nutrientes. Maiores concentrações de clorofila *a* estão relacionadas ao incremento na quantidade de sólidos suspensos e aumento da turbidez.

Os sólidos suspensos totais (SST) possuem grande importância nas condições de qualidade da água em sistemas límnicos, influenciando o transporte de nutrientes e de substâncias tóxicas, a produção primária e a profundidade do Secchi (Malmaeus e Hakanson 2003). Desta forma, os SST estão entre os fatores relacionados aos baixos níveis de transparência da água no reservatório de Apipucos, e valores significativamente mais elevados de SST na estação de estiagem reflete a predominância de cargas detritais autóctones neste reservatório, pela maior decomposição das macrófitas aquáticas flutuantes (Bianchini Jr. 1999) sob temperaturas mais elevadas.

De acordo com Bianchini Jr. (1999), nos reservatórios de regiões tropicais, em geral, as macrófitas encontram o ano todo condições climáticas favoráveis para seu desenvolvimento, fato que, aliado às elevadas condições nutricionais de grande parte dos reservatórios dessa região, indicam a relevância das macrófitas aquáticas como fonte de matéria orgânica detrital. Quantidades apreciáveis desses detritos são assimiladas diretamente pela microflora para o fornecimento de carbono orgânico e energia; no entanto, frações não consumidas, juntamente com as ressintetizadas, sofrem condensações químicas e resultam na formação das substâncias húmicas, que favorecem o crescimento e produtividade do fitoplâncton, atenuam a radiação solar na água e viabilizam a manutenção de algas em ambientes tóxicos.

Com relação à predominância de matéria inorgânica em ambos os reservatórios estudados, Bianchini Jr. (1999) relata ainda que, nos ecossistemas aquáticos, verifica-se que a maior parte do carbono se encontra na forma inorgânica, em equilíbrio com os produtos do ácido carbônico, sendo que somente uma pequena parcela ocorre na forma orgânica.

Nos reservatórios estudados, o pH variou de ácido a neutro, sendo que os valores mais reduzidos foram detectados no reservatório do Prata, durante todo o ciclo anual.

Os baixos valores de pH apresentados no reservatório do Prata parecem estar associado à predominância de ácidos orgânicos provenientes da decomposição das macrófitas (Lima e Kobayashi 1988), podendo resultar em problemas para a qualidade da água em ambos os reservatórios estudados.

As restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, conforme rege a legislação federal (Resolução 357/2005 do CONAMA). Segundo esta legislação, os valores de pH entre 5,2 e 6,0 no reservatório do Prata durante o ciclo anual estão fora do recomendado, já que os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9. Em contrapartida, no reservatório de Apipucos estes seriam adequados, já que esses valores estiveram acima de 6 durante a maior parte do período estudado.

Segundo Moss (1998), em reservatórios menos impactados, tais como o do Prata, a acidificação costuma ser mais importante que a eutrofização, conduzindo ao declínio da produtividade e acarretando a oligotrofização. Embora possa auxiliar na purificação da água para abastecimento doméstico, a acidificação pode aumentar a corrosão do sistema hidráulico que encaminha a água à população e interferir no desenvolvimento da biota aquática.

No reservatório de Apipucos, apesar dos valores de pH adequados à legislação vigente, baixos valores de pH podem contribuir para o agravamento dos impactos da eutrofização. A poluição química pode carregar consigo elementos metálicos e compostos orgânicos sintéticos, que se caracterizam pela toxicidade e persistência (Silva et al. 2009). A redução do pH contribui para a solubilização/disponibilização desses elementos químicos tóxicos (Moraes 2001).

Quanto à zona eufótica, ressalta-se que esta se estendeu por toda a coluna d'água, permitindo a chegada da luz até o sedimento, tanto no reservatório do Prata como no de Apipucos, apesar deste último ter apresentado elevados níveis de turbidez, grande quantidade de sólidos suspensos e limitada transparência.

De acordo com Moraes (2001), a extensão da zona eufótica depende, principalmente, da capacidade do meio em atenuar a radiação incidente. Do ponto de vista óptico, a transparência da água pode ser considerada o oposto da turbidez, já que depende da quantidade de partículas em suspensão presentes. Substâncias húmicas também podem conferir coloração à água.



Assim, era esperado que nas águas do reservatório de Apipucos a zona eufótica fosse reduzida. Porém, de acordo com Wetzel (1993), lagos de regiões tropicais recebem forte incidência de radiação solar durante todo o ano, sendo que a zona eufótica pode se estender por vários metros abaixo da superfície, ou mesmo por toda a coluna d'água, no caso de ecossistemas rasos.

Essa disponibilidade de luz desde a superfície até o fundo explica, por sua vez, a semelhança para os valores de clorofila *a* entre as profundidades de estudo no reservatório de Apipucos, já que não há restrições luminosas à fotossíntese e o fitoplâncton pode se desenvolver em todos os estratos da coluna d'água.

Dentre as variáveis climatológicas, a precipitação pluviométrica foi a única que apresentou variação mensal significativa durante o ciclo anual estudado. Esta variável é um fator primordial na dinâmica hidrológica de ecossistemas aquáticos continentais no nordeste do Brasil, região caracterizada por elevados valores de temperatura e irregularidade do regime de chuvas ao longo do ano, onde períodos de maiores níveis de precipitação pluviométrica intercalam-se entre os períodos de estiagem.

Conseqüentemente, foi observada importante influência da sazonalidade para as variáveis físicas e químicas da água e clorofila *a*, em ambos os reservatórios estudados, sendo que a maioria destas apresentou valores significativamente mais elevados no período de estiagem, principalmente aquelas relacionadas à eutrofização, tais como condutividade elétrica, sólidos suspensos totais e clorofila *a*, no reservatório de Apipucos.

Maiores valores para as variáveis descritoras de eutrofização no período de estiagem estão relacionadas, provavelmente, ao incremento das taxas de decomposição das macrófitas e matéria orgânica em geral causado por temperaturas mais elevadas, agravando o processo de eutrofização nessa estação sazonal.

Em relação aos nutrientes fosfatados (fósforo total e fósforo total dissolvido) no reservatório de Apipucos, também ocorreu variação sazonal significativa, tendo sido, porém, registrados os maiores valores na estação chuvosa. Esse fato indica maiores aportes de poluição pelo carreamento das chuvas, revelando a importância das cargas alóctones de poluição e nutrientes nesse corpo d'água. Em contrapartida, no reservatório oligotrófico do Prata, os valores observados para esses nutrientes não diferiram significativamente ao longo do ciclo anual, indicando a origem autóctone do fósforo nesse corpo d'água. A regulação sazonal do fósforo pela precipitação pluviométrica também foi observada no reservatório eutrófico da Pampulha (Rückert e Giani 2008).

Além do carreamento pelas chuvas, valores mais reduzidos de pH na estação chuvosa, em relação à estiagem, associados à ação dos ventos, também podem estar relacionados à dinâmica sazonal nos níveis de nutrientes fosfatados. Como já foi dito, valores mais ácidos de pH promovem uma maior disponibilização dos elementos retidos nos sedimentos dos ambientes aquáticos, tais como o fósforo. Além disso, segundo Moss (1983), em ambientes rasos, a circulação da água promovida pelo vento para o fundo é provavelmente completa, e a água oxigenada pode estar sempre em contato com a superfície do sedimento, promovendo a liberação de nutrientes e de outros elementos.

Das et al. (2009), num estudo sobre a dinâmica do fósforo em um lago tropical com características semelhantes às encontradas no reservatório de Apipucos (Zeekoevlei, um lago raso urbano e perene situado na África do Sul), relatam a importância da ação do vento na ressuspensão do fósforo a partir do sedimento e para a coluna d'água.

Em contraste às diferenças sazonais, foi evidenciada homogeneidade da coluna d'água quanto às variáveis físicas e químicas e clorofila *a* em ambos os reservatórios estudados, sendo as diferenças entre os estratos de superfície e fundo significativas apenas para as concentrações de OD (maiores na superfície) e valores de sólidos suspensos totais (maiores no fundo), no reservatório de Apipucos. Esses resultados evidenciam maior oxigenação no estrato superficial da coluna d'água e deposição de sólidos no sedimento para este reservatório.

Em relação às comunidades planctônicas, maiores riquezas foram observadas no reservatório eutrófico de Apipucos, com maior diferença para o fitoplâncton em relação ao zooplâncton. Esses resultados contrastam com o descrito por alguns autores (tais como Wetzel 1993, Moschini-Carlos 1999, Pompêo 1999, Rodríguez e Matsumura-Tundisi 2000), os quais relatam a ocorrência de maiores riquezas planctônicas em ambientes com grau de trofia reduzido.

De acordo com Moschini-Carlos (1999) e Pompêo (1999), nos lagos oligotróficos a biota pode apresentar elevada riqueza taxonômica, porém, reduzida densidade de organismos, em contraste aos corpos d'água eutróficos (Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008), nos quais as condições geralmente adversas para a maior parte da biota favorecem a presença de uma quantidade reduzida de espécies tolerantes, as quais, porém, desenvolvem grandes densidades populacionais.

No entanto, no reservatório da Pampulha, Pinto-Coelho et al. (1999) relataram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo quanto à influência de diferentes condições de trofia sobre a riqueza das comunidades planctônicas. Enquanto o

fitoplâncton apresentou aumento do número de espécies com os índices de eutrofização, a comunidade zooplânctônica apresentou praticamente a mesma riqueza específica em ambas as estações de estudo.

Matsumura-Tundisi e Tundisi (2005), em estudos no reservatório eutrófico de Barra Bonita, no estado de São Paulo, também encontraram elevada riqueza planctônica, apoiando-se na “hipótese do distúrbio intermediário”, para explicar o fato. De acordo com os referidos autores, ao contrário da eutrofização, gradientes horizontais e instabilidade vertical (fatores também observados no reservatório de Apipucos) afetam positivamente a riqueza, assim como a densidade do plâncton.

Uma menor riqueza planctônica observada no reservatório do Prata, em relação ao reservatório de Apipucos, pode estar relacionada, entre outros fatores, aos baixos valores de pH, os quais estariam abaixo dos padrões requeridos ao bom desenvolvimento da biota.

Há tempos, a reação ácida, básica ou neutra do meio em que vivem os organismos tem sido reconhecida como de grande importância, sendo que a maioria dos organismos aquáticos mostra uma acentuada preferência por determinada reação do ambiente. Desse modo, essa reação tem uma ação sobre a composição da biocenose (Moraes 2001). A acidificação pode agir como fator limitante a determinadas espécies, levando à redução na quantidade destas, já que de acordo com o princípio ecológico básico de Thienemann (1918 in Moraes 2001), “quanto mais as condições de vida de um biótopo se afastarem das condições ótimas para a maioria dos organismos, tanto mais pobre em espécies este será”.

Maior riqueza taxonômica para Chlorophyceae, como observada em ambos os reservatórios estudados, é comum em águas continentais do Brasil, independente do estado trófico (Chamixaes 1990, Henry et al. 2006, Moura et al. 2007, Chellappa et al. 2008). Esta divisão algal esteve representada, em sua maior parte, por organismos coloniais tais como as espécies de *Desmodesmus*, *Pediastrum* e *Scenedesmus*, destacando-se este último gênero quanto à riqueza específica.

*Scenedesmus* é um gênero algal formado por indivíduos cujas colônias podem ter 2, 4, 8, 16 ou, mais raramente, 36 células dispostas lado a lado. Constitui-se do mais comum e cosmopolita entre os gêneros de algas verdes, habitando águas com diferentes condições nutricionais, destacando-se, porém, os ambientes eutróficos (Bicudo e Menezes 2006) a hipereutróficos (Reynolds 1996).

Além das Chlorophyceae, as divisões Bacillariophyceae e Euglenophyceae também apresentaram riquezas taxonômicas importantes nos reservatórios do Prata e de Apipucos, respectivamente. As diatomáceas podem servir como indicadoras do estado trófico da

água, estando algumas espécies relacionadas a reservatórios oligotróficos (Lopes et al. 2005, Nogueira et al. 2010). Em contrapartida, euglenofíceas são organismos heterótrofos facultativos (Wetzel 1983) que podem se desenvolver bem em ambientes com alta concentração de matéria orgânica, sendo capazes de utilizar detritos, além da produção fotossintética, como fonte de energia (Franceschini et al. 2010).

A presença dos táxons de Cyanophyceae *Dolichospermum* sp., *Geitlerinema amphibium* e *Lyngbya* spp., no reservatório do Prata, incita atenção pelo fato destes organismos serem considerados potencialmente tóxicos, podendo acarretar prejuízos à saúde humana pela liberação de toxinas. Apesar das baixas condições tróficas desse reservatório, que não favorecem o incremento populacional do plâncton em geral, deve-se estar atento às densidades destes organismos nesse manancial, principalmente no caso de alteração das condições nutricionais, a fim de evitar prejuízos à saúde da população abastecida por suas águas.

A classificação funcional dos organismos fitoplanctônicos (Reynolds 1996, Reynolds et al. 2002, Padisák et al. 2009) pode explicar a maior frequência de certos táxons dentro da comunidade fitoplanctônica, nos reservatórios estudados.

De acordo com esta classificação, *Peridinium* sp., única espécie muito frequente no reservatório do Prata, enquadra-se no codon Lo, caracterizado por organismos que habitam águas quentes e com elevada penetração de luz, de oligo a eutróficas, em ambientes rasos ou profundos. Já as espécies que apresentaram maior frequência no reservatório de Apipucos (tais como *Aulacoseira granulata*, *Melosira distans*, *Merismopedia* sp., espécies de *Scenedesmus* e algumas Euglenophyceae) estão distribuídas entre os códonos C, F, J, Lo, P, W1 e W2, caracterizando organismos que ocorrem principalmente em lagos rasos de tamanho pequeno ou médio, de condições meso a eutróficas, com grande carga de matéria orgânica e baixa transparência, os quais são favorecidos pela mistura, sendo sensíveis à estratificação vertical da coluna d'água.

Assim como ocorre para Chlorophyceae entre os componentes do fitoplâncton, uma maior riqueza taxonômica para Rotifera no zooplâncton dos reservatórios estudados é normalmente registrada em ecossistemas continentais do Brasil (Cabianca e Sendacz 1985, Neumann-Leitão et al. 1989, Sampaio et al. 2002, Panarelli et al. 2003, Almeida et al. 2010).

A grande representatividade do gênero *Brachionus* entre os Rotifera, principalmente no reservatório de Apipucos, se deve à relevante importância destes para o zooplâncton de águas tropicais (Shiel 1979), cujas espécies têm hábito predominantemente

planctônico (Almeida et al. 2006). Destaca-se a ocorrência da espécie *Brachionus calyciflorus anuraeiformis* apenas para o reservatório de Apipucos, sendo que, segundo Neumann-Leitão e Souza (1987) este organismo está relacionado à deterioração nas condições de trofia das águas.

O gênero *Lecane*, por sua vez, é formado por espécies litorâneas, relacionadas ao bentos e ao perifíton, ocorrendo no plâncton como migrantes ocasionais (Neumann-Leitão e Souza 1987, Almeida et al. 2006), tendo, por isso, apresentado grande riqueza no reservatório do Prata, já que nesse ambiente ocorreu presença abundante de macrófitas submersas e emersas, que servem de substrato para o desenvolvimento desses organismos.

A abundância de macrófitas aquáticas no reservatório do Prata também favoreceu uma maior frequência de ocorrência do Cladocera *Alonella dadayi*, já que esta é uma espécie fitófila, frequentemente encontrada entre a vegetação (Souza e Elmoor-Loureiro 2008).

Dentre a fauna acompanhante, a ocorrência de Ostracoda e Nematoda nos estratos superficiais da coluna d'água, no reservatório do Prata, indica a importante influência dos ventos nos eventos de mistura da coluna d'água neste ambiente, já que estes organismos habitam normalmente os sedimentos dos ambientes lacustres.

Uma maior quantidade de organismos frequentes e muito frequentes no reservatório de Apipucos demonstra a interferência do estado trófico na dinâmica temporal das populações planctônicas. Assim, neste corpo d'água, a proporção de espécies que ocorrem durante a maior parte do ciclo anual foi maior que aquela registrada no reservatório do Prata, por serem estas tolerantes e adaptadas às condições deterioradas de qualidade da água.

Para a diversidade, menores valores foram registrados no reservatório do Prata para ambas as comunidades planctônicas, sendo que estes dados corroboram os encontrados por Pinto-Coelho et al. (1999) no reservatório da Pampulha. Esses autores observaram ainda menor equitabilidade para o fitoplâncton sob condições mais eutróficas, enquanto para o zooplâncton ocorreu pequenas variações, tendo este fato ocorrido também no presente estudo, com maiores valores de equitabilidade fitoplanctônica no reservatório do Prata, enquanto para o zooplâncton os valores foram semelhantes entre os reservatórios.

Ressalta-se que, no P2 do reservatório de Apipucos, foram registrados valores mais reduzidos de diversidade e equitabilidade para ambas as comunidades planctônicas, assim como uma menor riqueza para o fitoplâncton, em relação ao P1, sendo que era esperado o contrário, já que segundo Nogueira et al. (2003), a zona litorânea dos reservatórios

apresenta maior quantidade de nichos ecológicos e, conseqüentemente, maior riqueza e diversidade biológica.

Almeida et al. (2006), estudando os Rotifera em um reservatório eutrófico do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, encontraram maiores valores para riqueza e diversidade na zona litorânea, em relação à limnética, relacionando os resultados à expressiva quantidade de macrófitas na região litoral do lago. Assim, acredita-se que condições mais severas de qualidade da água no P2 do reservatório de Apipucos seja um fator que limita a ocorrência de certas espécies, reduzindo a riqueza e aumentando a dominância dos organismos melhor adaptados.

Maiores densidade e biomassa para a comunidade planctônica no reservatório de Apipucos também estão relacionadas aos elevados níveis nutricionais. O incremento na quantidade de organismos para as comunidades planctônicas em ambientes com elevados níveis nutricionais ocorre porque a eutrofização causa a deterioração da qualidade da água, reduzindo a participação quantitativa das espécies sensíveis e favorecendo o crescimento populacional dos táxons tolerantes, mais adaptados (Moss 1998, Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008).

De acordo com conceitos de Smith e Smith (2001), as elevadas densidades e biomassas fitoplanctônicas registradas no reservatório de Apipucos poderiam ser conseqüência direta do estado trófico desse corpo d'água, já que altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes favorecem o aumento das populações algais. Quanto ao zooplâncton, nos ambientes eutróficos ocorre predominância de organismos oportunistas, r-estrategistas, tais como os Rotifera e Copepoda Cyclopoida, os quais podem desenvolver grandes populações, mesmo sob condições de hipoxia (Matsumura-Tundisi 1999).

Maior biomassa para o fitoplâncton em relação ao zooplâncton, em ambos os reservatórios estudados, está relacionada a diferentes fatores. Elevadas temperaturas aumentam a produção primária em ambientes tropicais independentemente do estado de trofia (Moss 1998), enquanto a predominância de indivíduos coloniais aumenta a densidade de células e a respectiva biomassa dos organismos fitoplanctônicos, em ambos os reservatórios.

O estado trófico, por sua vez, determina o incremento do crescimento das populações algais no reservatório de Apipucos, refletindo em diferenças mais contrastantes entre as biomassas fito e zooplanctônica. Em ecossistemas aquáticos com produtividade moderada, a biomassa do fitoplâncton comumente alcança valores que podem superar diversas vezes a biomassa do zooplâncton (Odum e Barrett 2008). Além disso, num

sistema tipicamente eutrófico, a abundância de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, estimula um intenso crescimento de algas planctônicas e plantas aquáticas, cujo potencial de produção primária aumenta a reciclagem de nutrientes e matéria orgânica, favorecendo um crescimento quantitativo ainda maior desses componentes bióticos (Smith e Smith 2001).

A predominância de Cyanophyceae quanto à densidade, no reservatório do Prata e no P2 do reservatório de Apipucos, incide sobre diferentes questões relacionadas à espécie dominante e condições ambientais de cada corpo d'água.

Cyanophyceae são microrganismos aeróbios fotoautotróficos de vida livre, bioquímica e estruturalmente muito semelhantes às bactérias, que apresentam, de forma geral, morfologia simples (Lee 1999). Segundo Azevedo (1998), o desenvolvimento desses organismos é favorecido sob condições de pH neutro a alcalino (6-9), temperatura entre 15° e 30° C e alta concentração de nutrientes. Essas condições favoráveis são encontradas no reservatório de Apipucos, e explicam o grande desenvolvimento das Cyanophyceae nesse corpo d'água.

O crescimento excessivo de cianobactérias (florações ou "blooms") em águas continentais pode causar sérios prejuízos à saúde humana, dependendo da(s) espécie(s) dominante(s). A principal preocupação com o aumento da ocorrência de florações de cianobactérias em reservatórios é a capacidade desses microrganismos produzirem e liberarem para o meio líquido toxinas (cianotoxinas) que podem afetar a saúde humana, tanto pela ingestão de água como por contato com a pele em atividades de recreação, ou ainda pelo consumo de pescado contaminado (FUNASA 2003).

Porém, nem todas as cianobactérias são potencialmente tóxicas, sendo que várias espécies, tais como aquelas do gênero *Merismopedia*, que dominou quanto à densidade no reservatório de Apipucos, não exibem potencial tóxico, ou, pelo menos, esse ainda não foi relatado na literatura científica.

Já no reservatório do Prata, a abundância de Cyanophyceae reflete a influência das macrófitas no incremento da biota planctônica, já que o gênero *Lyngbya* é formado por organismos filamentosos longos que ocorrem preferencialmente no perifíton, e, mais raramente, no plâncton, estando sua ocorrência associada à presença das macrófitas submersas (Franceschini et al. 2010).

Ressalta-se que a predominância quantitativa de *Lyngbya* no reservatório do Prata reflete um problema, já que essa é uma espécie potencialmente tóxica, com capacidade para liberar neurotoxinas, as quais podem acarretar a morte na ocorrência de florações

deste táxon (FUNASA 2003). As baixas condições nutricionais e o pH reduzido desse corpo d'água limitam o crescimento populacional desse organismo. Entretanto, alterações nessas características podem ocasionar o aumento da densidade populacional desse gênero, sendo necessário, como já foi dito, o monitoramento periódico dessas variáveis a fim de evitar prejuízos à saúde da população abastecida por suas águas.

No P1 do reservatório de Apipucos, a predominância de Chlorophyceae quanto à densidade e Euglenophyceae quanto à biomassa refletem as condições de trofia desse sistema. De acordo com Reynolds (1996) e Padisák et al. (2009), representantes dos gêneros *Ankistrodesmus*, *Pediastrum* e *Scenedesmus* abundam em ambientes de eutróficos a hipereutróficos, enquanto os euglenóides ocorrem principalmente em reservatórios rasos e com riqueza de matéria orgânica, tal como ocorreu no reservatório de Apipucos.

Maior biomassa para Dinophyceae no reservatório do Prata também reflete as condições de trofia desse corpo d'água, já que esses organismos estão relacionados à baixas condições nutricionais e alta transparência (Reynolds 1996, Reynolds et al. 2002).

A predominância de Bacillariophyceae quanto à biomassa no P2 pode parecer contraditória, já que de acordo com Lopes et al. (2005) e Nogueira et al. (2010), estes organismos apresentam, geralmente, maiores participações em ambientes com baixo estado trófico. Porém, alguns gêneros são favorecidos em águas com elevados teores de matéria orgânica, a exemplo de *Melosira distans*, espécie que pode ser encontrada em ambientes com diferentes estados tróficos (Reynolds 1998), sendo, porém, considerada resistente à poluição (Palmer 1969).

Verticalmente, a boa iluminação da coluna d'água aliada ao processo de mistura causado pelo vento, fatores discutidos anteriormente, possibilitaram a distribuição algal por toda sua extensão, não sendo detectada diferença quantitativa para o fitoplâncton entre os estratos de superfície e fundo.

Quanto ao zooplâncton, a participação equilibrada dos Rotifera e Crustacea no reservatório do Prata reflete a boa equitabilidade e a ausência de dominância, fato relacionado aos baixos valores nutricionais desse ambiente, enquanto no reservatório de Apipucos, a eutrofização acarretou a predominância numérica de Rotifera.

A dominância quali e quantitativa (numérica) de Rotifera se dá principalmente em ambientes aquáticos com alto grau de trofia da água (Arora 1966, Doohan 1975, Dolan e Galegos 1992, Pontin e Langley 1993, Güntzel e Rocha 1998, Nogueira 2001) e baixos teores de oxigênio dissolvido (Berzins e Pejler 1989), podendo também ser favorecida em



ambientes rasos por serem menos vulneráveis às perturbações ambientais, com as quais esses organismos estão mais adaptados (Landa e Mourgués-Schurter 1999).

Os microcrustáceos apresentaram menores participações numéricas na comunidade zooplanctônica do reservatório de Apipucos, quando comparados aos Rotifera, fato este que é freqüentemente citado na literatura para ambientes de condições tróficas semelhantes (Cabianca e Sendacz 1985, Fabián 1993), principalmente em relação à reduzida participação de Cladocera e Copepoda Calanoida.

Neumann-Leitão et al. (1989) já reportava a reduzida importância quantitativa (numérica) de microcrustáceos para o reservatório de Apipucos, em estudos realizados entre 1981/1982, atribuindo o fato ao processo de eutrofização, já estabelecido naquela época. Além disso, de acordo com um estudo mais recente, a toxicidade também pode ser um fator relevante para explicar a reduzida participação de Cladocera nesse reservatório.

Elmoor-Loureiro (2004) encontrou anormalidades morfológicas no pós-abdome de 40% dos indivíduos de uma população do Cladocera *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1882 proveniente do reservatório de Apipucos, sugerindo que as causas destas modificações podem ser agentes tóxicos constituintes da poluição deste corpo d'água. As conclusões da autora corroboram estudos realizados em outras partes do mundo, os quais citam a toxicidade como principal causa de anormalidades morfológicas em cladóceros.

De acordo com Pinto-Coelho et al. (2008), a introdução de espécies exóticas de peixes nos lagos da região do distrito lacustre do médio rio Doce causou redução e, até mesmo, o desaparecimento de cladóceros nesses ambientes. Dessa forma, a ocorrência da tilápia do Nilo, espécie africana introduzida no reservatório de Apipucos, também pode estar relacionada às menores participações de cladóceros nesse reservatório.

As formas jovens de Copepoda em geral são mais numerosas do que os adultos em virtude da alta mortalidade das mesmas. A maior participação de formas jovens entre os Copepoda no reservatório de Apipucos sugere que a mortalidade dos náuplios e/ou copepoditos é alta, sendo que a redução no número de adultos pode ser consequência de fatores tais como alimentação, toxicidade e predação pela tilápia do Nilo, como sugerido acima para os Cladocera. Resultados semelhantes também foram encontrados por Güntzel e Rocha (1998), Fabián (1993), Bonecker et al. (2001), Almeida (2005), Almeida et al. (2009) e Cardoso e Marques (2009) para outros ambientes continentais do Brasil.

Quanto à biomassa, diferentes grupos dominaram em cada reservatório estudado. No reservatório do Prata, embora tenha havido um equilíbrio entre Rotifera e Crustacea, os cladóceros predominaram em termos de biomassa por serem organismos maiores. Essa

predominância de Cladocera foi favorecida pelas reduzidas condições nutricionais (Melo-Júnior et al. 2007a) e pela abundância de macrófitas (Almeida et al. 2010), levando ao crescimento populacional da espécie *Alonella dadayi*, organismo de tamanho destacado quando comparado aos demais componentes do zooplâncton nesse reservatório, atingindo, conseqüentemente, maior biomassa entre os táxons.

No reservatório de Apipucos, Rotifera e Copepoda dominaram em diferentes pontos de estudo. Copepoda são organismos de maior tamanho e volume, geralmente apresentando importantes biomassas no zooplâncton de águas continentais, tendo se destacado no P1. Entretanto, em certas condições, os Rotifera podem registrar elevadas biomassas, já que suportam melhor severas condições de trofia das águas (Fabián 1993), tendo, assim, dominado em termos numéricos e de biomassa a comunidade zooplanctônica no P2.

Valores mais elevados para densidade e biomassa zooplanctônica no estrato de fundo no P1, principalmente para os microcrustáceos, refletem a tendência de migração vertical desses organismos, visto que as amostragens foram realizadas durante o dia. De acordo com Hutchinson (1967), Margalef (1983) e Wetzel e Likens (1991), o zooplâncton não se distribui uniformemente nas massas de água dos ecossistemas continentais, sendo sua distribuição espacial fortemente influenciada por variações nos fatores hidrológicos e biológicos do ecossistema, principalmente em ecossistemas rasos. Microcrustáceos, muito mais que rotíferos, podem realizar marcada migração vertical num ciclo de 24 horas, movendo-se para a superfície à noite e descendo às camadas profundas durante o dia.

Além das variações espaciais, detectou-se também influência da variação sazonal sobre a densidade e biomassa planctônica no reservatório de Apipucos, tendo estas variáveis obtido valores mais elevados na estação de estiagem, estando, portanto, relacionadas aos maiores valores para as variáveis físicas e químicas descritoras de eutrofização, as quais também obtiveram predominância na estiagem.

Comparando os resultados obtidos neste estudo com trabalhos anteriormente realizados sobre o plâncton do reservatório de Apipucos (Chamixaes 1984, 1990, Neumann-Leitão e Souza 1987, Neumann-Leitão et al. 1989), detectou-se que a densidade e biomassa dos organismos planctônicos e as concentrações obtidas de clorofila *a* são, atualmente, bastante elevadas em relação àquelas registradas nos trabalhos anteriores. Esse fato revela mais um indício do agravamento dos níveis de eutrofização e deterioração da qualidade da água neste ambiente, com o passar dos tempos.

Quanto à composição taxonômica e dominância entre os grupos fitoplanctônicos, não foi detectada diferença substancial, observando-se, porém, alterações quanto às populações dominantes. Nos estudos de Chamixaes (1984, 1990), ocorreu dominância numérica de Chlorophyceae e Cyanophyceae, assim como no presente estudo; porém, enquanto *Scenedesmus* dominou entre as Chlorophyceae nos estudos anteriores e no presente, a dominância de *Microcystis* entre as Cyanophyceae nos estudos anteriores foi substituída pela predominância de *Merismopedia*.

Em relação ao zooplâncton, os estudos de Neumann-Leitão e Souza (1987) e Neumann-Leitão et al. (1989) registraram maior abundância para Rotifera, com destaque para as espécies da família Brachionidae, o que também foi detectado no presente estudo.

Nos referidos estudos anteriores, também foi detectada variação horizontal para a densidade e biomassa das comunidades planctônicas no reservatório de Apipucos. Chamixaes (1984) afirma que esses gradientes são caracterizados em função da entrada de nutrientes, provenientes majoritariamente de cargas orgânicas (esgotos domésticos), já que no referido trabalho foram detectados índices mais elevados de coliformes na margem esquerda do reservatório, área que, no presente estudo, correspondente ao P2.

Além de um maior aporte de poluentes na área onde está localizado o P2, o caráter mais lântico deste ponto de estudo também implica em um processo eutrófico mais severo, já que a água se movimenta para este ponto a partir do P1, área onde o fluxo longitudinal é mais importante.

As relações entre as variáveis ambientais diferiram entre os ecossistemas estudados. Segundo Padisák et al. (2010), diversos fatores atuam no controle das populações planctônicas, sendo que a importância de variáveis abióticas (precipitação pluviométrica, temperatura, pH etc.) e bióticas (competição por recursos, herbivoria, predação, parasitismo) variam em diferentes escalas espaciais e temporais.

Em relação ao fitoplâncton, as restrições físicas e químicas parecem ser mais pronunciadas (Lopes et al. 2009, Padisák et al. 2010), enquanto a interação entre os componentes bióticos e abióticos são importantes na dinâmica da comunidade zooplanctônica (Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008, Esteves 1998).

No reservatório do Prata, os valores de sólidos suspensos totais (SST) estiveram relacionados positivamente aos níveis de nutrientes fosfatados e negativamente às concentrações de oxigênio dissolvido (OD), sugerindo que a principal origem dos SST seja orgânica, proveniente da decomposição das macrófitas aquáticas, cujos maiores valores refletem uma maior demanda de OD, reduzindo sua disponibilidade, enquanto a

remineralização eleva os níveis de nutrientes, evidenciando a predominância de cargas autóctones de fósforo nesse reservatório.

O pH apresentou relação negativa com as variáveis relacionadas à diversidade planctônica, indicando que baixos valores desta variável prejudicam a biota, principalmente nos aspectos de sua riqueza e composição taxonômica.

No reservatório de Apipucos, de forma geral, a precipitação pluviométrica esteve relacionada positivamente aos nutrientes fosfatados e negativamente às demais variáveis bióticas e abióticas. Esses resultados demonstram a predominância de cargas alóctones de nutrientes, incrementadas na estação chuvosa pelo carreamento das chuvas, e incremento dos valores para as demais variáveis no período de estiagem, evidenciando a importante influência da sazonalidade na dinâmica temporal das variáveis ambientais nesse corpo d'água.

A relação positiva entre os valores de biomassa fitoplanctônica, clorofila *a*, concentração de oxigênio dissolvido e pH demonstram a importância do fitoplâncton para a produção primária e oxigenação das águas desse ambiente, e também ratificam o melhor desenvolvimento desses organismos em águas com pH de neutro a elevado.

De forma geral, a diversidade e equitabilidade do fito e zooplâncton no reservatório do Prata estiveram negativamente relacionadas às variáveis numéricas (densidade e biomassa) dessas comunidades, evidenciando a redução da diversidade pelo o incremento populacional; porém, as correlações observadas entre as densidades e biomassas para as diferentes comunidades não foi significativa.

No reservatório de Apipucos, foram observadas diferentes tendências para a relação entre as comunidades planctônicas em cada ponto de estudo. No P1, evidenciou-se relação direta e significativa para o incremento populacional de ambas as comunidades, enquanto no P2 essa relação foi inversa e não significativa.

Esses dados revelam correlação fraca entre as comunidades fito e zooplanctônica no reservatório do Prata e no P2 do reservatório de Apipucos, ao contrário do P1 neste último ambiente. Sugere-se uma maior pressão de herbivoria do zooplâncton em relação ao fitoplâncton no P1 do reservatório de Apipucos, enquanto no P2 desse corpo d'água, assim como no reservatório do Prata, outros fatores, tais como competição por nutrientes e alimento, seriam mais importantes no controle dessas populações.

Porém, as relações tróficas envolvendo o componente planctônico nesses ecossistemas parecem ser mais complexas do que aparentam, diante das peculiaridades na composição e estrutura das comunidades envolvidas.

De acordo com Ndebele-Murisa et al. (2010), nos trópicos e latitudes médias o fitoplâncton é tipicamente limitado por nutrientes.

Entre os fatores que dificultam a predação do zoo sobre o fitoplâncton, estão: as altas concentrações algais, que atrapalham a filtração; os mecanismos de captura, incluindo a estrutura do sistema alimentar; o tamanho da presa e a digestão do alimento. Sabe-se que muitas espécies de algas podem passar intactas pelo estômago e retornar da mesma forma ao ambiente, não sendo efetivamente predadas (Rückert e Giani, 2008).

De acordo com Franceschini et al. (2010), boa parte dos gêneros algais registrados no presente estudo exibem diferentes adaptações morfo-fisiológicas contra predação. A formação de colônias ou cenóbios (*Actinastrum*, *Aulacoseira*, *Coelastrum*, *Desmodesmus*, *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Pediastrum*, *Romeria*, *Scenedesmus*, *Tetrastrum*) é um mecanismo desenvolvido para prejudicar a ingestão pelo microzooplâncton. Organismos como *Cosmarium* e *Crucigenia* desenvolvem paredes rígidas e envelopes gelatinosos, enquanto outros, tais como *Desmodesmus*, *Scenedesmus* e *Staurastrum*, desenvolvem espinhos e expansões celulares, tornando-os pouco palatáveis aos predadores.

Olrik et al. (1984), estudando a comunidade planctônica de um lago temperado raso, observaram que espécies fitoplanctônicas grandes (tais como *Pediastrum boryanum*) não foram utilizadas pelos cladóceros dafinídeos. A grande participação de táxons coloniais considerados grandes, tais como *Pediastrum* e *Scenedesmus*, em ambos os reservatórios estudados, revelando que o tamanho da presa também pode influenciar na redução da pressão de predação do zoo sobre o fitoplâncton nesses ambientes.

É sabido que Rotifera, os quais dominaram quali-quantitativamente no reservatório de Apipucos, são organismos capazes de utilizar detritos orgânicos como parte relevante de sua alimentação (Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008), sendo a pressão de herbivoria desses animais sobre o fitoplâncton de importância reduzida em muitos ambientes aquáticos (Horn e Horn 2008), principalmente naqueles eutrofizados. Microcrustáceos, principalmente Cladocera (os quais se destacaram no reservatório do Prata), têm maior papel no controle das populações fitoplanctônicas em ambientes continentais (Tundisi e Matsumura-Tundisi 2008).

De acordo com o estudo clássico de Elser e Goldman (1991 in Rückert and Giani 2008) em Três lagos temperados de estados tróficos contrastantes, evidenciou-se que, sob altos níveis de produtividade, o controle algal pela herbivoria do zooplâncton foi insignificante, o que pode ser explicado pelo fraco impacto dos herbívoros sobre algas de grande tamanho e/ou cianobactérias que dominaram a maior parte dos lagos eutróficos

(Rückert e Giani 2008). Assim, a dominância de cianobactérias quanto à densidade no reservatório do Prata e no P2 do reservatório de Apipucos pode ser mais um obstáculo ao sucesso do controle de pastejamento sobre as comunidades fitoplanctônicas a partir do zooplâncton.

Segundo Rückert e Giani (2008), o controle clássico exercido sobre o fitoplâncton por grandes organismos do zooplâncton em lagos temperados não é usualmente observado em lagos tropicais, onde a interação entre as duas comunidades pode ser fraca, estando, sobretudo, associada à ausência de grandes herbívoros no zooplâncton dos trópicos e dominância de pequenas espécies, devido às altas temperaturas e relativamente saturação de oxigênio mais baixa em águas tropicais. Evidências da incapacidade do zooplâncton em moldar e controlar o fitoplâncton também são fornecidas por Melo e Huszar (2000 in Nogueira et al. 2010).

Em bacias túrbidas ocorre poucos herbívoros zooplanctônicos, já que, normalmente, ocorre abundância de macrófitas flutuantes, as quais não conferem refúgios eficientes para os animais contra a predação dos peixes. Assim, os peixes são capazes de remover a maior parte do zooplâncton herbívoro, permitindo que as algas possam usar os nutrientes disponíveis para um maior crescimento de suas populações (Moss 1998).

A predação de peixes sobre o zooplâncton também pode explicar a fraca relação entre as comunidades planctônicas nos reservatórios estudados. De acordo com estudos experimentais, peixes planctófagos podem exercer papel importante no incremento populacional da Chlorophyceae *Desmodesmus communis* (Hamlaoui et al. dados não publicados in Franceschini 2010).

Attayde and Menezes (2007), num estudo sobre os impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica de ecossistemas aquáticos da região da Caatinga, no Nordeste do Brasil, relatam que essa espécie de peixe reduz a abundância do zooplâncton, aumenta a abundância do fitoplâncton e, conseqüentemente, diminui a transparência da água. Porém, os autores sugerem que apenas os organismos zooplanctônicos de maior tamanho são negativamente afetados, reforçando a idéia proposta no presente estudo de uma forte pressão de predação da tilápia do Nilo sobre os microcrustáceos no reservatório de Apipucos.

Assim, sugere-se que a pressão de predação do zooplâncton sobre o fitoplâncton nos ambientes estudados parece não constituir um fator controlador determinante na dinâmica planctônica. Mesmo no P1 do reservatório de Apipucos, onde as correlações quantitativas entre as comunidades planctônicas foram positivas e com maior significância,

a predominância de grandes Chlorophyceae para o fitoplâncton e de Rotifera para o zooplâncton parece indicar que o controle das populações algais não é efetivamente realizado pelo zooplâncton.

A importante ocorrência da tilápia do Nilo no reservatório de Apipucos suscita também a possibilidade de que as populações planctônicas podem sofrer alguma influência de predação a partir desta espécie de peixe.

Porém, estudos futuros direcionados ao efeito das relações bióticas (tais como competição por recursos e predação) no controle das populações planctônicas devem ser desenvolvidos, a fim de melhor esclarecer a importância destes processos ecológicos na dinâmica das comunidades planctônicas nos reservatórios estudados.

Com base no exposto, resumem-se abaixo as sugestões para a dinâmica das relações entre as principais variáveis dentre as analisadas em ambos os reservatórios:

❖ **Reservatório do Prata:** o pH ácido e a ação dos ventos contribui para a disponibilização dos nutrientes, principalmente fósforo, cuja maior parte parece ser utilizada pelas macrófitas aquáticas na produção primária. A fotossíntese destas macrófitas auxilia na manutenção de teores de oxigênio dissolvido adequados ao bom desenvolvimento da biota. Cargas reduzidas de matéria orgânica e particulada promovem uma boa transparência, enquanto o baixo aporte de nutrientes, provenientes em sua maior parte do processo de decomposição das macrófitas, favorece a manutenção de boas condições tróficas no sistema. Os baixos níveis de nutrientes fosfatados limitam o crescimento das comunidades fito e zooplanctônicas.

❖ **Reservatório de Apipucos:** elevadas cargas de poluição orgânica e inorgânica, aliadas à rápida decomposição das macrófitas flutuantes, acarretam excesso nas concentrações de nutrientes fosfatados. O pH de levemente ácido a neutro promove tanto a disponibilização dos nutrientes como tendências à captura destes elementos, principalmente fósforo, no sedimento, os quais, porém, são removidos deste pela ação dos ventos, já que o ambiente é raso. A inexpressiva abundância de cladóceros (filtradores eficientes), a dominância do microzooplâncton (representados pelos rotíferos), além da expressiva presença de organismos fitoplanctônicos de maior tamanho, sugere uma fraca relação de predação do zooplâncton sobre o fitoplâncton. A evidência visual da presença abundante de *Oreochromis niloticus*, a tilápia do Nilo, leva a crer que estes podem acarretar a redução dos grandes herbívoros (microcrustáceos), favorecendo, assim o crescimento excessivo do fitoplâncton pela utilização dos nutrientes. Por sua vez, a abundância de fitoplâncton, aliada às elevadas cargas de matéria orgânica e material

particulado de origem principalmente alóctone, além da presença de substâncias húmicas provenientes em grande parte da decomposição das macrófitas, reduzem a transparência da água e conferem coloração escura. Desta forma, a elevada produtividade primária incrementa os níveis de trofia e reduz a qualidade da água nesse reservatório.

A partir da utilização dos índices bióticos, evidenciou-se que as comunidades planctônicas podem ser utilizadas eficientemente como indicadoras das condições de qualidade das águas nos reservatórios estudados. Na verdade, os organismos planctônicos mostraram-se ainda mais sensíveis quanto às condições ambientais de cada corpo d'água.

No reservatório do Prata, as tendências à meso-eutrofia em alguns meses do ano refletiram na dominância de Cyanophyceae e Euglenophyceae nestes meses, frente à maior parte do ciclo anual, onde condições oligotróficas incidiram na predominância de Chlorophyceae. O índice da comunidade zooplanctônica também refletiu essas tendências, sendo que a ausência de microcrustáceos em certos períodos revelou condições ambientais ruins para a qualidade da água nesse reservatório.

No reservatório de Apipucos, as comunidades planctônicas também evidenciaram a deterioração da qualidade das águas, assim como a tendência de um maior nível de eutrofização no P2, principalmente pela dominância quantitativa de Cyanophyceae durante a maior parte do ciclo e baixos valores obtidos para a razão entre os Copepoda Calanoida e Cyclopoida.

A evidente deterioração da qualidade da água no reservatório de Apipucos, detectada tanto a partir das variáveis bióticas quanto abióticas, suscita a necessidade de programas de restauração da qualidade das águas desse corpo hídrico. Na realidade, os elevados teores de sólidos suspensos, condutividade elétrica, turbidez, densidade e biomassa fitoplanctônicas, assim como as reduzidas concentrações de oxigênio dissolvido, apontam que esse corpo d'água tem recebido uma carga orgânica excessiva, que exige uma demanda bioquímica de oxigênio maior que suas águas podem suportar.

A presença de organismos patogênicos também demanda preocupação nas águas do reservatório de Apipucos. De acordo com Silva et al. (2009), esse corpo d'água apresenta valores de coliformes fecais superiores aos permitidos pela legislação, tornando sua água imprópria ao consumo humano. Apesar desse reservatório ter sido construído com a finalidade principal de contenção de enchentes, este também é utilizado para atividades de recreação (banho) e pesca artesanal pela população residente nas áreas de entorno. Assim, a qualidade de suas águas não condiz com o seu uso.



Atualmente, o poder público vem atuando no sentido de restauração das águas do reservatório de Apipucos, através da remoção manual das macrófitas flutuantes. Porém, sabe-se que isso apenas minimiza, mas não resolve o problema. Também existe um plano maior de revitalização da qualidade da água, elaborado pela prefeitura municipal, que prevê a utilização de aeradores e outros aparatos para melhorar a oxigenação e reduzir a atividade dos organismos anaeróbios, porém, este ainda é apenas um projeto.

Segundo Moss (1998), existem duas abordagens para a restauração de ambientes eutrofizados: o tratamento dos sintomas e a remoção das causas. O primeiro considera a retirada das macrófitas, monitoramento das florações de algas tóxicas e modificações na mistura e circulação para favorecer prontamente algas não produtoras de gosto ou odor. Em lagos rasos, é importante promover a ação dos grandes herbívoros zooplancctônicos pela remoção dos peixes zooplancctívoros ou introdução de espécies piscívoras (biomanipulação).

O tratamento dos sintomas é atraente porque é barato em curto prazo, mas não atua na resolução dos problemas. Em um longo período, é usualmente mais barato remover as causas dos problemas ambientais, o que, no caso da eutrofização, significa limitar o suplemento de nutrientes.

O fósforo pode ser mais facilmente controlado que o nitrogênio, pois a maioria de suas fontes pode ser facilmente identificada (Moss 1998), já que este elemento possui ciclo fechado. Em contrapartida, o nitrogênio possui ciclo aberto para a atmosfera e pode ser fixado a partir das bactérias, o que dificulta o seu controle.

Dessa forma, a melhoria da qualidade da água no reservatório de Apipucos só será possível através da redução do aporte de poluentes, sendo imprescindível a melhoria do sistema de saneamento básico nas áreas situadas no entorno reservatório e o adequado tratamento dos efluentes industriais que são encaminhados a esse corpo d'água.

## 8. CONCLUSÕES

---

- ❖ Elevadas concentrações de nutrientes fosfatados e de variáveis descritoras de eutrofização, tais como sólidos suspensos totais, turbidez, condutividade elétrica e clorofila *a* evidenciam a deterioração da qualidade da água no Reservatório de Apipucos.
- ❖ Evidenciou-se que, no reservatório de Apipucos, a maior parte dos nutrientes fosfatados e poluentes é de origem alóctone, ou seja, são produzidos fora deste sistema.
- ❖ A precipitação pluviométrica revelou-se um fator determinante na dinâmica sazonal das variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Apipucos, principalmente nutrientes fosfatados, sólidos suspensos totais, turbidez, condutividade elétrica, clorofila *a*, densidade planctônica e biomassa do fitoplâncton, ao contrário do observado para o reservatório do Prata, no qual esta variável não exerceu papel regulador importante.
- ❖ A comparação com estudos realizados anteriormente no mesmo ambiente evidencia que o processo de eutrofização no reservatório de Apipucos tem se agravado ao longo dos anos.
- ❖ De forma geral, foi evidenciada homogeneidade vertical para as variáveis ambientais bióticas e abióticas em ambos os reservatórios estudados, sugerindo-se que o caráter raso e a ação dos ventos são fatores que favorecem a mistura da coluna d'água nesses ambientes, durante todo o ciclo anual.
- ❖ No reservatório de Apipucos, foram observadas diferenças para a maioria das variáveis ambientais entre os pontos de estudo.
- ❖ Valores mais elevados para as variáveis descritoras de eutrofização, densidade e biomassa das comunidades planctônicas, além de menores valores de diversidade e equitabilidade planctônicas no P2 do reservatório de Apipucos, em relação ao P1, evidenciam maior deterioração da qualidade da água naquele ponto de estudo, localizado na região litorânea.
- ❖ O estado trófico de cada corpo d'água determinou diferenças nos atributos de biodiversidade (composição, riqueza, diversidade e equitabilidade) e na estrutura (densidade, biomassa e abundância relativa) da comunidade fitoplanctônica entre os reservatórios estudados.

- ❖ Para o zooplâncton, as diferenças de estado trófico entre os reservatórios estiveram mais relacionadas à estrutura da comunidade (densidade, biomassa e abundância relativa), sendo que os atributos de biodiversidade não apresentaram grandes contrastes entre os corpos d'água estudados.
- ❖ Elevados níveis de trofia e deterioração na qualidade da água determinaram uma maior proporção de espécies frequentes e muito frequentes no reservatório de Apipucos em relação ao reservatório do Prata, evidenciando que a eutrofização favorece a ocorrência de espécies tolerantes e adaptadas às condições adversas, as quais ocorrem com maior frequência durante o ciclo hidrológico.
- ❖ A presença de espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas (*Dolichospermum* sp., *Geitlerinema amphibium* e *Lyngbya* spp.) no reservatório do Prata suscita a necessidade de monitoramento periódico das condições tróficas e da densidade populacional desses organismos, a fim de evitar danos à saúde da população abastecida pelas águas desse manancial.
- ❖ Sugere-se predominância do efeito base-topo sobre o efeito topo-base no controle das populações planctônicas em ambos os reservatórios estudados.
- ❖ Os índices biológicos para as comunidades planctônicas foram eficientes na avaliação da qualidade da água em ambos os reservatórios estudados, confirmando os resultados encontrados para o índice de estado trófico e evidenciando uma maior sensibilidade na caracterização das condições aquáticas necessárias ao bom desenvolvimento da biota.
- ❖ No reservatório do Prata, apesar dos baixos níveis de nutrientes fosfatados e boas condições de potabilidade da água, evidenciou-se que a qualidade ambiental da água para a biota pode tornar-se imprópria em determinados períodos do ano.
- ❖ De forma geral, as hipóteses testadas foram confirmadas, principalmente quanto à influência do estado trófico sobre as variáveis bióticas e abióticas nos reservatórios estudados. Porém, ressalta-se que a sazonalidade exerceu maior importância no reservatório de Apipucos, enquanto no reservatório do Prata não se observaram diferenças temporais significativas para as variáveis analisadas.
- ❖ Evidenciou-se que os organismos planctônicos são bons indicadores das condições de qualidade da água, em ambos os reservatórios estudados.

## 9. PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

---

Frente aos resultados encontrados, mostra-se de fundamental importância a continuação do estudo das comunidades planctônicas e das variáveis relacionadas à estas comunidades nos corpos d'água analisados, a fim de comparar dados numa série temporal em longo prazo, identificando alterações na dinâmica intra e interanual.

Algumas lacunas de conhecimento foram suscitadas, as quais são descritas abaixo para servir de base aos futuros estudos que venham a ser desenvolvidos nos reservatórios do Prata e de Apipucos:

- biologia reprodutiva do zooplâncton e produção secundária, a fim de melhor avaliar a interferência destes aspectos na dinâmica populacional;
- seletividade alimentar do zooplâncton e interações fito-zoo, incluindo pastejamento, na tentativa de esclarecer as relações ecológicas entre as comunidades planctônicas;
- impacto de predação dos peixes sobre as comunidades planctônicas.

Além disso, de acordo com os principais problemas encontrados em cada reservatório, sugere-se o desenvolvimento das seguintes ações:

### *Reservatório do Prata*

- monitoramento periódico dos níveis de qualidade da água e da densidade de cianobactérias potencialmente tóxicas;
- correção do pH da água antes de sua distribuição à população.

### *Reservatório de Apipucos*

- medidas de restauração das condições ambientais nas águas desse reservatório, primordialmente pelo controle do aporte nutricional e maior circulação das águas para maior oxigenação e melhoria nas condições tróficas.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ACIESP - Academia de Ciências do Estado de São Paulo. 1997. Glossário de Ecologia, 2nd ed., São Paulo: ACIESP, 352 p. Publicação nº. 103
- ALMEIDA VLS, DANTAS ÊW, MELO-JÚNIOR M, BITTENCOURT-OLIVEIRA MC AND MOURA AN. 2009. Zooplanktonic community of six reservoirs in Northeast Brazil, *Braz J Biology* 69(1): 79-87.
- ALMEIDA VLS, LARRAZÁBAL MEL de, MOURA AN AND MELO-JÚNIOR M. 2006. Rotifera das zonas limnética e litorânea do reservatório de Tapacurá, Pernambuco, Brasil. *Iheringia, Sér Zool* 96(4): 445-451.
- ALMEIDA VLS, MELO-JÚNIOR M, PARANAGUÁ MN, LARRAZÁBAL MEL AND MELÃO MGG. 2010. O zooplâncton de água doce e seu estudo em reservatórios do Nordeste do Brasil. In: MOURA AN, ARAÚJO EL, BITTENCOURT-OLIVEIRA MC, PIMENTEL RMM AND ALBUQUERQUE UP (Eds), *Reservatórios do Nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo*, Bauru: Canal6, p. 441-475.
- ALMEIDA VLS. 2005. Ecologia do zooplâncton do reservatório de Tapacurá, Pernambuco - Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Departamento de Zoologia, 106p.
- ANAGNOSTIDIS K AND KOMÁREK J. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1: Introduction, *Arch Hydrobiol Suppl* 71: 291-302.
- ANAGNOSTIDIS K AND KOMÁREK J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophyta. 3: Oscillatoriales, *Algol Stud* 80(1/4): 327-472.
- ANAGNOSTIDIS K AND KOMÁREK J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophyta. 5: Stigonematales, *Algol Stud* 59: 1-73.
- ARAÚJO MFF AND COSTA IAS. 2007. Comunidades microbianas (bacterioplâncton e protozooplâncton) em reservatórios do semi-árido brasileiro, *Oecologia Brasiliensis* 11(3): 422-432.
- ARORA HC. 1966. Rotifera as indicators of trophic nature of environments, *Hydrobiologia* 27: 146-159.
- ATTAYDE JL AND MENEZES RF. 2008. Effects of fish biomass and planktivore type on plankton communities, *J Plankton Res* 30(8): 885-892.
- AZEVEDO SMFO. 1998. Toxinas de Cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública, *Med on line* 1(3).
- BERZINS B AND PEJLER B. 1989. Rotifer occurrence in relation to oxygen content, *Hydrobiologia* 183: 165-172.

- BIANCHINI-JR I. 1999. Aspectos do processo de decomposição nos ecossistemas aquáticos continentais. In: POMPEO MLM (Ed.), *Perspectivas da Limnologia no Brasil*, São Luís: Gráfica e Editora União.
- BICUDO CEM AND MENEZES M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições, 2nd ed., São Carlos: Rima, 489p.
- BICUDO CEM, RAMIREZ JJR, TUCCI ANM AND BICUDO DC. 1999. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o Lago das Garças, São Paulo. In: HENRY R (Ed), *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*, Botucatu: Fundibio/Fapesp, p. 449-508.
- BONECKER CC, LANSAC-TÔHA FA, VELHO LFM AND ROSSA DC. 2001. The temporal distribution pattern of copepods in Corumbá reservoir, state of Goiás, Brazil, *Hydrobiologia* 453/454: 375-384.
- BOTTRELL HH, DUNCAN A, GLIWICZ ZM, GRYGIEREK E, HERZIG A, HILLBRICHT-ILKOWSKA A, KURASAWA H, LARSSON P AND WEGLENSKA T. 1976. A view of some problems in zooplankton production studies, *Norwegian Journal of Zoology* 24: 419-456.
- BRIGANTE J. AND ESPÍNDOLA ELG. 2003. *Limnologia Fluvial: estudo no Rio Mogi-Guaçu*, São Carlos: RiMa, 255 p.
- CABIANCA MAA AND SENDACZ S. 1985. *Limnologia do reservatório do Borba (Pindamonhangaba, SP). II. Zooplâncton*, *Bol Inst Pesca* 12(3):83-95.
- CALIJURI MC AND OLIVEIRA HT. 1996. *Manejo da qualidade de água: uma abordagem metodológica*, São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada/USP, 31p.
- CARDOSO LS AND MARQUES DM. 2009. Hydrodynamics-driven plankton community in a shallow lake, *Aquat Ecol* 43: 73-84.
- CARLSON RE. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol Oceanogr* 22: 361-369.
- CARMICHAEL WW. 1994. The toxins of Cyanobacteria, *Sci Am* 270(1): 78-86.
- CARPENTER SR, CARACO NF, CORRELL DL, HOWARTH RW, SHARPLEY AN AND SMITH VH. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol Appl* 8: 559-568.
- CARR JM, HERENRADER GL AND TROELSTRUP-JR NH. 1986. A Simple, Inexpensive Method for Cleaning Diatoms, *Trans Am Microscop Soc* 105: 152-157.
- CARVALHO SL. 2004. Eutrofização artificial: um problema em rios, lagos e represas. *Três Lagoas: Correio de Três Lagoas, Mato Grosso do sul, Brazil*, 28 de Agosto de 2004.
- CAVALCANTI MS AND MILANEZ AI. 2007. Hyphomycetes isolados da água e do solo da Reserva Florestal de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, *Acta Bot Bras* 21(4): 857-862.
- CETESB. 1978. *Determinação do zooplâncton marinho: métodos qualitativos e quantitativos*, Governo do Estado de São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978, 12 p. Normatização Técnica L5-301.

- CETESB. 2006. Decisão n.º 232/2006/E. Processo nº 378/2006/310/E, Governo do Estado de São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2006.
- CETESB. 2006. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo: Índices de qualidade das águas, Governo do Estado de São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2006. Série relatórios, anexo V.
- CETESB. 2008. Consolidação da seleção de índices e indicadores de qualidade da água, Governo do Estado de São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2008, available in [<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/indices.htm>].
- CHAMIXAES CB, PASSAVANTE JIO, NUNES EP AND SILVESTRE AN. 1993. Determinação do estado trófico de açudes do vale do Prata, Recife-PE, Universidade Federal de Pernambuco/Companhia Pernambucana de Saneamento. Relatório do Convênio.
- CHAMIXAES CBCB. 1984. Produção primária do fitoplâncton relacionada com as condições ecológicas do Açude de Apipucos (Recife - PE). Dissertação (Mestrado em Criptógamos). Departamento de Botânica e Micologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 242 p.
- CHAMIXAES CBCB. 1990. Ficoflórula do Açude de Apipucos (Recife - PE), *Rev Bras Biol* 50(1): 45-60.
- CHELLAPPA NT, BORBA JM AND ROCHA O. 2008. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil, *Braz J Biol* 68(3): 477-494.
- COELHO-BOTELHO MJ. Dinâmica da Comunidade Zooplânctônica e sua Relação com o Grau de Trofia em Reservatórios, Simpósio e IV Reunião de Avaliação do Programa Biota/Fapesp, 4, 2003, São Paulo, Brazil. Proceedings ... São Paulo: Biota/Fapesp, 2003, 5 p, available in [[www.biota.org.br](http://www.biota.org.br)].
- COMPESA. 2004. Sistemas de abastecimento d'água da região metropolitana do Recife. Relatório técnico, Governo do Estado de Pernambuco, Companhia Pernambucana de Saneamento e Abastecimento, Gerência de Produção/Diretoria Técnica. 10p.
- CONAMA. 2005. Resolução 357 de 17 de março de 2005, Brasília: Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, 18 de março seção 1, p. 58-63.
- CURRY-LINDAHL K. 1972. *Ecologia: conservar para sobreviver*, São Paulo: Cultrix, 389 p.
- DOLAN JR AND GALEGOS CC. 1992. Trophic role of planktonic rotifers in the Rhode river estuary, spring-summer 1991, *Mar Ecol Prog Ser* 85: 187-199.
- DOOHAN M. 1975. Rotifera. In: CURDS CR AND HAUKEZ HA (Eds), *Ecological aspects of used water treatment. I. The organisms and their ecology*, London: Academic Press, p. 289-304.
- DUGGAN IC, GREEN JD AND SHIEL, RJ. 2001. Distribution of rotifers in North Island, New Zealand, and their potential use as bioindicators of lake trophic state, *Hydrobiologia* 446:155-164.

- ELMOOR-LOUREIRO LMA. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil, Brasília: Universa, 156p.
- ELMOOR-LOUREIRO LMA. 2004. Morphological abnormalities in the Cladocera *Ilyocryptus spinifer* (Apipucos reservoir, Pernambuco State, Brazil), *Braz J Biol* 64(1):53-58.
- ESTEVES FA. 1998. Fundamentos de Limnologia, 2nd ed., Rio de Janeiro: Interciência, 602 p.
- FABIÁN D. 1993. Composición, distribución horizontal y variación estacional de los crustáceos planctônicos en el reservorio del Cisne, Uruguay, *Rev Bras Biol* 53(3): 355-363.
- FERREIRA ACS. 2002. Dinâmica do fitoplâncton de um reservatório hipereutrófico (reservatório de Tapacurá, Recife, PE), com ênfase em *Cylindrospermopsis raciborskii* e seus morfotipos. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Botânica). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. Rio de Janeiro/RJ. 49p.
- FERREIRA NJS. 2002. Cladocera planctônicos do Açude de Apipucos, Recife - Brasil. Monografia (Especialização em Biologia Geral). FAFIRE. Recife/PE. 47p.
- FRANCESCHINI IM, BURLIGA AL, REVIERS B, PRADO JF AND RÉZIG SH. 2010. Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica, Porto Alegre: Artmed, 332 p.
- FUNASA. 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Governo Federal, Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, Brasília, 56 p.
- FUNDAJ. 2010. Pesquisa Escolar Fundaj. Governo do Estado de Pernambuco, Fundação Joaquim Nabuco, available in [www.fundaj.gov.br].
- GARCÉS B. HA. 1984. Estudio Preliminar sobre el zooplâncton Del lago Bayano, Panamá. *Rev Biol Trop* 32(1): 17-24.
- GOULART M AND CALLISTO M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental, *Revista da FAPAM* 2(2): 153-164.
- GREEN J. 1967. Associations of Rotifera in the plankton of the lake sources of White Nile, *J Zool London* 151:343-378.
- GÜNTZEL A AND ROCHA O. 1998. Relações entre a comunidade zooplânctônica e as condições tróficas da lagoa Caconde Osório, RS, Brasil. *Iheringia, Sér Zool* (84):65-71.
- HENRY R AND NOGUEIRA MG. 1999. A represa de Jurumirim (São Paulo): primeira síntese sobre o conhecimento limnológico e uma proposta preliminar de manejo ambiental. In: HENRY R (Ed), *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*, Botucatu: Fundibio/Fapesp, p. 653-685.
- HENRY R, USHINOHAMA É AND FERREIRA RMR. 2006. Fitoplâncton em três lagoas marginais ao Rio Paranapanema e em sua desembocadura no Reservatório de Jurumirim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. *Rev Bras Bot* 29(3): 399-414.
- HILLEBRAND H, DÜRSELEN CD, KIRSCHTEL D, POLLINGHER U AND ZOHARY T. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae, *J Phycol* 35: 403-424.



- HOEK C, MANN DG AND JAHNS HM. 1997. *Algae: an introduction of phycology*, Cambridge: Cambridge University Press, 627 p.
- HORN H AND HORN W. 2008. Bottom-up or top-down - How is the autotrophic picoplankton mainly controlled? Results of long-term investigations from two drinking water reservoirs of different trophic state, *Limnologica* 38: 302-312.
- HORNE AJ AND GOLDMAN CR. 1994. *Lake ecology overview*, 2nd ed., cap. 1. *Limnology*. New York: McGraw-Hill Co.
- HUTCHINSON GE. 1967. *A treatise on limnology. II. Introduction to lake biology and their limnoplankton*, New York: John Wiley e Sons, 1115p.
- JOHN DM, WHITTON BA AND BROOK AJ. 2002. *The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae*, Cambridge: Cambridge University Press, 702p.
- KAGAMI M, YOSHIDA T, GURUNG TB et al. 2002. Direct and indirect effects of zooplankton on algal composition in in situ grazing experiments, *Oecologia* 133: 356-363.
- KOMÁREK J AND ANAGNOSTIDIS K. 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales, *Archiv Hydrobiol/Algol Stud* 43: 157-226.
- KOMÁREK J AND ANAGNOSTIDIS K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. *Archiv Hydrobiol/Algol Stud* 56: 247-345.
- KOMÁREK J AND ANAGNOSTIDIS K. 2000. Cyanoprokaryota: Chroococcales. In: Ettl H, Gärtner G, Heynig H and Mollenhauer D (Eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Stuttgart: Gustav Fischer, 658p.
- KOMAREK J AND ANAGNOSTIDIS K. 2005. Cyanoprokariota: Oscillatoriales. In: Ettl H, Gärtner G, Heynig H and Mollenhauer D (Eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Stuttgart: Gustav Fischer, 759p.
- KOMÁREK J AND FOTT B. 1983. Chlorophyceae: Chlorococcales. In: Elster HJ and Ohle W (Eds), *Das Phytoplankton des Süßwassers*, Stuttgart: Gustav Fisher, 1044 p.
- KOSTE W. 1978. *Rotatoria: die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk begründet von Max Voigt. Überordnung Monogonta*, Berlin: Gebrüder Borntraeger, 637p.
- KRAMMER K AND LANGE-BERTALOT H. 1991a. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl H, Gärtner G, Heynig H and Mollenhauer D (Eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Stuttgart: Gustav Fischer, 576p.
- KRAMMER K AND LANGE-BERTALOT H. 1991b. Bacillariophyceae: Achananthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) and Gomphonema Gesamthitratverzeichnis. In: Ettl H, Gärtner G, Heynig H and Mollenhauer D (Eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Stuttgart: Gustav Fischer, 437p.

- LANDA GG AND MOURGUÉS-SCHURTER LR. 1999. Composição e abundância do zooplâncton em um sistema artificial raso (represa Pomar) no Campus da Universidade Federal de Lavras - Minas Gerais. *Bios* 7(7): 21-31.
- LAVINAS C. 2006. Glossário de Zonas Húmidas, Lisboa: ICN, available in [<http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT/Publicacoes/Glossarios>].
- LAWTON L, MARSALEK B, PADISÁK J AND CHORUS I. 1999. Determination of Cyanobacteria in the laboratory. In: CHORUS I AND BARTRAM J (Eds), *Toxic Cyanobacteria in Water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*, London: World Health Organization, Routledge, p. 347-367.
- LEE RE. 1999. *Phycology*, 3rd ed., Cambridge: Cambridge University Press.
- LIMA MGC AND CORRÊA ACB. 2005. Apropriação de uma unidade de conservação de mata atlântica no espaço urbano de Recife - PE: o caso da Reserva de Dois Irmãos, *Revista de Geografia* 22(1): 67-77.
- LIMA WN AND KOBAYASHI CN. 1988. Sobre o quimismo predominante nas águas do sistema flúvio-estuarino de Barçena (PA). *Geoch Bras* 2: 53-71.
- LIRA GAST, BITTENCOURT-OLIVEIRA MC AND MOURA AN. 2007. Caracterização Ecológica da Comunidade Fitoplanctônica em um Reservatório de Abastecimento do Estado de Pernambuco, *Revista Brasileira de Biociências* 5(supl. 2): 219-221.
- LOBO EA AND CALLEGARO VLM. 2000. Avaliação da qualidade de águas doces continentais com base em algas diatomáceas epiliticas: enfoque metodológico. In: TUCCI CE AND MARQUES DM (Eds), *Avaliação e controle da Drenagem Urbana*, Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 277-300.
- LOPES JF, CARDOSO AC, MOITAC MT, ROCHA AC AND FERREIRA JA. 2009. Modelling the temperature and the phytoplankton distributions at the Aveiro near coastal zone, Portugal, *Ecol Model* 220: 940-961.
- LOPES MRM, BICUDO CEM AND FERRAGUTE MC. 2005. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil, *Hydrobiologia* 542: 235-247.
- MALMAEUS JM AND HAKANSON L. 2003. A dynamic model to predict suspended particulate matter in lakes. *Ecol Model* 167: 247-262.
- MARGALEF R. 1983. *Limnologia*, Barcelona: Omega, 1010p.
- MATSUMURA-TUNDISI T AND TUNDISI JG. 2005. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil), *Hydrobiologia* 542: 367-378.
- MATSUMURA-TUNDISI T, NEUMANN-LEITÃO S, AGUENA LS AND MIYHARA J. 1990. Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera, *Rev Bras Biol* 50(4):923-935.

- MATSUMURA-TUNDISI T. 1999. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: Henry R (Ed), Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais, Botucatu: Fundibio/Fapesp, p. 39-54.
- MEESTER L AND VYVERMAN W. 1997. Diurnal residence of the larger stages of the Calanoida copepod *Acartia tonsa* in the anoxic monimolimnion of a tropical meromitic lake in New Guinea, J Plankton Res 19(4):425-434.
- MELÃO MGM. 1997. A Comunidade Planctônica (Fitoplâncton e Zooplâncton) e Produtividade Secundária do Zooplâncton de um Reservatório Oligotrófico. Tese de Doutorado. UFSCar, São Carlos.
- MELO JÚNIOR M, ALMEIDA VLS, NEUMANN-LEITÃO S, PARANAGUÁ MN AND MOURA AN. 2007(b). O estado da arte da biodiversidade de rotíferos planctônicos de ecossistemas límnicos de Pernambuco, Biota Neotropica 7(3): available in [<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn01707032007>].
- MELO JÚNIOR M, ALMEIDA VLS, PARANAGUÁ MN AND MOURA AN. 2007(a). Crustáceos planctônicos de um reservatório oligotrófico do Nordeste do Brasil, Revista Brasileira de Zoociências 9(1): 19-30.
- MERTEN GH AND MINELLE JP. 2002. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura, Agroecol e Desenvol Rur Sustent 3(4): 33-38.
- MESCHIATTI AJ AND ARCIFA MS. 2002. Early life stages of fish and the relationships with zooplankton in a tropical Brazilian reservoir: lake Monte Alegre, Braz J Biol 62(1):41-50.
- MIZUNO T. 1968. Illustrations of the freshwater plankton of Japan, Higashiku: Hoikusha, 351p.
- MONTÚ M AND GOEDEN IM. 1986. Atlas de Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil), Nerítica 1(2): 1-134.
- MORAES AJ. 2001. Manual para avaliação da qualidade da água, São Carlos: Rima, 45 p.
- MOSCHINI-CARLOS V. 1999. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo MLM (Ed), Perspectivas da Limnologia no Brasil, São Luís: Gráfica e Editora União, cap. 6.
- MOSS B. 1998. Ecology of fresh waters: man and medium, past to future, 3rd ed., London: Blackwell Science, 557 p.
- MOURA AN, WOCYLI-DANTAS Ê AND BITTENCOURT-OLIVEIRA MC. 2007. Structure of the Phytoplankton in a Water Supply System in the State of Pernambuco - Brazil, Braz Arch Biol Technol 50(4): 645-654.
- MOURA-JÚNIOR EG, SILVA SSL, LIMA LF, LIMA PB, ALMEIDA JR EB, PESSOA LM, SANTOS-FILHO FS, MEDEIROS DPW, PIMENTEL RMM AND ZICKEL CS. 2009. Diversidade de plantas aquáticas vasculares em Açudes do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), Recife-PE, Revista de Geografia 26(3): 278-293.

- NDEBELE-MURISA MR, MUSIL CF AND RAITT L. 2010. A review of phytoplankton dynamics in tropical African lakes, *S Afr J Sci* 106(1/2): 1-6.
- NEUMANN-LEITÃO S AND SOUZA FBVA. 1987. Rotíferos planctônicos do açude de Apipucos, Recife-PE (Brasil), *Arq Biol Tecnol* 30(3):393-418.
- NEUMANN-LEITÃO S, NOGUEIRA-PARANHOS JD AND SOUZA FBVA. 1989. Zooplâncton do açude de Apipucos, Recife - PE (Brasil). *Arq Biol Tecnol* 32(4):803-821.
- NEUMANN-LEITÃO S. Rotíferos de Pernambuco. I. Algumas espécies que ocorrem em viveiros de cultivo de camarão do Cabo - PE, Encontro de Zoologia do Nordeste, 3, 1981, Recife, Brazil. *Proceedings ...*, p. 191-199.
- NOGUEIRA MG, FERRAREZE M, MOREIRA ML AND GOUVÊA RM. 2010. Phytoplankton assemblages in a reservoir cascade of a large tropical-subtropical river (SE, Brazil). *Braz J Biol* 70(3): 781-793.
- NOGUEIRA MG, GEORGE DG. AND JORCIN A. 2003. Estudo do zooplâncton em zonas litorâneas lacustres: um enfoque metodológico. In: HENRY R (Ed.), *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*, São Carlos: Rima, p. 83-126.
- NOGUEIRA MG. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumim reservoir (Parapanema river), São Paulo, Brazil, *Hydrobiologia* 455: 1-18.
- NORDI N AND WATANABE T. 1978. Nota preliminar sobre os rotíferos (zooplâncton) do açude Eptácio Pessoa, Boqueirão, Paraíba, *Revista Nordestina de Biologia* 1(1): 31-39.
- ODUM EP AND BARRETT GW. 2008. *Fundamentos de ecologia*, São Paulo: Cengage Learning, 612 p.
- OLRIK K, LUNDØER S AND RASMUSSEN K. 1984. Interactions between Phytoplankton, Zooplankton, and Fish in the Nutrient Rich Shallow Lake Hjarbæk Fjord, Denmark, *Int Rev Ges Hydrobio* 69: 389-405.
- OVERBECK J. 2000. Conceitos de ecossistema. In: JORGENSEN SE AND VOLLENWEIDER RA. (Ed), *Princípios para o gerenciamento de lagos*, vol. 1, cap. 2., p.9-25.
- PADISÁK J, CROSSETTI LO AND NASELLI-FLORES L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates, *Hydrobiologia* 621: 1-19.
- PADISÁK J, HAJNAL E, NASELLI-FLORES L, DOKULIL MT, NÖGES P AND ZOHARY T. 2010. Convergence and divergence in organization of phytoplankton communities under various regimes of physical and biological control, *Hydrobiologia* 639: 205-220.
- PALMER CM. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution, *J Phycol* 5(1): 78-82.
- PANARELLI E, CASANOVA SMC AND NOGUEIRA MG. 2003. A comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no rio Parapanema/represa de Jurumim (São Paulo, Brasil).

- In: HENRY R (Ed), *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*, São Carlos: Rima, p. 129-160.
- PEREIRA SMB AND NASCIMENTO PRF. 2009. Macrófitas aquáticas. In: BURGOS K AND ARANTES E (Eds), *Açude de Apipucos: história e ecologia*, Recife: CEPE, p. 95-102.
- PIELOU EC. 1977. *Mathematical Ecology*. 2nd ed., New York: J Wiley AND Sons, 385 p.
- PINTO-COELHO R, PINEL-ALLOUL B, MÉTHOT G AND HAVENS KE. 2005. Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variation with trophic state, *Can J Fish Aquat Sci* 62(2): 348-361.
- PINTO-COELHO RM, BEZERRA-NETO JF, MIRANDA F, MOTA TG, RESCK R, SANTOS AM, MAIA-BARBOSA PM, MELLO N, MARQUES MM, CAMPOS MO AND BARBOSA FAR. 2008. A cascata trófica invertida em comunidades planctônicas tropicais: impactos da introdução de peixes exóticos no distrito de lagos do médio rio Doce, MG, *Braz J Biology* 68(4): 1025-1037.
- PINTO-COELHO RM, COELHO MM, ESPÍRITO-SANTO MM AND CORNELISSEN TG. 1999. Efeitos da eutrofização na estrutura da comunidade planctônica na lagoa da Pampulha. In: HENRY R (Ed), *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*, Botucatu: Fundibio/Fapesp, p. 551-572.
- PINTO-COELHO RM. 1987. Flutuações sazonais e de curta duração na comunidade zooplancônica do lago Paranoá, Brasília - DF, *Rev Bras Biol* 47(1/2): 17-29.
- PINTO-COELHO RM. 2004. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de águas epicontinentais. In: BICUDO CEM AND BICUDO DC (Eds), *Amostragem em limnologia*, São Carlos: RiMa, p. 149-166.
- POMPEO MLM. 1999. As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e propostas de monitoramento e manejo. In: POMPEO MLM (Ed), *Perspectivas da Limnologia no Brasil*, São Luís: Gráfica e Editora União, cap. 7.
- PONTIN RM AND LANGLEY JM. 1993. The user of rotifer communities to provide a preliminary national classification of small water bodies in England, *Hydrobiologia* 255/256: 411-419.
- POPOVSKÝ J AND PFIESTER LA. 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Stuttgart: Gustav Fischer., 271p.
- PRESCOTT GW AND VINYARD WC. 1982. *A Synopsis of North American Desmids*, Nebraska: University of Nebraska Press, 700 p.
- REID JW. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Copepoda (Crustacea, Copepoda), *Boletim de Zoologia* 9: 17-143.
- REYNOLDS CS, HUSZAR V, KRUK C, NASELLI-FLORES L AND MELO S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton, *J Plankton Res* 24(5): 417-428.

- REYNOLDS CS. 1996. The plant life of the pelagic, *Verh International Verein of Limnology* 26: 97-113.
- REYNOLDS CS. 1998. The state of freshwater ecology, *Freshwater Biol* 39: 741-753.
- RISSIK D, van SENDEN D, DOHERTY M, INGLENTON T, AJANI P, BOWLING L, GIBBS M, GLADSTONE M, KOBAYASHI T, SUTHERS I AND FRONEMAM W. 2009. Plankton-related environmental and water quality issues. In: SUTHERS IM AND RISSIK D (Eds), *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality*, Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, p. 39-72.
- ROCHA O AND SIPAÚBA-TAVARES LH. 1994. Cultivo em larga escala de organismos para alimentação de larvas e alevinos de peixes: II - organismos zooplancctônicos, *Biotemas* 7 (1/2): 94-109.
- RODRÍGUEZ MP AND MATSUMURA-TUNDISI T. 2000. Variation of density, species composition and dominance of rotifers at a shallow tropical reservoir (Broa Reservoir, SP, Brazil) in a short scale time, *Rev Bras Biol* 60(1):1-9.
- ROUND FE, CRAWFORD RM AND MANN DG. 1990. *The Diatoms: biological and morphology of the genera*. Cambridge: 747p.
- RÜCKERT G VON AND GIANI A. 2008. Biological interactions in the plankton community of a tropical eutrophic reservoir: is the phytoplankton controlled by zooplankton?, *J Plankton Res* 30(10): 1157-1168.
- RUTTNER-KOLISKO A. 1977. Suggestions for biomass calculation of planctonic rotifers, *Arch Hydrobiol* 8: 71-77.
- SALAS HJ AND MARTINO P. 1991. Metodologías simplificadas para la evaluación de eutrofización en lagos cálidos tropicales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 51 p.
- SAMPAIO EV, ROCHA O, MATSUMURA-TUNDISI T AND TUNDISI JG. 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema river, Brazil, *Braz J Biology* 62(3): 525-545.
- SCHINDLER D. W. 1977. Evolution of phosphorus limitation in lakes, *Science* 195: 260-262.
- SEVERI W. 2009. Peixes do açude de Apipucos. In: BURGOS K AND ARANTES E (Eds), *Açude de Apipucos: história e ecologia*, Recife: CEPE, p. 85-94.
- SEWEL GH. 1978. *Administração e controle da qualidade ambiental*, São Paulo: EPU, 295p.
- SHANNON CE. 1948. A mathematical theory of communication. *AteT Tech J* 27: 379-423.
- SHIEL RJ. 1979. Synecology of the rotifers of the river Murray, South Australia, *Aust J Mar Fresh Res* 30: 255-163.
- SILVA VL, FIGUEIREDO AC AND CORRÊA MM. 2009. Qualidade da água do Açude de Apipucos. In: BURGOS K AND ARANTES E (Eds), *Açude de Apipucos: história e ecologia*, Recife: CEPE, p. 77-84.

- SIPAÚBA-TAVARES LH AND ROCHA O. 2001. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos, São Carlos: Rima, 106p.
- SMITH RL AND SMITH TM. 2001. Ecología, 4nd ed., Madrid: Pearson Educación, 642 p.
- SOUSA FDR AND ELMOOR-LOUREIRO LMA. 2008. Cladóceros fitófilos (Crustacea, Branchiopoda) do Parque Nacional das Emas, estado de Goiás, *Biota Neotropica* 8(1): 159-166.
- STRASKRABA M AND TUNDISI JG. 2000. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Volume 9: gerenciamento da qualidade da água de represas, São Carlos: ILEC/IEE, 258 p.
- STRICKLAND JD AND PARSONS TR. 1965. A manual of sea water analysis. *Bull Fish Res Board Can* 125: 1-185.
- SUN J AND LIU D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton, *J Plankton Res* 25(11): 1331-1346.
- SUTHERS IM AND RISSIK D (Eds), 2009. *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality*, Collingwood: CSIRO Publishing, 256 p.
- TALLING JF. 2001. Environmental controls on the functioning of shallow tropical lakes, *Hydrobiologia* 458: 1-8.
- TOLEDO-JR JAP. 1990. Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais. Governo do Estado de São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1990. Relatório interno.
- TUNDISI JG AND MATSUMURA-TUNSDISI T. 2008. *Limnologia*, São Paulo: Oficina de Textos, 631p.
- TUNDISI JG. 2003. Ciclo anual e gerenciamento integrado, *Ciência e Cultura* 55(4): 31-33.
- UHELINGER V. 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Arch Sci* 17:121-223.
- USTAOGLU MR, BALIK S AND OZDEMIR-MIS D. 2004. The rotifer fauna of lake Sazligöl (Menemen-Izmir), *Turk J Zool* 28:263-272.
- UTERMÖHL H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte. Limnologie* 9: 1-38.
- VALDERRAMA GC. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar Chem* 10: 109-122.
- VASCONCELOS ÂCC. 1996. Ficoflórula dos açudes do Vale do Prata, Recife, Pernambuco: Aspectos ecológicos e distribuição espaço temporal. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco.
- VERAS LMSC. 2009. Apipucos é tudo isso: história, arte e paisagem. In: BURGOS K AND ARANTES E (Eds), *Açude de Apipucos: história e ecologia*, Recife: CEPE, p. 21-45.
- WALKER DB, BRUSSEAU ML AND FITZSIMMONS K. 2006. Physical-chemical characteristics of water. In: PEPPER IL, GERBA CP AND BRUSSEAU ML (Eds), *Environmental and Pollution Science*, San Diego: Academic Press, p. 25-45.

WETZEL RG AND LIKENS GE. 1991. Limnological analysis, 2nd ed., New York: Springer-Verlag, 491p.

WETZEL RG. 1993. Limnologia, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 919 p.

XAVIER LRCC, NASCIMENTO PRF AND PEREIRA SMB. 2007. Análise temporal de biomassa da macrófita aquática *Eleocharis interstincta* (vahl) Roem. e Schult. Registrada no açude de abastecimento público do Prata, Recife - PE, Congresso de Ecologia do Brasil, 3, 2007, Caxambu, Brazil, Proceedings ... Caxambu: SBE, 2007.



## **Apêndices e anexos**

## APÊNDICE A

---

### **Lenda que originou o nome do reservatório do Prata:**

O reservatório do Prata, mais comumente chamado de açude do Prata, tem essa denominação de uma lenda que conta que Branca Dias, rica senhora de engenho do bairro de Apipucos, tendo sido denunciada aos tribunais do Santo Ofício pelo crime de judaísmo, pelas alturas de fins do século XVI. Na ocasião de lhe ser intimada a ordem de prisão, Branca Dias arremessou no açude toda a sua baixela e demais objetos de prata que possuía, daí o nome dado a esse corpo d'água. Rege-se que a referida protagonista da história foi queimada na fogueira em Portugal.

**Fonte:** modificado de <http://verdepe.blogspot.com>

## APÊNDICE B

Condições climatológicas observadas durante os dias de coleta nos reservatórios do Prata e de Apipucos, durante o ciclo anual estudado.

Mês	Data	Condições climatológicas
Março	18.03.08	Dia ensolarado, mas choveu bastante desde a madrugada até o início da manhã. Muitas nuvens no momento da coleta, mas não houve chuva.
Abril	08.04.08	Dia nublado, com chuva forte durante a madrugada. Durante a coleta, choveu um pouco na área do reservatório do Prata, mas na área do reservatório de Apipucos fez tempo ensolarado. Ressalta-se que adolescentes estavam tomando banho no reservatório de Apipucos próximos ao P1.
Maio	12.05.08	Céu nublado, com chuva forte durante o dia e noite anteriores. Choveu também durante a coleta, com sol em alguns momentos.
Junho	18.06.08	Céu aberto durante a coleta, mas choveu bastante durante os dois dias anteriores.
Julho	14.07.08	Dia ensolarado, sem chuva durante a coleta nem no dia anterior.
Agosto	11.08.08	Sol na maior parte do tempo durante a coleta, com chuva fraca apenas em alguns momentos na área do reservatório de Apipucos. Chuva na noite anterior.
Setembro	16.09.08	Muito sol e calor, sem chuva no dia de coleta, nem nos dias anteriores. Coleta no Prata realizada após retirada de parte das macrófitas do reservatório, neste mês ou no mês passado, após a coleta de agosto.
Outubro	07.10.08	Dia ensolarado, com alguns momentos de chuva fraca no dia anterior e durante a coleta. Vento forte na área do reservatório de Apipucos.
Novembro	12.11.08	Dia ensolarado, com alguns momentos de chuva fraca no dia anterior e durante a coleta.
Dezembro	09.12.08	Dia ensolarado durante a coleta, mas choveu um pouco no dia e na madrugada anteriores.
Janeiro	08.01.09	Dia ensolarado, céu aberto, sem chuva.
Fevereiro	10.02.09	Dia ensolarado, sem chuva na noite anterior.

## APÊNDICE C

Formas geométricas e fórmulas matemáticas utilizadas para determinação do biovolume dos táxons zooplantônicos, adaptadas de Ruttner-Kolisko (1977), observando também a aplicação feita por Neumann-Leitão (1994). Legendas: a, comprimento; b, largura; c, altura; vc, volume corporal; cs, comprimento da seta; cc, comprimento do corpo; ec, espinho caudal; cd, comprimento do dedo.

Táxons	Forma geométrica	Fórmula (um <sup>3</sup> )	Observações
<i>Anuraeopsis</i>	Pirâmide trilateral truncada	$2*B*h/2$ , onde $h = a$ e $B = b*c/2$	
<i>Asplanchna</i>	Revolução elipsóide	$4*\pi*r^2*r_3/2$ , onde $a = 2r_3$ e $b=c=2r$	
<i>Asplanchnopus</i>	Revolução elipsóide	$4*\pi*r^2*r_3/2$ , onde $a = 2r_3$ e $b=c=2r$	
<i>Brachionus</i>	Elipsóide geral	$4*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_3$	pé = 10% do vc
<i>Cephalodella</i>	Cilíndrica	$r^2*\pi*h$ , onde $r_2 = a*b/4$ e $h = c/2$	pé = 5% do vc
<i>Conochilus</i>	Cone	$r^2*\pi*h/3$ , onde $b = 2r$ e $a = h$	
<i>Epiphanes</i>	Elipsóide geral	$4*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_3$	pé = 10% do vc
<i>Filinia</i>	Revolução elipsóide	$4*\pi*r^2*r_3/2$ , onde $a = 2r_3$ e $b=c=2r$	apêndices = 1% do vc x cs/cc
<i>Kellicotia</i>	Paralelepípedo	$a*b*c$	apêndices = 5% do vc
<i>Keratella</i>	Paralelepípedo	$a*b*c$	apêndices = 5% do vc x ec/cc
<i>Lecane</i>	1/2 elipsóide	$2*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_3$	pé = 5% do vc
<i>Lepadella</i>	1/2 elipsóide	$2*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_4$	pé = 5% do vc
<i>Macrochaetus</i>	Cilíndrica	$r^2*\pi*h$ , onde $r_2 = a*b/4$ e $h = c/2$	pé = 10% do vc
<i>Platyas</i>	Elipsóide geral	$4*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_3$	pé = 10% do vc
<i>Ploesoma</i>	Pirâmide trilateral truncada	$2*B*h/2$ , onde $h = a$ e $B = b*c/2$	
<i>Polyarthra</i>	Paralelepípedo	$a*b*c$	apêndices = 10% do vc
<i>Rotaria</i>	Cone	$r^2*\pi*h/3$ , onde $b = 2r$ e $a = h$	
<i>Testudinella</i>	Cilíndrica	$r^2*\pi*h$ , onde $r_2 = a*b/4$ e $h = c/2$	pé = 10% do vc
<i>Trichocerca</i>	Cilíndrica cônica	$r^2*\pi*h + r_2*\pi*h/3$ , onde $h = a/2$ e $r = b/2$	apêndices = 0,6% do vc x cd/cc
<i>Dadaya</i>	Elipsóide geral	$4*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_2$	apêndices = 10% do vc
<i>Diaphanosoma</i>	Elipsóide geral	$4*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_3$	apêndices = 10% do vc
<i>Alonella</i>	Elipsóide geral	$4*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_3$	apêndices = 10% do vc
<i>Moina</i>	Elipsóide geral	$4*\pi*r_1*r_2*r_3/3$ , onde $a = 2r_1$ , $b = 2r_2$ e $c = 2r_3$	apêndices = 10% do vc
<i>Notodiptomus</i>	Elíptica cilíndrica	$r_1*r_2*\pi*h$ , onde $a = 2r_2$ , $b = 2r_1$ e $c = h$	apêndices = 5% do vc
<i>Thermocyclops</i>	Elíptica cilíndrica	$r_1*r_2*\pi*h$ , onde $a = 2r_2$ , $b = 2r_1$ e $c = h$	apêndices = 3% do vc
Copepodito	Elíptica cilíndrica	$r_1*r_2*\pi*h$ , onde $a = 2r_2$ , $b = 2r_1$ e $c = h$	apêndices = 5% do vc
Náuplio de Copepoda	Cone	$r^2*\pi*h/3$ , onde $b = 2r$ e $a = h$	apêndices = 10% do vc

## APÊNDICE D

Densidade ( $\text{ind mL}^{-1} \times 10^4$ ), Biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectivas abundâncias relativas (%) dos táxons fitoplanctônicos mais representativos em cada mês, no reservatório do Prata, durante o período estudado.

Meses	Profundidade	Táxons	Densidade	%	Táxons	Biomassa	%
mar/08	Superfície	<i>Lyngbya</i> sp. 2	0,007	68,4	<i>Gomphonema</i> sp.	0,043	69,3
abr/08	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	0,008	59,1	<i>Peridinium</i> sp.	0,075	63,4
	Fundo	<i>Lyngbya</i> sp. 2	0,011	64,5	<i>Peridinium</i> sp.	0,058	47,2
mai/08	Superfície	<i>Geitlerinema amphibium</i>	0,007	50,0	<i>Anomoeoneis serians</i>	0,119	34,6
	Fundo	<i>Amphipleura</i> sp.	0,005	47,4	<i>Amphipleura</i> sp.	0,266	83,4
jun/08	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	0,007	26,7	<i>Tetmemorus laevis</i>	0,355	75,9
	Fundo	<i>Peridinium</i> sp.	0,010	40,9	<i>Peridinium</i> sp.	0,169	44,4
jul/08	Superfície	<i>Peridinium</i> sp.	0,005	28,1	<i>Peridinium</i> sp.	0,086	42,2
	Fundo	<i>Peridinium</i> sp.	0,003	31,3	<i>Gomphonema</i> sp.	0,054	34,8
ago/08	Superfície	<i>Peridinium</i> sp.	0,006	35,5	<i>Peridinium</i> sp.	0,106	46,0
	Fundo	<i>Lyngbya</i> sp. 2	0,010	43,9	<i>Peridinium</i> sp.	0,106	65,0
set/08	Superfície	<i>Lyngbya</i> sp. 2	0,009	42,1	<i>Cosmarium</i> sp.	0,068	30,7
	Fundo	<i>Lyngbya</i> sp. 2	0,009	50,0	<i>Geitlerinema amphibium</i>	0,040	31,8
out/08	Superfície	<i>Geitlerinema amphibium</i>	0,007	40,0	<i>Geitlerinema amphibium</i>	0,109	51,9
	Fundo	<i>Peridinium</i> sp.	0,003	21,7	<i>Amphipleura</i> sp./ <i>Anomoeoneis serians</i>	0,059	28,3
nov/08	Superfície	<i>Peridinium</i> sp.	0,012	72,4	<i>Peridinium</i> sp.	0,202	63,4
	Fundo	<i>Peridinium</i> sp.	0,006	55,0	<i>Amphipleura</i> sp.	0,118	46,6
dez/08	Superfície	<i>Peridinium</i> sp.	0,006	29,4	<i>Peridinium</i> sp.	0,096	47,3
	Fundo	<i>Peridinium</i> sp.	0,005	39,1	<i>Peridinium</i> sp.	0,086	51,9
jan/09	Superfície	<i>Peridinium</i> sp.	0,022	73,6	<i>Peridinium</i> sp.	0,374	74,9
	Fundo	<i>Peridinium</i> sp.	0,004	41,2	<i>Dinobryon</i> sp.	0,094	39,4
fev/09	Superfície	<i>Peridinium</i> sp.	0,010	42,9	<i>Peridinium</i> sp.	0,173	46,3
	Fundo	<i>Pinnularia</i> sp.	0,003	35,3	<i>Amphipleura</i> sp.	0,118	48,6

## APÊNDICE E

Densidade (ind L<sup>-1</sup>), Biomassa (mg L<sup>-1</sup>) e respectivas abundâncias relativas (%) dos táxons zooplanctônicos mais representativos em cada mês, no reservatório do Prata, durante o período estudado.

Meses	Profundidade	Táxons	Densidade	%	Táxons	Biomassa	%
mar/08	Superfície	<i>Lecane papuana</i>	9,33	26,4	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,059	85,1
abr/08	Superfície	<i>Thermocyclops decipiens</i>	9,33	72,7	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,082	91,0
	Fundo	<i>F. longiseta/T. decipiens/náuplio de T. decipiens</i>	0,80	20,0	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,007	59,3
mai/08	Superfície	Náuplio de <i>T. decipiens</i>	4,00	36,4	<i>Alonella dadayi</i>	0,002	74,9
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	5,83	35,0	<i>Alonella dadayi</i>	0,012	58,0
jun/08	Superfície	<i>Thermocyclops decipiens</i>	2,92	30,4	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,026	89,1
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	16,10	64,7	<i>Alonella dadayi</i>	0,034	93,3
jul/08	Superfície	<i>Alonella dadayi</i>	3,82	38,2	<i>Alonella dadayi</i>	0,008	48,4
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	14,00	82,4	<i>Alonella dadayi</i>	0,029	91,9
ago/08	Superfície	Náuplio de <i>T. decipiens</i>	5,89	64,7	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,024	54,2
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	107,14	92,6	<i>Alonella dadayi</i>	0,224	100,0
set/08	Superfície	<i>Alonella dadayi</i>	3,81	42,9	<i>Alonella dadayi</i>	0,008	53,1
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	3,33	57,1	<i>Alonella dadayi</i>	0,007	99,6
out/08	Superfície	<i>Alonella dadayi</i>	1,67	35,3	<i>Alonella dadayi</i>	0,003	32,5
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	1,00	28,6	<i>Alonella dadayi</i>	0,002	55,0
nov/08	Superfície	<i>Brachionus angularis</i>	0,58	27,3	<i>Brachionus falcatus</i>	0,000	68,4
	Fundo	<i>B. calyciflorus/B. angularis/L. papuana</i>	0,33	33,3	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,000	90,1
dez/08	Superfície	<i>N. cearensis e T. decipiens</i>	1,00	42,9	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,009	84,5
	Fundo	<i>A. fissa/D. dadayi/N. cearensis/Náuplio de N. cearensis</i>	0,25	25,0	<i>Alonella dadayi</i>	0,001	100,0
jan/09	Superfície	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,93	26,3	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,001	45,9
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	3,08	54,5	<i>Alonella dadayi</i>	0,006	55,7
fev/09	Superfície	<i>Brachionus caudatus</i>	1,75	41,2	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,007	76,5
	Fundo	<i>Alonella dadayi</i>	3,00	50,0	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,009	39,0

## APÊNDICE F

Densidade (ind L<sup>-1</sup>) e respectiva abundância relativa (%) dos táxons fitoplanctônicos mais representativos em cada mês, no reservatório de Apipucos, durante o período estudado.

Meses	Profundidade	Ponto 1			Ponto 2		
		Táxons	Densidade	%	Táxons	Densidade	%
mar/08	Superfície	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,56	35,4	Merismopedia sp.	0,813	23,3
	Fundo	<i>Merismopedia</i> sp.	0,58	27,0			
abr/08	Superfície	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,28	22,0	Merismopedia sp.	1,692	40,4
	Fundo	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,93	39,8			
mai/08	Superfície	<i>Merismopedia</i> sp.	0,46	27,1	Merismopedia sp.	5,246	75,0
	Fundo	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,36	21,7			
jun/08	Superfície	<i>Scenedesmus bijugus</i>	0,33	29,2	Merismopedia sp.	0,885	46,2
	Fundo	<i>Scenedesmus bijugus</i>	0,56	24,3			
jul/08	Superfície	<i>Scenedesmus bijugus</i>	0,38	20,0	Merismopedia sp.	1,228	38,7
	Fundo	<i>Scenedesmus bijugus</i>	0,35	29,3			
ago/08	Superfície	<i>Scenedesmus bijugus</i>	0,14	19,0	Merismopedia sp.	2,229	37,1
	Fundo	<i>Merismopedia</i> sp.	0,24	16,8			
set/08	Superfície	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,34	21,1	Merismopedia sp.	1,574	51,9
	Fundo	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,52	20,2			
out/08	Superfície	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,38	31,7	Merismopedia sp.	1,311	43,0
	Fundo	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	2,41	46,1			
nov/08	Superfície	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,44	18,3	Merismopedia sp.	34,185	78,7
	Fundo	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,73	22,2			
dez/08	Superfície	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,31	17,4	Merismopedia sp.	11,475	47,6
	Fundo	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,31	15,2			
jan/09	Superfície	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	0,82	32,1	Merismopedia sp.	13,442	70,0
	Fundo	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,34	14,9			
fev/09	Superfície	<i>Merismopedia</i> sp.	1,42	29,3	Merismopedia sp.	9,005	74,1
	Fundo	<i>Merismopedia</i> sp.	0,56	23,4			

## APÊNDICE G

Biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos táxons fitoplanctônicos mais representativos em cada mês, no reservatório de Apipucos, durante o período estudado.

Meses	Profundidade	Ponto 1			Ponto 2		
		Táxons	Biomassa	%	Táxons	Biomassa	%
mar/08	Superfície	<i>Trachelomonas volvocina</i>	3,7	31,5	<i>Melosira distans</i>	16,1	38,7
	Fundo	<i>Euglena</i> sp.	5,1	33,5			
abr/08	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	4,1	36,0	<i>Melosira distans</i>	10,6	46,0
	Fundo	<i>Melosira distans</i>	6,9	40,9			
mai/08	Superfície	<i>Melosira distans</i>	4,1	45,1	<i>Melosira distans</i>	6,9	50,7
	Fundo	<i>Melosira distans</i>	4,4	34,8			
jun/08	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	4,4	42,6	<i>Melosira distans</i>	5,1	57,4
	Fundo	<i>Euglena</i> sp.	18,9	59,0			
jul/08	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	10,2	38,3	<i>Euglena</i> sp.	13,3	42,0
	Fundo	<i>Melosira distans</i>	4,5	35,7			
ago/08	Superfície	<i>Melosira distans</i>	1,7	27,7	<i>Melosira distans</i>	18,9	49,7
	Fundo	<i>Euglena</i> sp.	6,4	43,8			
set/08	Superfície	<i>Melosira distans</i>	6,2	46,0	<i>Melosira distans</i>	8,0	54,3
	Fundo	<i>Melosira distans</i>	13,1	42,5			
out/08	Superfície	<i>Melosira distans</i>	4,1	39,8	<i>Phacus tortus</i>	3,2	17,6
	Fundo	<i>Phacus tortus</i>	22,1	77,0			
nov/08	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	22,5	49,2	<i>Melosira distans</i>	57,2	48,6
	Fundo	<i>Euglena</i> sp.	19,0	34,7			
dez/08	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	14,6	45,6	<i>Melosira distans</i>	48,0	31,4
	Fundo	<i>Euglena</i> sp.	13,4	37,4			
jan/09	Superfície	<i>Melosira distans</i>	6,9	31,6	<i>Melosira distans</i>	75,5	67,7
	Fundo	<i>Phacus tortus</i>	18,7	57,8			
fev/09	Superfície	<i>Euglena</i> sp.	11,7	24,9	<i>Coelastrum microporum</i>	7,4	23,8
	Fundo	<i>Melosira distans</i>	10,3	37,2			



## APÊNDICE H

Densidade (ind L<sup>-1</sup>) e respectiva abundância relativa (%) dos táxons zooplancônicos mais representativos em cada mês, no reservatório de Apipucos, durante o período estudado. \*: ausência de dados em dezembro devido à perda das amostras.

Meses	Profundidade	Ponto 1			Ponto 2		
		Táxons	Densidade	%	Táxons	Densidade	%
mar/08	Superfície	<i>Keratella tropica</i>	45,5	42,4			
	Fundo	Nauplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	166,3	23,2	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1130,5	89,5
abr/08	Superfície	Nauplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	206,2	38,1			
	Fundo	<i>Asplanchna priodonta</i>	692,0	38,9	<i>Asplanchna priodonta</i>	74,2	26,3
mai/08	Superfície	<i>Conochilus dossuarius</i>	85,6	45,3			
	Fundo	<i>Asplanchna priodonta</i>	55,8	25,6	<i>Asplanchna priodonta</i>	42,4	32,7
jun/08	Superfície	Nauplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	29,1	33,3			
	Fundo	Nauplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	238,8	47,8	<i>Brachionus caudatus</i>	425,7	33,6
jul/08	Superfície	<i>Polyarthra vulgaris</i>	396,9	45,2			
	Fundo	<i>Brachionus calyciflorus</i>	460,0	35,1	<i>Brachionus caudatus</i>	929,0	24,9
ago/08	Superfície	<i>Conochilus dossuarius</i>	524,4	59,6			
	Fundo	<i>Conochilus dossuarius</i>	418,1	46,3	<i>Filinia longiseta</i>	465,5	28,4
set/08	Superfície	<i>Keratella tropica</i>	148,0	37,8			
	Fundo	<i>Brachionus calyciflorus</i>	261,3	26,9	<i>Brachionus falcatus</i>	355,0	44,1
out/08	Superfície	<i>Brachionus caudatus</i>	249,0	23,1			
	Fundo	Nauplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	266,7	15,5	<i>Brachionus falcatus</i>	544,0	30,2
nov/08	Superfície	<i>Brachionus falcatus</i>	458,7	37,4			
	Fundo	<i>Brachionus falcatus</i>	2400,0	48,7	<i>Brachionus falcatus</i>	79,2	21,1
dez/08	Superfície	<i>Keratella tropica</i>	78,0	52,7	*	*	*
	Fundo	<i>Keratella tropica</i>	746,7	47,5			
jan/09	Superfície	<i>Keratella tropica</i>	27,8	17,6			
	Fundo	<i>Moina micrura</i>	411,1	30,0	<i>Epiphanes macrouros</i>	150,0	24,3
fev/09	Superfície	<i>Brachionus falcatus</i>	768,0	36,8			
	Fundo	<i>Brachionus falcatus</i>	1104,0	29,4	<i>Brachionus caudatus</i>	2141,5	76,8

## APÊNDICE I

Biomassa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e respectiva abundância relativa (%) dos táxons zooplancônicos mais representativos em cada mês, no reservatório de Apipucos, durante o período estudado. \*: ausência de dados em dezembro devido à perda das amostras.

Meses	Profundidade	Táxons	Ponto 1		Ponto 2		
			Biomassa	%	Táxons	Biomassa	%
mar/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,16	85,8	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	7,69	95,6
	Fundo	<i>Thermocyclops decipiens</i>	1,16	40,7		7,69	95,6
abr/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,14	78,1	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,46	74,8
	Fundo	<i>Thermocyclops decipiens</i>	2,42	48,8		0,46	74,8
mai/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,26	86,5	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,26	68,1
	Fundo	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,23	57,1		0,26	68,1
jun/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,16	61,3	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,82	61,9
	Fundo	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,32	54,7		0,82	61,9
jul/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,88	65,8	<i>Asplanchna priodonta</i>	2,59	43,3
	Fundo	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,39	43,7		2,59	43,3
ago/08	Superfície	Copepodito de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,67	63,8	<i>Brachionus calyciflorus anuraeiformis</i>	0,27	32,7
	Fundo	Copepodito de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,63	49,7		0,27	32,7
set/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,51	55,6	<i>Brachionus calyciflorus anuraeiformis</i>	0,31	32,5
	Fundo	<i>Thermocyclops decipiens</i>	1,21	37,2		0,31	32,5
out/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,00	67,2	<i>Asplanchna priodonta</i>	2,58	75,0
	Fundo	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,48	49,2		2,58	75,0
nov/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,83	51,6	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,20	30,6
	Fundo	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	4,11	57,5		0,20	30,6
dez/08	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,03	49,9	*	*	*
	Fundo	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,18	81,8			
jan/09	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	0,13	56,7	<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,49	28,8
	Fundo	<i>Notodiaptomus cearensis</i>	4,87	72,2		0,49	28,8
fev/09	Superfície	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,20	60,7	<i>Brachionus caudatus</i>	0,72	31,7
	Fundo	Náuplio de <i>Thermocyclops decipiens</i>	1,60	32,6		0,72	31,7

## APÊNDICE J

Matriz de correlação de Pearson gerada durante a elaboração da ACP para as variáveis bióticas e abióticas no reservatório do Prata; em negrito, valores significativos ao nível de significância alfa = 0.05. Legendas - Pluvio: precipitação pluviométrica; Tempágua: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; Cond: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clora: clorofila *a*; Dens: densidade; Biom: biomassa; Divers: diversidade; Equit: equitabilidade; Fito: fitoplâncton; Zoo: zooplâncton.

	Pluvio	Tempágua	OD	Cond	Turb	pH	ST	PT	PTD	Clora	DensFito	BiomFito	DiversFito	EquitFito	DensZoo	BiomZoo	DiversZoo	EquitZoo
Pluvio	1	-0.06	<b>-0.52</b>	<b>-0.52</b>	-0.25	0.31	0.09	0.09	0.37	0.22	-0.01	0.17	-0.15	-0.05	0.31	0.34	0.07	-0.26
Tempágua	-0.06	1	<b>0.51</b>	<b>0.41</b>	-0.19	<b>-0.63</b>	0.04	0.01	0.02	0.34	-0.01	0.10	<b>-0.42</b>	-0.39	<b>-0.45</b>	-0.35	0.40	<b>0.52</b>
OD	<b>-0.52</b>	<b>0.51</b>	1	<b>0.49</b>	0.04	-0.24	<b>-0.41</b>	-0.36	-0.32	-0.08	0.07	-0.15	-0.11	-0.34	-0.32	-0.30	0.24	<b>0.49</b>
Cond	<b>-0.52</b>	<b>0.41</b>	<b>0.49</b>	1	-0.01	<b>-0.42</b>	0.01	-0.05	-0.15	-0.18	<b>0.43</b>	0.36	-0.01	-0.29	-0.35	<b>-0.46</b>	0.39	<b>0.50</b>
Turb	-0.25	-0.19	0.04	-0.01	1	0.21	-0.17	-0.17	0.04	-0.33	0.27	0.04	-0.05	-0.14	0.25	0.16	0.00	0.02
pH	0.31	<b>-0.63</b>	-0.24	<b>-0.42</b>	0.21	1	-0.37	<b>-0.42</b>	-0.06	-0.17	0.06	-0.25	0.26	0.27	0.35	0.34	-0.07	<b>-0.46</b>
ST	0.09	0.04	<b>-0.41</b>	0.01	-0.17	-0.37	1	<b>0.53</b>	0.03	0.38	-0.31	0.08	0.01	0.30	-0.05	-0.01	-0.28	-0.03
PT	0.09	0.01	-0.36	-0.05	-0.17	<b>-0.42</b>	<b>0.53</b>	1	0.30	-0.13	-0.17	0.33	0.22	0.12	-0.10	-0.19	0.08	0.05
PTD	0.37	0.02	-0.32	-0.15	0.04	-0.06	0.03	0.30	1	-0.07	0.30	<b>0.62</b>	-0.02	0.00	-0.02	-0.06	0.19	0.10
Clora	0.22	0.34	-0.08	-0.18	-0.33	-0.17	0.38	-0.13	-0.07	1	<b>-0.41</b>	-0.16	-0.40	0.08	-0.21	-0.02	-0.04	-0.07
DensFito	-0.01	-0.01	0.07	<b>0.43</b>	0.27	0.06	-0.31	-0.17	0.30	<b>-0.41</b>	1	<b>0.60</b>	0.11	-0.30	0.16	0.08	0.05	0.07
BiomFito	0.17	0.10	-0.15	0.36	0.04	-0.25	0.08	0.33	<b>0.62</b>	-0.16	<b>0.60</b>	1	0.08	-0.25	-0.20	-0.29	0.35	0.27
DiversFito	-0.15	<b>-0.42</b>	-0.11	-0.01	-0.05	0.26	0.01	0.22	-0.02	-0.40	0.11	0.08	1	<b>0.67</b>	-0.08	-0.22	-0.21	-0.04
EquitFito	-0.05	-0.39	-0.34	-0.29	-0.14	0.27	0.30	0.12	0.00	0.08	-0.30	-0.25	<b>0.67</b>	1	0.06	0.03	-0.39	-0.25
DensZoo	0.31	<b>-0.45</b>	-0.32	-0.35	0.25	0.35	-0.05	-0.10	-0.02	-0.21	0.16	-0.20	-0.08	0.06	1	<b>0.92</b>	<b>-0.43</b>	<b>-0.64</b>
BiomZoo	0.34	-0.35	-0.30	<b>-0.46</b>	0.16	0.34	-0.01	-0.19	-0.06	-0.02	0.08	-0.29	-0.22	0.03	<b>0.92</b>	1	<b>-0.57</b>	<b>-0.77</b>
DiversZoo	0.07	0.40	0.24	0.39	0.00	-0.07	-0.28	0.08	0.19	-0.04	0.05	0.35	-0.21	-0.39	<b>-0.43</b>	<b>-0.57</b>	1	<b>0.63</b>
EquitZoo	-0.26	<b>0.52</b>	<b>0.49</b>	<b>0.50</b>	0.02	<b>-0.46</b>	-0.03	0.05	0.10	-0.07	0.07	0.27	-0.04	-0.25	<b>-0.64</b>	<b>-0.77</b>	<b>0.63</b>	1

## APÊNDICE K

Matriz de correlação de Pearson gerada durante a elaboração da ACP para as variáveis bióticas e abióticas no ponto 1 do reservatório de Apipucos; em negrito, valores significativos ao nível de significância alfa = 0.05. Legendas - Pluvio: precipitação pluviométrica; Tempágua: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; Cond: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clora: clorofila *a*; Dens: densidade; Biom: biomassa; Divers: diversidade; Equit: equitabilidade; Fito: fitoplâncton; Zoo: zooplâncton.

	Pluvio	Transp	Tempágua	OD	Cond	Turb	pH	ST	PT	PTD	Clora	DensFito	BiomFito	DiversFito	EquitFito	DensZoo	BiomZoo	DiversZoo	EquitZoo
Pluvio	1	-0.05	0.29	-0.28	-0.17	0.02	-0.37	0.17	<b>0.70</b>	<b>0.75</b>	-0.31	-0.11	-0.39	-0.32	-0.19	-0.16	-0.19	-0.08	-0.28
Transp	-0.05	1	-0.06	-0.18	0.21	-0.03	0.02	-0.19	-0.21	-0.32	-0.24	-0.19	-0.23	0.22	<b>0.41</b>	-0.05	0.03	0.32	0.29
Tempágua	0.29	-0.06	1	0.38	<b>0.46</b>	0.26	0.25	0.28	0.08	0.05	0.38	0.21	0.19	0.00	-0.04	0.14	0.08	-0.06	0.20
OD	-0.28	-0.18	0.38	1	<b>0.45</b>	0.19	<b>0.62</b>	-0.10	-0.34	-0.34	<b>0.60</b>	0.22	0.37	0.22	-0.03	0.04	-0.20	-0.10	0.00
Cond	-0.17	0.21	<b>0.46</b>	<b>0.45</b>	1	0.14	<b>0.54</b>	0.08	<b>-0.42</b>	-0.39	0.40	<b>0.44</b>	<b>0.55</b>	0.35	0.09	0.39	0.25	0.33	<b>0.43</b>
Turb	0.02	-0.03	0.26	0.19	0.14	1	0.37	<b>0.50</b>	-0.04	0.05	0.27	-0.01	-0.06	0.09	-0.03	-0.31	-0.23	0.01	0.21
pH	-0.37	0.02	0.25	<b>0.62</b>	<b>0.54</b>	0.37	1	0.24	-0.39	-0.31	<b>0.66</b>	0.24	<b>0.45</b>	<b>0.44</b>	0.00	0.14	0.02	0.12	<b>0.44</b>
ST	0.17	-0.19	0.28	-0.10	0.08	<b>0.50</b>	0.24	1	-0.15	-0.03	0.21	0.11	0.05	-0.08	-0.05	0.22	0.30	-0.05	0.20
PT	<b>0.70</b>	-0.21	0.08	-0.34	<b>-0.42</b>	-0.04	-0.39	-0.15	1	<b>0.96</b>	-0.33	-0.21	-0.39	-0.19	-0.09	-0.36	-0.25	-0.05	-0.29
PTD	<b>0.75</b>	-0.32	0.05	-0.34	-0.39	0.05	-0.31	-0.03	<b>0.96</b>	1	-0.29	-0.17	-0.34	-0.20	-0.19	-0.35	-0.26	-0.08	-0.29
Clora	-0.31	-0.24	0.38	<b>0.60</b>	0.40	0.27	<b>0.66</b>	0.21	-0.33	-0.29	1	0.07	<b>0.44</b>	0.37	0.08	0.11	0.00	-0.28	0.02
DensFito	-0.11	-0.19	0.21	0.22	<b>0.44</b>	-0.01	0.24	0.11	-0.21	-0.17	0.07	1	<b>0.67</b>	-0.13	-0.40	<b>0.47</b>	0.38	0.15	0.24
BiomFito	-0.39	-0.23	0.19	0.37	<b>0.55</b>	-0.06	<b>0.45</b>	0.05	-0.39	-0.34	<b>0.44</b>	<b>0.67</b>	1	<b>0.43</b>	0.08	<b>0.61</b>	<b>0.47</b>	-0.19	0.08
DiversFito	-0.32	0.22	0.00	0.22	0.35	0.09	<b>0.44</b>	-0.08	-0.19	-0.20	0.37	-0.13	<b>0.43</b>	1	<b>0.67</b>	0.15	0.07	-0.10	0.06
EquitFito	-0.19	<b>0.41</b>	-0.04	-0.03	0.09	-0.03	0.00	-0.05	-0.09	-0.19	0.08	-0.40	0.08	<b>0.67</b>	1	0.00	0.03	-0.33	-0.21
DensZoo	-0.16	-0.05	0.14	0.04	0.39	-0.31	0.14	0.22	-0.36	-0.35	0.11	<b>0.47</b>	<b>0.61</b>	0.15	0.00	1	<b>0.78</b>	0.02	0.05
BiomZoo	-0.19	0.03	0.08	-0.20	0.25	-0.23	0.02	0.30	-0.25	-0.26	0.00	0.38	<b>0.47</b>	0.07	0.03	<b>0.78</b>	1	0.03	0.05
DiversZoo	-0.08	0.32	-0.06	-0.10	0.33	0.01	0.12	-0.05	-0.05	-0.08	-0.28	0.15	-0.19	-0.10	-0.33	0.02	0.03	1	<b>0.77</b>
EquitZoo	-0.28	0.29	0.20	0.00	<b>0.43</b>	0.21	<b>0.44</b>	0.20	-0.29	-0.29	0.02	0.24	0.08	0.06	-0.21	0.05	0.05	<b>0.77</b>	1

## APÊNDICE L

Matriz de correlação de Pearson gerada durante a elaboração da ACP para as variáveis bióticas e abióticas no ponto 2 do reservatório de Apipucos; em negrito, valores significativos ao nível de significância alfa = 0.05. Legendas - Pluvio: precipitação pluviométrica; Tempágua: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; Cond: condutividade elétrica; Turb: turbidez; ST: sólidos suspensos totais; PT: fósforo total; PTD: fósforo total dissolvido; Clora: clorofila *a*; Dens: densidade; Biom: biomassa; Divers: diversidade; Equit: equitabilidade; Fito: fitoplâncton; Zoo: zooplâncton.

	Pluvio	Transp	Tempágua	OD	Cond	Turb	pH	ST	PT	PTD	Clora	DensFito	BiomFito	DiversFito	EquitFito	DensZoo	BiomZoo	DiversZoo	EquitZoo
Pluvio	1	-0.42	0.06	-0.56	-0.43	0.13	-0.48	<b>-0.60</b>	0.53	0.54	-0.53	-0.41	-0.51	0.01	0.02	-0.13	0.02	-0.51	-0.52
Transp	-0.42	1	<b>0.62</b>	<b>0.62</b>	0.49	-0.31	<b>0.67</b>	<b>0.62</b>	-0.33	-0.17	<b>0.65</b>	<b>0.63</b>	<b>0.80</b>	-0.12	-0.17	-0.30	0.22	-0.18	-0.14
Tempágua	0.06	<b>0.62</b>	1	0.46	0.51	-0.26	0.29	<b>0.58</b>	0.18	0.11	0.53	0.53	<b>0.60</b>	-0.38	-0.47	-0.54	-0.09	-0.24	-0.25
OD	-0.56	<b>0.62</b>	0.46	1	0.47	0.01	<b>0.63</b>	<b>0.73</b>	-0.29	-0.25	<b>0.86</b>	<b>0.64</b>	<b>0.84</b>	-0.10	-0.20	-0.14	-0.12	0.18	0.15
Cond	-0.43	0.49	0.51	0.47	1	<b>-0.63</b>	<b>0.62</b>	<b>0.89</b>	-0.41	-0.26	<b>0.82</b>	<b>0.59</b>	<b>0.65</b>	-0.54	<b>-0.59</b>	0.09	-0.15	-0.02	0.03
Turb	0.13	-0.31	-0.26	0.01	<b>-0.63</b>	1	-0.51	-0.31	0.11	-0.24	-0.31	-0.09	-0.12	0.47	0.42	-0.01	-0.12	0.28	0.26
pH	-0.48	<b>0.67</b>	0.29	<b>0.63</b>	<b>0.62</b>	-0.51	1	<b>0.58</b>	-0.29	-0.22	<b>0.71</b>	<b>0.60</b>	<b>0.68</b>	-0.41	-0.43	0.14	0.20	-0.05	-0.03
ST	<b>-0.60</b>	<b>0.62</b>	<b>0.58</b>	<b>0.73</b>	<b>0.89</b>	-0.31	<b>0.58</b>	1	-0.41	-0.43	<b>0.92</b>	<b>0.66</b>	<b>0.84</b>	-0.33	-0.42	-0.04	-0.20	0.14	0.19
PT	0.53	-0.33	0.18	-0.29	-0.41	0.11	-0.29	-0.41	1	<b>0.60</b>	-0.42	-0.23	-0.35	-0.23	-0.22	-0.46	-0.22	0.17	0.12
PTD	0.54	-0.17	0.11	-0.25	-0.26	-0.24	-0.22	-0.43	<b>0.60</b>	1	-0.29	-0.12	-0.25	-0.35	-0.27	-0.51	-0.26	-0.01	-0.07
Clora	-0.53	<b>0.65</b>	0.53	<b>0.86</b>	<b>0.82</b>	-0.31	<b>0.71</b>	<b>0.92</b>	-0.42	-0.29	1	<b>0.68</b>	<b>0.90</b>	-0.32	-0.39	0.05	-0.06	0.05	0.08
DensFito	-0.41	<b>0.63</b>	0.53	<b>0.64</b>	<b>0.59</b>	-0.09	<b>0.60</b>	<b>0.66</b>	-0.23	-0.12	<b>0.68</b>	1	<b>0.83</b>	<b>-0.63</b>	<b>-0.70</b>	-0.29	-0.31	0.28	0.26
BiomFito	-0.51	<b>0.80</b>	<b>0.60</b>	<b>0.84</b>	<b>0.65</b>	-0.12	<b>0.68</b>	<b>0.84</b>	-0.35	-0.25	<b>0.90</b>	<b>0.83</b>	1	-0.35	-0.41	-0.19	-0.10	0.15	0.19
DiversFito	0.01	-0.12	-0.38	-0.10	-0.54	0.47	-0.41	-0.33	-0.23	-0.35	-0.32	<b>-0.63</b>	-0.35	1	<b>0.98</b>	0.27	0.45	-0.30	-0.29
EquitFito	0.02	-0.17	-0.47	-0.20	<b>-0.59</b>	0.42	-0.43	-0.42	-0.22	-0.27	-0.39	<b>-0.70</b>	-0.41	<b>0.98</b>	1	0.30	0.51	-0.28	-0.25
DensZoo	-0.13	-0.30	-0.54	-0.14	0.09	-0.01	0.14	-0.04	-0.46	-0.51	0.05	-0.29	-0.19	0.27	0.30	1	0.55	-0.22	-0.17
BiomZoo	0.02	0.22	-0.09	-0.12	-0.15	-0.12	0.20	-0.20	-0.22	-0.26	-0.06	-0.31	-0.10	0.45	0.51	0.55	1	<b>-0.61</b>	-0.57
DiversZoo	-0.51	-0.18	-0.24	0.18	-0.02	0.28	-0.05	0.14	0.17	-0.01	0.05	0.28	0.15	-0.30	-0.28	-0.22	<b>-0.61</b>	1	<b>0.98</b>
EquitZoo	-0.52	-0.14	-0.25	0.15	0.03	0.26	-0.03	0.19	0.12	-0.07	0.08	0.26	0.19	-0.29	-0.25	-0.17	-0.57	<b>0.98</b>	1

## ANEXO 1

---

A resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Para as águas doces, são estabelecidas cinco classes:

- ❖ Classe especial - águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- ❖ Classe 1 - águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- ❖ Classe 2 - águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.
- ❖ Classe 3 - águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
- ❖ Classe 4 - águas destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

## ANEXO 2

---

### **Protocolo para determinação do material em suspensão através do método gravimétrico:**

1. Foram confeccionados envelopes de papel alumínio, no estilo sanfona, facilitando o manuseio de grandes quantidades de amostras. Neles foram colocados filtros de microfibras de vidro individualizados, sendo a identificação feita através de marcação em baixo-relevo no próprio papel alumínio, já que qualquer outro tipo de marcação, tais como etiquetas ou tinta de caneta desaparecem com o calor da mufla.
2. Nestas condições, os filtros foram levados para calcinação em mufla a 480 °C por 1 hora, sendo posteriormente retirados e colocados para esfriar em dessecador com sílica gel, por aproximadamente 15-20 minutos.
3. Em seguida, foram determinados os pesos iniciais de cada filtro ( $P_0$ ) em balança de precisão, sendo estes colocados novamente no dessecador com sílica gel, individualizados em envelopes de papel devidamente identificados.
4. Logo após a coleta, as amostras foram filtradas nos filtros guardados no dessecador, os quais foram colocados para secar sobre papel absorvente por aproximadamente 20 minutos, sendo posteriormente levados para secagem em estufa sob temperatura de 60 °C, por 24 horas.
5. Após secagem em estufa, os filtros foram levados ao dessecador por aproximadamente 20 minutos para esfriar, sendo novamente pesados ( $P_1$ ).
6. Em seguida, esses filtros foram colocados novamente para secagem na mufla a 480 °C por 1 hora, retirados, colocados em dessecador para esfriar, finalizando o processo com nova pesagem ( $P_2$ ).

O material em suspensão foi calculado através das seguintes fórmulas:

- ❖ Sólidos suspensos totais -  $ST = \{[(P_1 - P_0) \times 1000] \div \text{vol filtrado}\}$
- ❖ Matéria inorgânica -  $MI = \{[(P_1 - P_2) \times 1000] \div \text{vol filtrado}\}$
- ❖ Matéria orgânica -  $MO = ST - MI$

## ANEXO 3

---

### ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS - INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The journal ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS now strongly encourages online submissions. Once you have prepared your manuscript according to the instructions below, please visit the online submission Web site, <http://aabc.abc.org.br>.

Please read these instructions carefully and follow them strictly. In this way you will help ensure that the review and publication of your paper are as efficient and quick as possible. The editors reserve the right to return manuscripts that are not in accordance with these instructions. Papers must be clearly and concisely written in English.

#### **Aim and editorial policy**

All submitted manuscripts should contain original research not previously published and not under consideration for publication elsewhere. The primary criterion for acceptance is scientific quality. Papers should avoid excessive use of abbreviations or jargon, and should be intelligible to as wide an audience as possible. Particular attention should be paid to the Abstract, Introduction, and Discussion sections, which should clearly draw attention to the novelty and significance of the data reported. Failure to do this may result in delays in publication or rejection of the paper.

Texts can be published as a review, a full paper (article) or as a short communication. Issues appear in March, June, September and December.

#### ***Types Of Papers***

**Reviews.** Reviews are published by invitation only. However, a proposal for a Review may be submitted in the form of a brief letter to the Editor at any time. The letter should state the topics and authors of the proposed review, and should state why the topic is of particular interest to the field.

**Articles.** Whenever possible the articles should be subdivided into the following parts: 1. Front Page; 2. Abstract (written on a separate page, 200 words or less, no abbreviations); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, if applicable; 8. Resumo and Palavras-chave (in Portuguese - assistance will be provided to foreign authors); 9. References. Articles from some areas such as Mathematical Sciences should follow their usual format. In some cases it may be advisable to omit part (4) and to merge parts (5) and (6). Whenever applicable, the Materials and Methods section should indicate the Ethics Committee that evaluated the procedures for human studies or the norms followed for the maintenance and experimental treatments of animals.

**Short communications.** Short communications aim to report on research which has progressed to the stage when it is considered that results should be divulged rapidly to other workers in the field. A short communication should also have an Abstract (100 words or less) and should not exceed 1,500 words. Tables and Figures may be included but the text length should be proportionally reduced. Manuscripts submitted as articles but found to fit these specifications will be published as short communications upon the author's agreement.

#### **Preparation of manuscripts**



All parts of the manuscript should be double-spaced throughout. After acceptance, no changes will be made in the manuscript so that proofs require only correction of typographical errors. The authors should send their manuscript in electronic version only.

**Length of manuscript.** While papers may be of any length required for the concise presentation and discussion of the data, succinct and carefully prepared papers are favored both in terms of impact as well as in readability.

**Tables and Illustrations.** Only high-quality illustrations will be accepted. All illustrations will be considered figures including drawings, graphs, maps, photographs as well as tables with more than 12 columns or more than 24 lines (**maximum of 5 figures free of charge**). Their tentative placement in the text should be indicated. Only high-quality illustrations will be accepted.

**Digitalized figures.** Figures should be sent according to the following specifications: 1. Drawings and illustrations should be in format .PS/.EPS or .CDR (PostScript or Corel Draw) and never be inserted in text; 2. Images or figures in grayscale should be in format .TIF and never be inserted in text; 3. Each figure should be saved in a separate file; 4. Figures should, in principle, be submitted at the size they are to appear in the journal, i.e., 8 cm (one column) or 16.2 cm (two columns) wide, with maximal height for each **figure and respective legend smaller than or equal to 22 cm**. The legends to the figures should be sent double-spaced on a separate page. Each linear dimension of the smallest characters and symbols should not be less than 2 mm after reduction. Only black and white figures will be accepted; 5. Manuscripts on Mathematics, Physics or Chemistry may be typesetted in TEX, AMS-TEX or LaTeX; 6. Manuscripts without mathematical formulae may be sent in .RTF or WORD for Windows.

**Front page.** The front page of the manuscript should present the following items: 1. Title of the article (the title should be short, specific, and informative); 2. Full name(s) of the author(s); 3. Professional address of each author; 4. Key words (four to six in alphabetical order); 5. Running title (up to 50 characters); 6. Academy Section to which the content of the work belongs; 7. Name, address, fax number, phone number and e-mail address of the author to whom all correspondence, proofs and reprints (thirty reprints, per published paper, are offered free of charge) should be provided.

**Acknowledgments.** These should be included at the end of the text. Personal acknowledgments should precede those of institutions or agencies. Footnotes should be avoided; when necessary they must be numbered. Acknowledgments to grants and scholarships, and of indebtedness to colleagues as well as mention to the origin of an article (e.g. thesis) should be added to the Acknowledgments section.

**Abbreviations.** These should be defined at their first occurrence in the text, except for official, standard abbreviations. Units and their symbols should conform to those approved by the ABNT or by the Bureau International des Poids et Mesures (SI).

**References.** Authors are responsible for the accuracy of the References. Published articles and those in press may be included. Personal communications (Smith, personal communication) must be authorized in writing by those involved. References to thesis, meeting abstracts (not published in indexed journals) and manuscripts in preparation or submitted, but not yet accepted, should be cited in the text as (Smith et al. unpublished data) and should NOT be included in the list of references.

The references should be cited in the text as, for example, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) or, for three or more authors, (Smith et al. 2006). Two or more papers by the same author(s) in the same year should be distinguished by letters, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc.

Letters should also distinguish papers by three or more authors with identical first author and year of publication.

References should be listed according to the alphabetical order of the first author, always in the order SURNAME XY in which X and Y are initials. If there are more than ten authors, use et al. after the first author. References must contain the title of the article. Names of the journals should be abbreviated. For the correct abbreviations, refer to lists of the major databases in which the journal is indexed or consult the World List of Scientific Periodicals. The abbreviation to be used for the Anais da Academia Brasileira de Ciências is An Acad Bras Cienc. The following examples are to be considered as guidelines for the References.

#### *Articles*

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

#### *Books and book chapters*

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. Thinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia. Proceedings ... , Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley e Sons, New York, USA, p. 338-350.

#### *Other publications*

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxa, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamics of Classical Fields. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 1985, 55 p. Preprint no. 600.