

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências – Campus Botucatu
**Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas – Área de
Concentração: Zoologia**

Jorge Laço Portinho

*Assembléias zooplancônicas (Cladocera, Copepoda e
Rotifera) e condições limnológicas no gradiente
longitudinal barragem-jusante do reservatório de Itaipu,
rio Paraná (Brasil, Paraguai e Argentina)*

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista –
Campus de Botucatu, como
parte dos requisitos para a
obtenção do título de mestre em
Ciências Biológicas, Área de
concentração: Zoologia.

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Botucatu

2011

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação - Campus De Botucatu -
UNESP

Bibliotecária responsável: *Sulamita Selma Clemente Colnago* – CRB
8/4716

Portinho, Jorge Laço.

Assembléias zooplantônicas (Cladocera, Copepoda e Rotifera) e condições
limnológicas no gradiente longitudinal barragem-jusante do reservatório de Itaipu,
rio Paraná (Brasil, Paraguai e Argentina) / Jorge Laço Portinho. - Botucatu, 2011

Dissertação (mestrado) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade
Estadual Paulista, 2011

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Capes: 20400004

1. Cladocera. 2. Copepoda 3. Rotifera

Palavras-chave: Distribuição longitudinal; Reservatórios; Rios; Variáveis físicas,
químicas e biológicas; Zooplâncton.

Sonhe, Lute, Insista, Persista,
Conquiste...

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira pela orientação, apoio, e convívio nesses últimos dois anos. Muito obrigado pela oportunidade!

À CAPES pela bolsa de estudos concedida;

Ao pessoal da secretária de pós-graduação Lucilene, Herivaldo e demais por todo o auxílio prestado.

À Juliana -“Ju” secretária do departamento de Zoologia pela sua inigualável competência. E também ao Flávio, Silvio e Hamilton pelo apoio no laboratório e materiais.

Aos meus pais Sr. Jorge Portinho e Dona Gregoria e meus irmãos Beto e Nando e toda a minha família, pelo carinho, apoio, atenção, dedicação... Vocês fazem toda a diferença na minha vida! os quase 1.000 km nunca me distanciaram de vocês.

À Fernanda Gamaro pelo seu amor, carinho, apoio, atenção, conselho, compreensão e companheirismo em quase um terço da minha vida!

Aos meus amigos de Foz do Iguaçu os quais tenho certeza que posso contar com eles! "piaçada" um forte abraço;

Aos meus amigos de graduação da Faculdade Uniamérica, foram quatro anos de vários momentos especiais. Em especial à professora Dayne Rossa que me apresentou na disciplina de Ecologia, um pouco sobre os estudos em ecologia de águas continentais.

À toda equipe de pesquisa do Parque Nacional do Iguaçu – PNI e Macuco Safari, pela ajuda na logística do trabalho.

Ao pessoal do Laboratório de Ecologia Aquática Silvia, Fabi, Ju Pomari, Carol, Rose, Miriam, Pati “pitot” e Pati “Matsura”, Érika, Rosa, Ana Maria, Paula, Gilmar, Danilo, Mateus, Zé Roberto, Ricardo, Rafa, Daniel, Marco Aurélio, pela amizade, incentivo, apoio, atenção. Obrigado pessoal!

Um abraço à “família Kissassa” Marcião, João, Helan, Gigi, Bife, Bob, Mel e agregados, pelos churrasquinhos, pelas risadas, partidas de futebol e companheirismo. Aos “boleiros” de segunda e quarta-feira, pelos dribles e os lindos gols marcados!!

Por fim, agradeço a todos que contribuíram na realização deste trabalho.

Peço desculpas, se eu esqueci de alguém...

Sumário

1– <u>Introdução</u>	1
1.2 Hipótese	6
2 – <u>Materiais e Métodos</u>	7
2.1 – Área de Estudo	7
2.2 – Procedimentos de amostragem do zooplâncton e variáveis limnológicas	12
2.2.1 – Zooplâncton	12
2.2.2 – Variáveis físicas e químicas	14
2.3 – Análises estatísticas – Média, Desvio padrão, Teste ANOVA “two-way”, Análises de agrupamento por similaridade “Cluster”	15
2.3.1 – Análises de componentes principais (ACP)	15
2.3.2 – Análises de Correspondência Canônica (ACC)	17
Variáveis físicas e químicas	
4 – <u>Resultados das variáveis físicas e químicas</u>	18
4.1 – Variáveis físicas e químicas	18
4.1.1 – Vazão defluente	20
4.1.2 – Pluviosidade	21
4.1.3 – Velocidade de corrente	22
4.1.4 – Temperatura do ar e da água	23
4.1.5 – Transparência da água, turbidez e profundidade	25
4.1.6 – pH	27
4.1.7 – Oxigênio dissolvido	28
4.1.8 – Condutividade elétrica	29
4.1.9 – Material em suspensão na água (frações orgânicas e inorgânicas)	30
4.1.10 – Nitrogênio total	32
4.1.11 – Fósforo total	33
4.1.12 – Silicato	34
4.1.13 – Clorofila-a	35
4.2 – Análise de Componentes Principais (ACP): variáveis físicas e químicas	36
4.3 – Discussão	39
Assembléias zooplanctônicas	
5 – <u>Assembléias zooplanctônica</u>	48

5.1 – Composição e riqueza de espécies (Copepoda, Cladocera e rotifera)	48
5.1.1 – Riqueza - Resultados da ANOVA "two-way" (Copepoda, Cladocera e Rotifera)	54
5.1.2 – Abundância (total e relativa) de Copepoda, Cladocera e Rotifera	57
5.1.3 – Abundância – Resultados da ANOVA “two-way” (Copepoda Cladocera e Rotifera)	60
5.2 – Abundância absoluta e relativa de Copepoda	62
5.2.1 – Resultados da ANOVA “two-way”	68
5.3 – Abundância absoluta e relativa de Cladocera	73
5.3.1 – Resultados da ANOVA “two-way”	75
5.4 – Abundância absoluta e relativa de Rotifera	78
5.4.1 – Resultados da ANOVA “two-way	81
5.5 – Diversidade e Equitabilidade	85
5.6 – Análise estatística e relação com as variáveis limnológicas	87
5.6.1 – Análise de agrupamento “Cluster”	87
5.6.2 – Análise de Correlação Canônica (ACC)	89
5.7 – Discussão	95
6 – <u>Conclusão</u>	105
7 – <u>Referências Bibliográficas</u>	107
8 – <u>Anexos</u>	118

Lista de Tabelas

páginas

Tabela 1. Valores das variáveis físicas e químicas para os pontos de coleta, durante os períodos de amostragem seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010); I= inverno e V= verão.

19

Tabela 2. Correlações das variáveis limnológicas com os componentes principais PC1 e PC2 (n=15).

38

Tabela 3. Composição do zooplâncton (Cladocera, Copepoda e Rotifera) e frequência de ocorrência (F%) dos táxons nos pontos de amostragem durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). As espécies são consideradas constantes*** quando $F \geq 50\%$, comuns** quando $10\% < F \leq 49\%$ e raras* quando $F \leq 10\%$. + indica presença.

49

Tabela 4. Abundância total (médias entre os pontos) das formas jovens (náuplios e copepoditos) e adultas do grupo Copepoda (Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida), para todos os pontos de amostragem..

63

Tabela 5. Resultados da ANOVA "two-way" (F e p) para a abundância total das espécies de Copepoda que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os pontos de amostragem e durante o período de coleta (seco e chuvoso). *Não apresentaram variação significativa ($p < 0,05$).

69

Tabela 6. Resultados da ANOVA "two-way" (F e p) para a abundância total das espécies de Cladocera que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os pontos de amostragem e períodos de coleta. *Não apresentaram variação significativa ($p < 0,05$).

75

Tabela 7. Resultados da ANOVA "two-way" (F e p) para a abundância total das espécies de rotifera que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os pontos de amostragem e período de coleta (seco e chuvoso). *Não apresentaram variação significativa ($p < 0,05$).

81

Tabela 8. Abundância total (média entre as réplicas) das espécies de Copepoda, Cladocera e Rotifera nos diferentes pontos de amostragem e durante os períodos seco e chuvoso.

118

Tabela 9. Gêneros e famílias de Cladocera relatados como dominantes em termos de abundância nas águas dos rios de maior porte em todo o mundo (Viroux, 2002, modificado).

99

Lista de Figuras

páginas

Figura 1-A Reservatório de Itaipu Binacional; -B rio Paraná; 1-C rio Iguaçu. 1-D vista das foz dos rios Monday-PY e Iguaçu-Br; 1-E ; rio Iguaçu-BR. 1F Monday-PY	9
Figura 2- Localização da área de estudos e pontos de amostragem.	11
Figura 3. Valores de vazão defluente do reservatório de Itaipu nos meses de julho/2009 (período seco) e janeiro/2010 (período chuvoso) e registros históricos de vazões máximas e mínimas para os meses considerados. Fonte:www.itaipu.gov.br	20
Figura 4. Valores médios de pluviosidade (m/s) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010).	20
Figura 5. Valores médios da velocidade de corrente (m/s) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010).	22
Figura 6. Valores da temperatura do ar e da água nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).	23
Figura 7. Valores de profundidade e transparência da água nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).	26
Figura 8. Valores do pH registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010).	27
Figura 9. Valores da concentração de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010).	28
Figura 10. Valores da condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}^{-1}$) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010).	29
Figura 11. Valores de material em suspensão (mg L^{-1}) registrado nos pontos de amostragem, durante o período seco (inverno 2009).	31
Figura 12. Valores de material em suspensão (mg L^{-1}) registrado nos pontos de amostragem, durante o período chuvoso (verão 2010).	31
Figura 13. Valores da concentração de nitrogênio total ($\mu\text{g L}^{-1}$) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010).	32
Figura 14. Valores da concentração de fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010).	33

Figura 15. Valores de concentração de Silicato (mg L^{-1}) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010). **34**

Figura 16. Valores da concentração de clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) chuvoso (verão 2010). **35**

Figura 17. Biplot da ACP (eixos 1 e 2) dos pontos de amostragem com as variáveis limnológicas estudadas. Nos pontos o -I indica período seco, e -V o chuvoso. Para os vetores: Clor= clorofila a, SiO_4 = Silicato, Cond= condutividade, Turb= turbidez, $T(\text{H}_2\text{O})$ = temperatura da água, Transp.= transparência da água, NT= nitrogênio total, PT= fósforo total, Vel.= velocidade de corrente, Prof.= profundidade, MT= material em suspensão, sendo MO= frações orgânicas e MI= frações inorgânicas. **37**

Figura 18. Riqueza de espécies do zooplâncton, considerando os grupos de Cladocera, Copepoda e Rotifera, nos pontos de amostragem dos rios Paraná, Iguaçu e Monday, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **54**

Figura 19 (A e B). Valores médios e desvios padrão ($n=27$, $p<0,05$) da riqueza de espécies de Copepoda (A) e Cladocera (B), considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. **55**

Figura 20 (A, B e C). Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) da riqueza de espécies de Copepoda (A), Cladocera (B) e Rotifera (C), considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferença entre as escalas. **56**

Figura 21. Abundância total (valor médio entre as réplicas) do zooplâncton nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **58**

Figura 22. Abundância relativa dos três grupos do zooplâncton (Copepoda, Cladocera e Rotifera) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **59**

Figura 23 (A e B). Variações da média e desvio padrão ($n= 27$, $p<0,05$) na abundância total para Cladocera (A) e Rotifera (B), considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Notar diferenças entre as escalas. **60**

Figura 24 (A, B e C). Variações da média e desvio padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total de espécies de Copepoda (A), Cladocera (B) e Rotifera (C), considerando o

conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferenças entre as escalas. **61**

Figura 25. Abundância total (valores médios entre as tréplicas) para a subclasse Copepoda nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **63**

Figura 26. Abundância relativa do grupo Copepoda – relação Calanoida e Cyclopoida, nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **65**

Figura 27. Abundância relativa das formas de Cyclopoida (náuplio, copepodito e adulto) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **67**

Figura 28. Abundância relativa das formas de Calanoida (náuplio, copepodito e adulto) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **67**

Figura 29. Valores médios e desvios padrão ($n=27$, $p<0,05$) na abundância total de náuplios de Cyclopoida, considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. **70**

Figura 30. (A e B). Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total de náuplios e copepoditos (Copepoda), considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Ncal= Náuplio de Calanoida; Ncyc= Náuplio de Cyclopoida; Ccal= Copepodito de Calanoida; Ccyc= Copepodito de Cyclopoida. Notar escala da figura. **70**

Figura 31. Valores médios e desvios padrão ($n=27$, $p<0,05$) na abundância total de Copepoda (Cyclopoida e Calanoida), considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Notar diferença entre as escalas. **71**

Figura 32. Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância das espécies de Copepoda (Calanoida e Cyclopoida), considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferença entre as escalas. **72**

Figura 33. Abundância total (valores médios entre as trélicas) para Cladocera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **73**

Figura 34. Abundância relativa das famílias de Cladocera nos pontos de amostragem, nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **74**

Figura 35. Valores médios e desvios padrão ($n=27$, $p<0,05$) na abundância para as espécies de Cladocera, considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Notar diferença entre as escalas. **76**

Figura 36. Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total das espécies de Cladocera, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferença entre as escalas. **77**

Figura 37. Abundância total (valores médios entre as trélicas) para Rotifera nos pontos de amostragem, nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **78**

Figura 38. Abundância relativa das famílias de Rotifera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010) **80**

Figura 39. Valores médios e desvios padrão ($n=27$, $p<0,05$) na abundância total das espécies da família Lecanidae e Synchaetidae, considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Lham= *Lecane hamata*; Llun= *Lecane lunaris*; Lec.sp.= *Lecane* sp. Ssty= *Synchaeta stylata*; Spec= *Synchaeta pectinata*; Pvul= *Polyarthra vulgaris*. **82**

Figura 40. Valores médios e desvios padrão ($p<0,05$) na abundância total das espécies da Família Brachionidade, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Kcoch= *Keratella cochlearis*; Kctec= *Keratella cochlearis tecta*; Pquad= *Platytia quadricornis*; Ttret= *Trichotria tetractis*. **83**

Figura 41. Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total das espécies da Família Lecanidae, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Lhama= *Lecane hamata*; Ldec= *Lecane decipiens* cf.; Lecsp.= *Lecane* sp. **83**

Figura 42. Valores médios e desvios padrão (n=6, $p<0,05$) na abundância total das espécies da Família Synchaetidae, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Ssty= *Synchaeta stylata*; Spec= *Synchaeta pectinata*; Pvul= *Polyarthra vulgaris*. **84**

Figura 43. Variação da diversidade de Shannon-Wiener (bits.ind^{-1}) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **86**

Figura 44. Valores de Equitabilidade (J') nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **86**

Figura 45. Dendograma obtido pela UPGMA, representando a similaridade entre os pontos de amostragem (Morisita-Horn) baseado na abundância e composição de Copepoda, Cladocera e Rotifera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **88**

Figura 46. “Biplot” resultantes das análises de correspondência canônica entre as variáveis limnológicas e a abundância total de Copepoda nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (Inverno 2009) e chuvoso (Verão 2010). Figura A= formas adulta; Figura B= formas jovens **91**

Figura 47. “Biplot” resultantes das análises de correspondência canônica entre as variáveis limnológicas e a abundância total de cladóceros nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **93**

Figura 48. “Biplot” resultantes das análises de correspondência canônica entre as variáveis limnológicas e a abundância total de Rotifera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). **94**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição longitudinal e os atributos ecológicos das assembléias zooplancônicas (Copepoda, Cladocera e Rotifera) e as variáveis limnológicas na zona lacustre do reservatório de Itaipu, trecho do rio Paraná a jusante e desembocadura dos rios Iguaçu e Monday, os quais não sofrem influência de barragem. Para tanto, foram realizadas coletas em dois períodos distintos: período seco (inverno 2009) e período chuvoso (verão 2010), em nove estações de amostragem: uma em ambiente lântico, a montante da barragem de Itaipu, seis no rio Paraná, uma na foz do rio do Monday – Paraguai, e outra na foz do rio Iguaçu – Brasil/Argentina. Foram obtidas amostras de qualitativas, através de arrastos horizontais, e quantitativas (trélicas), através de arrastos verticais de 20 m (1.143 litros), ambas com rede de 50 μ m. Os seguintes parâmetros físicos e químicos da água foram medidos na região de superfície e meio do canal dos rios: transparência, temperatura, velocidade, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), nitrogênio total, fósforo total, silicato dissolvido e biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*). Para auxiliar na interpretação dos dados determinou-se a riqueza de espécies (S), o índice de Shannon-Wiener (H'), a Equitabilidade de Pielou (J'). Foram feitas ainda análises de componentes principais (ACPs), de correspondência canônica (ACCs), de agrupamento por similaridade (UPGMA) e de variância ANOVA “two-way”, todas estas baseadas na abundância e composição dos microcrustáceos e rotíferos. As ACPs indicaram a separação dos pontos entre os períodos (seco e chuvoso) e as variáveis limnológicas atuantes na diferenciação. A região a jusante da barragem de Itaipu, no rio Paraná, foi distinta dos rios Iguaçu e Monday. Observou-se que estes dois últimos pontos contribuem com os valores de cargas de nutrientes e sedimentos para o rio Paraná, principalmente no período seco. Quanto à composição taxonômica, foram registrados 71 táxons, entre Rotifera (38), Cladocera (20) e Copepoda (13). Formas jovens (náuplios e copepoditos) de Copepoda exibiram maior abundância em ambos os períodos de estudos. Em geral, a maior diversidade (H') foi encontrada nos pontos a jusante da barragem de Itaipu. A equitabilidade (J') sugeriu tratar-se de assembléias relativamente uniformes na maioria dos pontos e período amostrados. A riqueza de espécies diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os períodos amostrados para Copepoda e Cladocera (ANOVA “two-way”), já entre os pontos de amostragem todos os três grupos apresentaram diferenças significativas. Quanto à abundância, a maioria dos táxons de Copepoda, Cladocera e Rotifera diferiram significativamente entre os período e pontos amostrados. A análise de agrupamento (“Cluster”) separou os rios Iguaçu e Monday (ambientes lóticos), das regiões a montante e a jusante da barragem de Itaipu no rio Paraná. Através das ACCs detectou correlações entre os períodos de amostragem com os ambientes estudados, como também a separação entre os grupos do zooplâncton adaptados a ambientes lânticos e lóticos. Por fim, um dos principais fatores que influenciaram na distribuição longitudinal e estruturação da comunidade zooplancônica estudada foi a mudança nas condições hidrológicas, tendo em vista que o aumento no nível do reservatório e da vazão defluente, favorece a exportação de espécies a jusante, provenientes de diferentes compartimentos do reservatório.

Palavras chave: Distribuição longitudinal; reservatórios; rios; variáveis físicas, químicas e biológicas; zooplâncton.

ABSTRACT

The aim of the study was to analyze the longitudinal distribution and ecological attributes of the zooplankton assemblages (Copepoda, Cladocera and Rotifera) and the limnological variables in the Itaipu Reservoir and Paraná River stretch downstream the dam –and Iguazu and Monday Rivers. Samples were collected in two distinct periods: dry season (winter 2009) and rainy season (summer 2010), in nine sampling stations: one site in lentic environment upstream of the Itaipu Dam, six sites in the Paraná River, one site in the mouth of Monday River – Paraguay River, and one site in the mouth of the Iguazu River - Brazil/Argentina. The zooplankton was collected (treplicates) through vertical hauls (20 m depth; 1,143 liters), for quantitative analyses, and through horizontal throws for qualitative analyses, both with a 50 µm plankton net. The following physical and chemical water parameters were measured on the surface water, in the middle of the river channel: transparency, temperature, water speed, pH, dissolved oxygen, conductivity, turbidity, suspended matter (organic and inorganic fractions), total nitrogen, total phosphorus, dissolved silicate and phytoplankton biomass (chlorophyll a). In order to improve the data interpretation it was calculated the species richness (S), Shannon-Wiener index diversity (H') and Pielou evenness (J'). It was also performed Principal Component Analyses (PCAs), Canonical Correspondence Analyses (CCAs), cluster analyses (UPGMA) and variance analyses (ANOVA two-way), all of them based on the abundance and composition of microcrustaceans and rotifers. The ACPs indicated the separation of sites between the seasonal periods and limnological variables interfering in the distributions. Sites downstream the Itaipu Dam, in the Parana River, were distinct from the ones in Iguazu River and Monday River. These last two sites contributed to the increase in the nutrients and sediments in the Parana River, especially during the dry season. In terms of the fauna taxonomic composition, 71 taxa were recorded, among Rotifera (38), Cladocera (20) and Copepoda (13). Nauplii and copepodites of Copepoda exhibited the highest abundance in both study periods. In general, higher diversity of Shannon Wiener (H') was found in sites downstream of Itaipu Dam. The evenness (J') suggested assemblages are relatively uniform in most of the sites and periods. Species richness differed significantly ($p < 0.05$) between sampling periods for Cladocera and Copepoda (ANOVA two-way) and among the sampling points for all the three groups. The abundance of most taxa of Copepoda, Cladocera and Rotifera differed significantly between the period and sites. The cluster analysis separated the Iguazu and Monday Rivers (lotic) from the regions upstream and downstream of Itaipu in the Paraná River. The ACCs detected correlations between the sampling periods and the study sites, and also separate the groups of zooplankton according to the lentic and lotic environments. Finally one of the main factors influencing the longitudinal distribution and structure of the zooplankton community in this work were the hydrological conditions. The increase of the reservoir water level and the released flow promote the downstream exportation of species from different reservoir compartments.

Keywords: Longitudinal distribution; reservoirs; rivers; variables physical, chemical and biological; zooplankton.

1

Introdução

O Brasil possui uma extensa rede hidrográfica, a qual constitui um importante recurso natural para o país. Nesta abundância hídrica, o Amazonas se destaca por ser o maior rio da América do Sul (6.937,08 km) e o rio Paraná – extensão de 4.695 km, é o mais importante das regiões sul e sudeste (Steveaux *et al.*, 2004). Dentre as demandas e os usos múltiplos dessas águas, a agricultura representa 56% dos recursos hídricos consumidos, seguida do uso doméstico, industrial e dessedentação animal. Cabe ressaltar ainda os imensos potenciais hidroelétrico, pesqueiro, de irrigação, turísticos, culturais e de biodiversidade (Agostinho *et al.*, 2007; Annel, 2007).

Do ponto de vista da utilização dos recursos hídricos no Brasil, a geração de eletricidade tem sido vista como prioritária, devido ao crescimento econômico e demográfico da população brasileira, que deve atingir 253 milhões de habitantes em 2030 (Agostinho *et al.*, 2007; Annel, 2007). Desde a revolução industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos, são diretamente influenciadas pela disponibilidade de energia elétrica (Froelich, 2001).

Na região centro-sul do Brasil, o rio Paraná, principal rio da bacia da Prata (Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina), é formado pela confluência dos rios Parnaíba e Grande, entre os estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo. As águas do rio Paraná são oriundas de uma ampla rede de drenagem, das encostas dos Andes, a oeste, até a Serra do Mar, nas proximidades da costa atlântica (Agostinho *et al.*, 2004).

Por drenar as regiões mais populosas da América do Sul, ao longo do seu percurso suas águas são destinadas a diversas finalidades, como atividades recreativas, navegação, industriais, e reservatórios para abastecimento público e usinas hidrelétricas de grande e médio porte – Usina hidrelétrica de Jupiá, Ilha Solteira, Porto Primavera em território brasileiro, e duas binacionais, Itaipu (local de estudo), fronteira entre o Brasil e o Paraguai, e Yacyretá, fronteira entre o Paraguai e a Argentina (Agostinho *et al.*, 2004).

As intensas atividades humanas na bacia do rio Paraná, relacionadas à elevada carga de nutrientes oriundas dos esgotos domésticos, biocida de atividades agrícolas, desmatamento e a construção de reservatórios, como o de Itaipu Binacional concluído

em outubro de 1982 e com uma superfície de 1.350 km², têm conseqüências na esfera econômica, política e social (Froelich, 2001; Agostinho *et al.*, 1999, 2002).

De acordo com Vannote *et al.* (1980), os rios possuem um gradiente contínuo de condições ambientais. São ecossistemas cujo funcionamento se define em resposta a uma série de padrões e processos dinâmicos, em distintas dimensões espaciais (longitudinal, horizontal e vertical) e temporais, determinando uma sucessão de características fisiográficas, físicas e químicas e bióticas. Nas últimas décadas importantes hipóteses e teorias foram consolidadas sobre a ecologia de ecossistemas fluviais (Vannote *et al.*, 1980; Elwood *et al.*, 1983; Ward & Stanford, 1983; Frissel *et al.*, 1986; Ward, 1989; Townsend, 1989; Junk *et al.*, 1989; Ward & Stanford, 1995). O avanço conceitual auxilia no entendimento dos processos funcionais e estrutura desse tipo de ambiente aquático.

Os primeiros reservatórios conhecidos foram construídos há 8.000 anos, nos rios Tigre e Eufrates que drenam a antiga região da Mesopotâmia. Tais sistemas se destinavam à reserva hídrica e projetos de irrigação. Atualmente, a América do Sul, em especial o Brasil, é a região com maior tendência de aumento no número de grandes reservatórios para a produção de energia elétrica (Tundisi, 2003; Carvalho, 2006). Apesar disso, estudos sobre as modificações à jusante desses empreendimentos em grandes rios tropicais não são tão frequentes como em regiões temperadas (Brandt, 2000; Latrubesse *et al.*, 2005).

A construção de reservatórios trás como consequência alterações no funcionamento dos ecossistemas lóticos - características limnológicas físicas, químicas e biológicas, pois rompe o gradiente contínuo dos rios. Em rios represados ocorrem mudanças longitudinais, devido à descontinuidade serial¹ promovida pela condição de alagamento e regime de operação do sistema (Ward, & Stanford, 1983; Agostinho *et al.*, 1997; Tundisi, 2004; Nogueira *et al.*, 2006; Naliato *et al.*, 2009).

Ward & Stanford (1983) propuseram o conceito de Descontinuidade Serial a partir da análise de rios que são represados. Nesse caso ocorrem mudanças, tanto a jusante como a montante, nos processos bióticos e abióticos, com intensidades diferenciadas de acordo com a posição da barragem no rio. Posteriormente, este conceito foi revisto pelos mesmos autores e sua abrangência ampliada, de modo a

¹ Ward, J.V. & Stanford, J.A. 1983. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. Em Fontaine, T.D. & Bartell, S.M. (eds.) Dynamics of lotic ecosystems, Ann Arbor Science, Ann Arbor Michigan. 29-42p.

considerar as interações entre o rio e sua planície de inundação (Ward & Standford, 1995).

Nesse sentido, as mudanças nos gradientes longitudinais das massas de água refletem-se na estrutura e composição das comunidades bióticas. Os organismos aquáticos em ecossistemas fluviais (lóticos) são influenciadas por diversos fatores ambientais, destacando-se a velocidade da correnteza e o tipo de substrato, sendo a fauna de invertebrados dominada por organismos bentônicos, enquanto que a fauna de vertebrados aquáticos é dominada por peixes (Allan, 1995). Tais grupos zoológicos são bem adaptados a condições de fluxo unidirecional (Vannote *et al.*, 1980; Elwood *et al.*, 1983; Townsend, 1989).

Em ecossistemas lênticos, como lagos e reservatórios, segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), as comunidades que habitam a coluna da água são influenciadas pelas variações nas características físicas e químicas, como gradientes de distribuição de luz, nutrientes, temperatura e gases, sendo essas variáveis dependentes da morfometria, dos influxos dos tributários e das condições climatológicas e hidrológicas.

Thornton (1990) propõe um modelo de zonação longitudinal dos reservatórios dividindo-os em zonas lótica (fluvial), intermediária e lêntica (lacustre). No entanto, há carência de estudos na região jusante detalhando os processos que ocorrem nessas regiões. Assim, é possível encontrar em reservatórios uma compartimentalização da sua área de montante com distintas características, fato atribuído à variação horizontal de parâmetros limnológicos. Essa zonação em reservatórios tropicais é multidimensional e influenciada pela entrada de tributários e pelo tempo de residência diferenciado de cada braço do reservatório (Nogueira 2000, 2001; Pinto-Coelho *et al.*, 2005).

Em ambientes represados, principalmente nos primeiros anos de formação do lago, um efeito inevitável é a alteração na abundância e composição de espécies, com a eventual eliminação de alguns componentes. A ictiofauna fluvial, principalmente os migradores reprodutivos, tende a diminuir, enquanto outras espécies persistem e podem até incrementar suas densidades (Winston *et al.*, 1991, Agostinho *et al.*, 1992). No caso do zooplâncton há uma rápida colonização e alta reprodução, contribuindo para a manutenção das populações (Marzolf, 1990).

Nos ambientes limnéticos a base da cadeia alimentar provém fundamentalmente do fitoplâncton e as assembléias zooplânctônicas assumem papel importante na estrutura e funcionamento desses ecossistemas aquáticos, transferindo, através das

cadeias alimentares, massa e energia de produtores para níveis tróficos superiores (Margalef, 1983; Esteves, 1998; Odum, 2004; Roche & Rocha, 2005).

É importante considerar que, os ambientes lênticos à montante das barragens funcionam como fonte de organismos planctônicos, tipicamente pelágicos, que são exportados à jusante e podem servir de base para as teias alimentares, principalmente de macroinvertebrados e peixes (Armitage & Capper, 1976; Akoppian *et al.*, 1999; Doi *et al.*, 2008; Perbiche-Neves & Nogueira, 2010).

O zooplâncton é composto por animais que possuem como habitat a coluna da água, incluindo protistas e vários grupos de metazoários, destacando-se os rotíferos, cladóceros e copépodes. Além do papel relevante nas cadeias alimentares aquáticas, a estrutura das assembléias de organismos zooplânctônicos também pode indicar mudanças na qualidade da água (Rietzler & Espíndola, 1998; Matsumura-Tundisi, & Silva, 1999; Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003; Sendacz *et al.*, 2006).

Os rotíferos podem apresentar diferentes hábitos alimentares, encontrando-se carnívoros, onívoros e herbívoros. Os mesmos são dióicos e na maioria dos casos com dimorfismo sexual. Contudo, as populações são geralmente constituídas por fêmeas partenogênicas (Esteves, 1998; Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003).

Os copépodes habitam diferentes ambientes aquáticos como rios, lagos, bromélias, águas salobras e salgadas. Estes são animais essencialmente filtradores, tendo o fitoplâncton como sua principal fonte de alimento, sua locomoção é realizada por apêndices encontrados no seu corpo e sua reprodução é sexuada (Esteves, 1998; Matsumura-Tundisi & Silva, 1999).

Os cladóceros alimentam-se geralmente de fitoplâncton e perifiton associado à macrófitas aquáticas e outros substratos, vivendo na região litorânea e pelágica de águas lênticas. Sua locomoção ocorre em formas de saltos e a reprodução se dá por partenogênese (Esteves, 1998). Geralmente ocorrem em maior número de espécies quando comparados aos copépodes. Essa diversidade pode ser encontrada principalmente nas regiões litorâneas de lagos e reservatórios, junto aos bancos de macrófitas aquáticas. São organismos filtradores e sua alimentação está baseada no fitoplâncton e detritos orgânicos. Apresentam elevadas taxas de crescimento e respondem rapidamente aos impactos que alteram as condições físicas e químicas da água. Em ambientes lóticos são encontradas várias famílias de cladóceros, com destaque para os Bosminidae (Elmoor-Loureiro, 1997; Esteves, 1998).

A distribuição espacial das espécies zooplanctônicas de águas continentais é amplamente discutida, principalmente para os ambientes lênticos. Essa distribuição mostra grande complexidade ecológica, podendo ser influenciada por comportamentos migratórios, evolutivamente selecionados, e fatores ambientais relacionados à coluna de água (Wetzel, 1990; Nogueira, 2001; Sendacz & Monteiro Junior, 2003).

Relatos de estudos de organismos zooplanctônicos em ecossistemas lacustres e planícies de inundação têm sido frequentes na literatura mundial, incluindo trabalhos realizados no país (Huszar & Esteves, 1988; Guntzel, 2000; Nogueira 2001; Matsumura-Tundisi, 2003; Sendacz e Monteiro Junior, 2003; Lansac-Tôha, 2004; Velho *et al.*, 2005; Bonecker *et al.*, 2005; Taniguchi *et al.*, 2005; Paiva *et al.*, 2006; Nogueira *et al.*, 2008). No entanto, informações sobre a estrutura e composição do zooplâncton em rios ou jusantes dos reservatórios ainda são escassas.

São várias as hipóteses relacionadas à perpetuação do zooplâncton em ambientes lóticos. Nos ambientes lóticos turbulentos o zooplâncton apresenta menor densidade, em comparação aos ambientes lênticos, e há predominância de rotíferos e náuplios de Copepoda (Paggi & Paggi, 2007), sendo a vazão (descarga) o principal fator que impede o desenvolvimento e consequente permanência dos organismos maiores (Wetzel, 2001).

Segundo Esteves (1998), o zooplâncton possui pouca capacidade natatória, insuficiente para vencer a correnteza das águas. O fato da biomassa do zooplâncton em ambientes fluviais ser dominada por formas pequenas de cladóceros, protistas, jovens de copépodes e rotíferos se deve ao curto tempo de geração destes organismos (Robertson, 1984). Outros possíveis fatores que interferem na estrutura das assembléias zooplanctônicas são a predação seletiva por pequenos peixes e invertebrados filtradores, além da elevada turbidez (Arcifa & Northcote, 1997; Akopian *et al.*, 1999; Meschiatti & Arcifa, 2002; Viroux, 2002).

No presente estudo foi feita uma análise da distribuição das assembléias zooplanctônicas (Cladocera, Copepoda e Rotifera) na zona da barragem do reservatório de Itaipu e trecho a jusante da barragem no rio Paraná, incluindo as zonas de desembocadura dos principais tributários (Iguaçu e Monday). Simultaneamente, foram medidas as variáveis limnológicas da água - transparência, temperatura, velocidade, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), nitrogênio total, fósforo total, silicato e biomassa fitoplanctônica (clorofila *a*).

1.2 _____

Hipótese

Esta pesquisa sobre as assembléias zooplanctônicas (Cladocera, Copepoda e Rotifera) e as variáveis limnológicas transparência, temperatura, velocidade de correnteza, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, material em suspensão, nitrogênio total, fósforo total, silicato e biomassa fitoplanctônica - clorofila *a* foi baseada nas seguintes hipóteses:

(i) Os parâmetros físicos e químicos da água diferem temporalmente, entre os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010), e espacialmente, no gradiente longitudinal entre a zona da barragem de Itaipu, rio Paraná a jusante e zona de influência dos rios tributários – Iguaçu e Monday.

(ii) A estrutura das assembléias zooplanctônicas difere temporalmente, entre os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010), e espacialmente, no gradiente longitudinal entre a zona da barragem de Itaipu, rio Paraná a jusante e zona de influência dos rios tributários – Iguaçu e Monday.

2

Materiais e Métodos

2.1

Área de Estudo

O rio Paraná, segundo Steveaux *et al.* (2004), possui uma extensão de 4.695 km, é formado pela confluência dos rios Grande e Parnaíba (no centro-sul do Brasil) desembocando no estuário do rio da Prata, após o aporte do rio Uruguai, próximo a Buenos Aires. A sua vazão na foz é de 16.000 m³/s e ao longo de seu percurso encontram-se reservatórios com usinas hidrelétricas de grande e médio porte – usinas hidrelétricas de Jupiá, Ilha Solteira e Porto Primavera, em território brasileiro, e duas usinas binacionais, ITAIPU (local de estudo) na fronteira entre o Brasil e o Paraguai e Yacyretá na fronteira entre o Paraguai e a Argentina.

O reservatório de Itaipu Binacional encontra-se na divisa entre o Brasil e o Paraguai, entre os paralelos 24°05' e 25°33' de latitude sul e os meridianos 54°00' e 54°57' de longitude oeste. Apresenta uma superfície de 1.350 km² em sua cota média de operação (220m), sendo 625 km² no Brasil e 835 km² no Paraguai. Estende-se por 151 km e separa, na região de montante, as cidades de Guairá (BR) - Salto del Guayrá (PY). O tempo médio de residência da água neste reservatório é de 40 dias, e velocidade de corrente pode chegar a 0,6m/s (Agostinho *et al.*, 1999).

O rio Iguaçu é um dos grandes tributários da margem esquerda do rio Paraná. Nasce na frente ocidental da Serra do Mar, região de Curitiba (PR) e percorre um trecho de 910 km até desaguar no rio Paraná (Steveaux *et al.*, 2004). Nos últimos 30 anos foi construída uma série de barragens no seu canal principal (reservatórios de Foz da Areia, Segredo, Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias) com o objetivo de produzir energia elétrica.

Além dos reservatórios, o rio Iguaçu se destaca pela presença das Cataratas do Iguaçu, formadas a 120 milhões de anos sobre rochas basálticas representantes do maior derrame de lavas vulcânicas basálticas já ocorrido na Terra, durante o Cretáceo (www.mineropar.pr.gov.br) (01/12/08). As comunidades aquáticas presentes no rio, destacando-se a fauna de peixes, parecem apresentar elevado grau de endemismo. Em grande parte isto se deve à grande heterogeneidade ambiental na bacia e também ao

isolamento geográfico proporcionado pelas Cataratas do Iguaçu (Agostinho, *et al.*, 1997; Garavello *et al.*, 1997).

O rio Monday é um dos tributários da margem direita do rio Paraná, em território paraguaio. Este desemboca aproximadamente 1,5 km abaixo da foz do rio Iguaçu, e em seu trecho superior possui uma pequena central hidroelétrica desativada. No trecho inferior o rio Monday possui 3 quedas de aproximadamente 40m de altura, o “Salto Monday”. Não há trabalhos de pesquisas publicados a respeito da fauna e qualidade da água desse rio (<http://www.itaipu.gov.py>).

Os trechos estudados (Figuras 1) se situam na região de transição entre o alto e o médio rio Paraná, localizados no centro da bacia do rio da Prata. Uma estação de coleta está posicionada à montante da barragem de Itaipu (estação B/ita), zona lacustre do reservatório, e mais seis estações de coleta a jusante do reservatório (estações P1; P2; P3; P4; P5; P6), distanciadas entre si a cada 5 km, totalizando um transecto com extensão aproximada de 30 km. Outras duas estações de coleta estão localizadas na foz do rio Iguaçu - Brasil/Argentina (R Igua) e na foz do rio Monday - Paraguai (R Mon), respectivamente, totalizando nove pontos de coleta (Figura 2).



Figura 1-A Reservatório de Itaipu Binacional



Figura 1-B rio Paraná; **1-C** rio Iguaçu. **1-D** vista das foz dos rios Monday-PY e Iguaçu-Br; **1-E**; rio Iguaçu-BR. **1-F** rio Monday-PY.

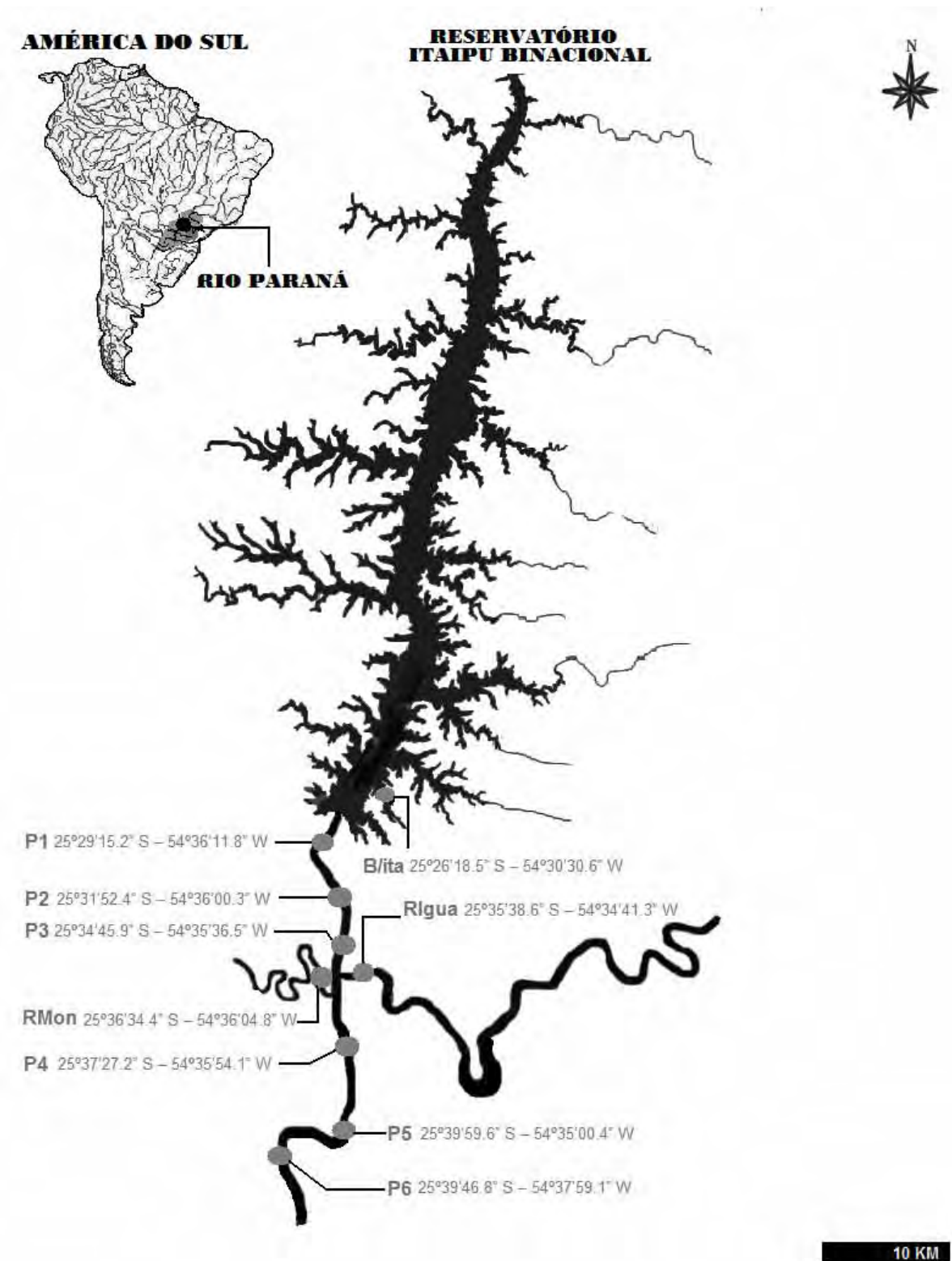


Figura 2 – Localização da área de estudo e pontos de amostragem.

2.2

Procedimento de amostragem do zooplâncton e das variáveis limnológicas

2.2.1

Zooplâncton

As amostragens para a execução do estudo foram realizadas nos meses de julho de 2009, período seco, e janeiro de 2010, período chuvoso. Em cada uma das estações de coleta foram obtidas três amostras (tréplicas) destinadas às análises quantitativas e uma amostra para fins qualitativos, totalizando quatro amostragens por estação de coleta. As amostras foram coletadas no canal central do rio (exceto no ponto denominado B/ita). Considerando-se os dois períodos de estudo, foi coletado um total de 72 amostras.

As amostras de zooplâncton foram coletadas com uma rede cônica de 50 μm de abertura de malha, por meio de arrastos verticais ao longo da coluna da água. Procurou-se padronizar a profundidade dos arrastos em 20m, correspondendo a aproximadamente 1.143 litros/amostra. A quantidade de água filtrada foi estimado através do cálculo do volume do cilindro ($V = \pi \cdot r^2 \cdot h$), considerando o raio (r) da boca da rede (0,15m) e a distância que esta foi arrastada verticalmente (h) (m). A rede contou com um peso acoplado em sua extremidade inferior a fim de garantir a manutenção do seu posicionamento vertical. Nos pontos de menor profundidade, foram feitos tantos arrastos verticais quanto o necessário para padronizar o volume correspondente a um arrasto equivalente a 20m.

O material retido na rede foi acondicionado em frascos apropriados, devidamente etiquetados, e fixado com solução de formol a 4%. Adicionalmente, em cada ponto de coleta foi obtida uma amostra através de arrasto horizontal (rede de 50 μm) para efetuar a análise qualitativa inicial.

Para contagem dos microcrustáceos (copépodes adultos, copepoditos e cladóceros) foram retiradas sub-amostras (geralmente de 4,0 ml) para análise sob microscópio estereoscópio com aumento de 100 vezes (Zeiss, Stemi SV6). Para a contagem de rotíferos e náuplios foram retiradas sub-amostras com auxílio de uma pipeta Stempel de capacidade de 1,0 ml e colocadas em câmara de contagem do tipo

Sedwick-Rafter sob microscópio óptico comum (Zeiss Axiostar) com aumento de 1000 vezes. O mínimo de 100 indivíduos foi contado por amostra, ou mesmo a amostra toda quando a densidade foi baixa.

Os organismos zooplancctônicos (Rotifera, Cladocera e Copepoda) foram identificados ao menor nível taxonômico possível utilizando bibliografia especializada. Rotifera: Koste (1978 a,b); Cladocera: Elmoor-Loureiro (1997); e Elmoor-Loureiro *et al.* (2004); Elmoor-Loureiro (2007) e Copepoda: Sendacz & Kubo (1982); Reid (1985); Dussart & Defaye (1995); Rocha (1998); Santos-Silva (2000). Espécimes da ordem Harpacticoida não foram identificados.

A partir do volume filtrado e da contagem das amostras (um total de 54) os resultados de abundância foram expressos em termos de indivíduos por metro cúbico (ind.m^{-3}). Foi calculada ainda a abundância relativa em (%) entre os diferentes grupos taxonômicos. A análise da frequência de ocorrência (F) foi expressa em porcentagem e é definida como a relação entre a ocorrência das diferentes espécies e o número total das amostras. Essa análise foi feita separadamente para os períodos seco e chuvoso, utilizando a seguinte fórmula para o cálculo:

$$F = \frac{P_a}{P} \cdot 100, \quad \text{onde:}$$

P_a - número de amostras em que a espécie 'a' está presente

P - número total de amostras analisadas (no caso 27 por período)

As espécies foram consideradas constantes quando $F \geq 50\%$, comuns quando $10\% < F \leq 49\%$ e raras quando $F \leq 10\%$ (Dajoz, 1983).

Com os dados obtidos na análise quantitativa e organizados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel, 2003), foram realizadas análises dos atributos ecológicos da comunidade zooplânctonica, estimou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') ($H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$). Onde: $p_i = N_i/N$; sendo N_i número de indivíduos de cada espécie; N o número total de indivíduos e o resultado é expresso em bits/indiv. A Equitabilidade ($E = H'/\log_2 S$) também foi estimada. Onde: H' = Índice de Shannon e S = número total de táxons em cada amostra. A diversidade e equitabilidade foram calculadas no software Krebs (1997).

Os espécimes identificados foram fotografados, as amostras catalogadas e depositadas na Coleção Científica de Invertebrados de Águas Continentais do Departamento de Zoologia (IBB-UNESP).

2.2.2

Variáveis físicas e químicas

As amostragens para a execução do estudo foram realizadas nos meses de julho de 2009, período seco, e janeiro de 2010, período chuvoso. A tomada de medidas e coleta de amostras de água para caracterização limnológica foram realizadas na camada superficial dos pontos analisados. Partiu-se do pressuposto de que a alta velocidade de corrente e elevada turbulência predominantes determinam condições homogêneas na coluna da água.

A **transparência da água** foi medida com o uso do disco de Secchi. As variáveis **temperatura**, **oxigênio dissolvido**, **pH** e **condutividade elétrica** foram medidas diretamente na coluna da água, através de uma sonda Horiba Mod. U22. A filtração para análise de **material em suspensão (frações orgânica e inorgânica)** foi feita com o uso de uma bomba de filtração a vácuo, utilizando um volume conhecido de água (entre 500 e 1000 ml) e membranas Millipore AP40. A determinação foi feita por gravimetria, utilizando-se filtros calcinados e pesados previamente e após a filtração (balança analítica de precisão 0,00001 g Denver), segundo o princípio descrito por Cole (1979).

A filtração para a análise de **clorofila a** (*biomassa fitoplanctônica*) foi feita através de uma bomba de filtração a vácuo, utilizando um volume conhecido de água (entre 500 e 1000 ml) e membranas Millipore AP40. A determinação foi feita de acordo com Talling & Driver (1963), utilizando-se como solvente acetona 90% a frio e maceração manual dos filtros.

A determinação do **nitrogênio total** foi feita pelo método de Mackereth *et al.* (1978) e do **fósforo total** pelo método de Strickland & Parsons (1960), após digestão simultânea da amostra (Valderrama, 1981).

O **silicato dissolvido** foi determinado segundo Golterman *et al.* (1978) em amostras de água filtradas (Membranas AP40).

A **turbidez** foi medida com um turbidímetro MS Tecnopon.

A **velocidade de corrente** da massa d'água foi estimada na superfície, utilizando correntômetro Flowacht, foram realizadas três mensurações para ao final obter uma média.

Todas as filtrações e análises laboratoriais foram feitas em réplicas ou utilizando-se subamostras.

2.3

Análises estatísticas

Para o auxílio na interpretação dos resultados das variáveis físicas, químicas e biológicas, procedeu-se uma seqüência padronizada de análises estatísticas.

Inicialmente, e somente para as assembléias zooplancônicas, foram feitos testes de análises estatísticas descritivas, como a média e o desvio-padrão, utilizando-se o conjunto de dados dos períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

Após transformação dos dados ($\log x+1$) foi empregado o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade da distribuição e, posteriormente, definir quais tipos de análises seriam mais adequadas.

Posteriormente, foi realizada uma análise de variância (teste ANOVA “two-way”) com os dados da comunidade zooplancônica, a fim de detectar variações significativas ($p<0,05$) entre os pontos de amostragem ($n=6$) e períodos de coleta ($n=27$). Para esta análise foram consideradas as famílias de Cladocera e Rotifera e as ordens de Copepoda, desde que tenham apresentado uma abundância relativa superior a 5%.

Através do Índice de Morisita-Horn (Horn, 1966) foi analisada a similaridade entre os pontos de amostragem e períodos de coleta, com os dados de abundância total (média entre as réplicas) e composição dos zooplâncton. Posteriormente, as amostras foram classificadas, obtendo um dendograma representativo da matriz de similaridade, através da ligação não ponderada dos pares por médias aritméticas (UPGMA).

Os testes citados foram realizados no software Statistic v. 6.0 (Statsoft, 2000), e NTSYSpc v 2.2.

2.3.1

Análises de componentes principais (ACP)

Para avaliar o grau de correlação entre as variáveis limnológicas determinadas em ambos os períodos e pontos de amostragem, e também verificar aquelas que são determinantes para explicar a variância total dos dados, foram utilizadas técnicas de

ordenação do tipo multivariada – análise de componentes principais (ACP). As análises dos componentes principais foram feitas através do programa PCORD 4.0, utilizando os dados transformados ($\log x+1$).

2.3.2

Análises de Correspondência Canônica (ACC)

As análises integradas entre as variáveis abióticas e bióticas foram feitas por meio de correspondência canônica (CCA) (PCORD 4.0), utilizando-se os dados transformados ($\log x+1$). Esta análise foi realizada com valores médios de abundância ao nível de família, para Cladocera e Rotifera, e para os Copepoda foram feitas duas análises (ACCs), uma considerando as formas imaturas – copepoditos e náuplios – e outra para indivíduos adultos, excluindo-se as fêmeas de Calanoida.

Foram adotados os seguintes símbolos para as variáveis limnológicas na apresentação dos resultados da ACP e ACCs, bem como demais Figuras e Tabelas deste trabalho:

Variáveis ambientais: velocidade de corrente (Vel); temperatura do ar (Tar); temperatura da água (TH₂O); transparência da água (Trasnp.); pH (pH); condutividade elétrica (Cond.); oxigênio dissolvido (OD); Turbidez (Turb.); material em suspensão (MT); material orgânico em suspensão (MO); material inorgânico em suspensão (MI); nitrogênio total (NT); fósforo total (PT); silicato (SiO₄), clorofila *a* (Clor.).

Período de julho de 2009: período de inverno/seco designado pela letra I, disposta ao lado da denominação dos pontos de amostragem (e.g. B/ita-I).

Período de Janeiro de 2010: período de verão/chuvoso designado letra V, disposta ao lado da denominação dos pontos de amostragem (e.g. B/ita-V).

4

Resultados das variáveis físicas e químicas

4.1

Variáveis físicas e químicas

As variáveis físicas e químicas utilizadas para a caracterização limnológica dos pontos de estudo nos períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010) foram as seguintes: velocidade de corrente, temperatura do ar, temperatura da água, transparência da água, pH, profundidade, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), nitrogênio total, fósforo total, clorofila *a* e silicato. Os valores obtidos em ambos os períodos são apresentados na Tabela 1. Além destas variáveis, a pluviosidade foi consultado no site do SIMEPAR, e a vazão defluente da Itaipu Binacional.

Tabela 1. Valores das variáveis físicas e químicas nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso

(verão 2010); I= inverno e V= verão.

Vel (m/s)	Tar (°C)	TH2O (°C)	Transp (m)	pH	profundidade (m)	Turidez (NTU)	Cond. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	OD (mg L^{-1})	MT (mg L^{-1})	MO (mg L^{-1})	MI (mg L^{-1})	NT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	PT ($\mu\text{g L}^{-1}$)	SiO4 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Clor. ($\mu\text{g L}^{-1}$)
B/Ita-I	?	10	18,7	3	6,8	20	4,36	9,8	0,53	0,5	0,1	283,2	4,4	5,5	1
B/Ita-V	?	30	29,6	2	8	34	11,1	7,6	0,9	0,6	0,3	441,8	8,8	5,0	1,2
P1-I	0,8	16	19,3	2,2	7,5	20	6,81	9,7	0,9	0,7	0,2	256,3	3,9	5,8	0,6
P1-V	2	29	29,1	1,1	6,6	18	11	10,8	1,6	0,6	1,0	384,2	8,8	4,8	0,5
P2-I	1,3	12	19,3	2,6	7,5	54	6,43	9,5	1,2	0,6	0,6	240,4	10,3	5,4	1,2
P2-V	1,7	30	29,1	1,4	6,5	68	11,6	11,2	1,7	0,7	1,0	283,2	10	4,9	0,9
P3-I	1,4	12	19,3	2,2	7,6	19	6,58	9,9	1,5	0,6	0,9	275,3	7,3	5,9	0,7
P3-V	2,6	30	29,1	1,4	6,6	38	11,6	9,8	1,7	0,8	1,0	314,1	12,2	5,0	0,4
R Igua-I	0,4	14	17,1	0,6	7,4	20	24	12,4	14,2	2,8	11,4	748,6	18,5	4,3	1,6
R Igua-V	0,4	33	27,1	1,2	7,3	25	17,2	10,3	8,7	1,8	6,9	791,7	16	3,8	0,8
R Mon-I	0,2	14	16	0,5	6	9,8	30,1	11,8	8,1	1,9	6,2	393,5	14,7	4,5	1,6
R Mon-V	0,4	33	28,6	0,5	7,6	20,4	30,5	9,3	9,7	2,3	7,4	534,5	20,2	3,1	2
P4-I	1,2	18	19	1,3	7,6	44	11,5	10	5,1	1,3	3,9	447,3	9,5	6,2	0,9
P4-V	2,4	33	28,8	1,5	7,7	56	12,1	11,9	1,7	0,7	1,0	367	8,8	4,9	0,4
P5-I	1,9	14	19,1	1,6	7,6	30	9,74	10	3,1	0,9	2,2	299,8	3,1	5,3	1
P5-V	2,5	32	28,9	1,3	7,6	38	12,6	12	2,3	0,7	1,6	389,5	13,4	4,7	0,7
P6-I	1,3	15	19,1	1,7	7,6	36,6	10	10,1	3,2	1	2,2	288,5	9,9	5,9	1,2
P6-V	1,3	33	28,9	1,3	7,3	52	12,9	12,4	2,4	0,8	1,6	478,6	11,2	4,9	0,4

- Dados não obtidos.

4.1.1

Vazão defluente

Os valores de vazão defluente durante o mês de julho de 2009 (período seco/inverno) variaram entre 7.500 a 10.500 m³ s⁻¹. Já no mês de janeiro de 2010 (período chuvoso/verão) os valores variaram entre 20.000 a 22.500 m³ s⁻¹. No dia 24 de julho/2009, quando foram realizadas as coletas, foram registrados elevados valores de vazão para o mês. Em janeiro/2010 a coleta foi realizada no dia 18, quando os valores de vazão defluentes estiveram próximos à média para o mês (Figura 3).

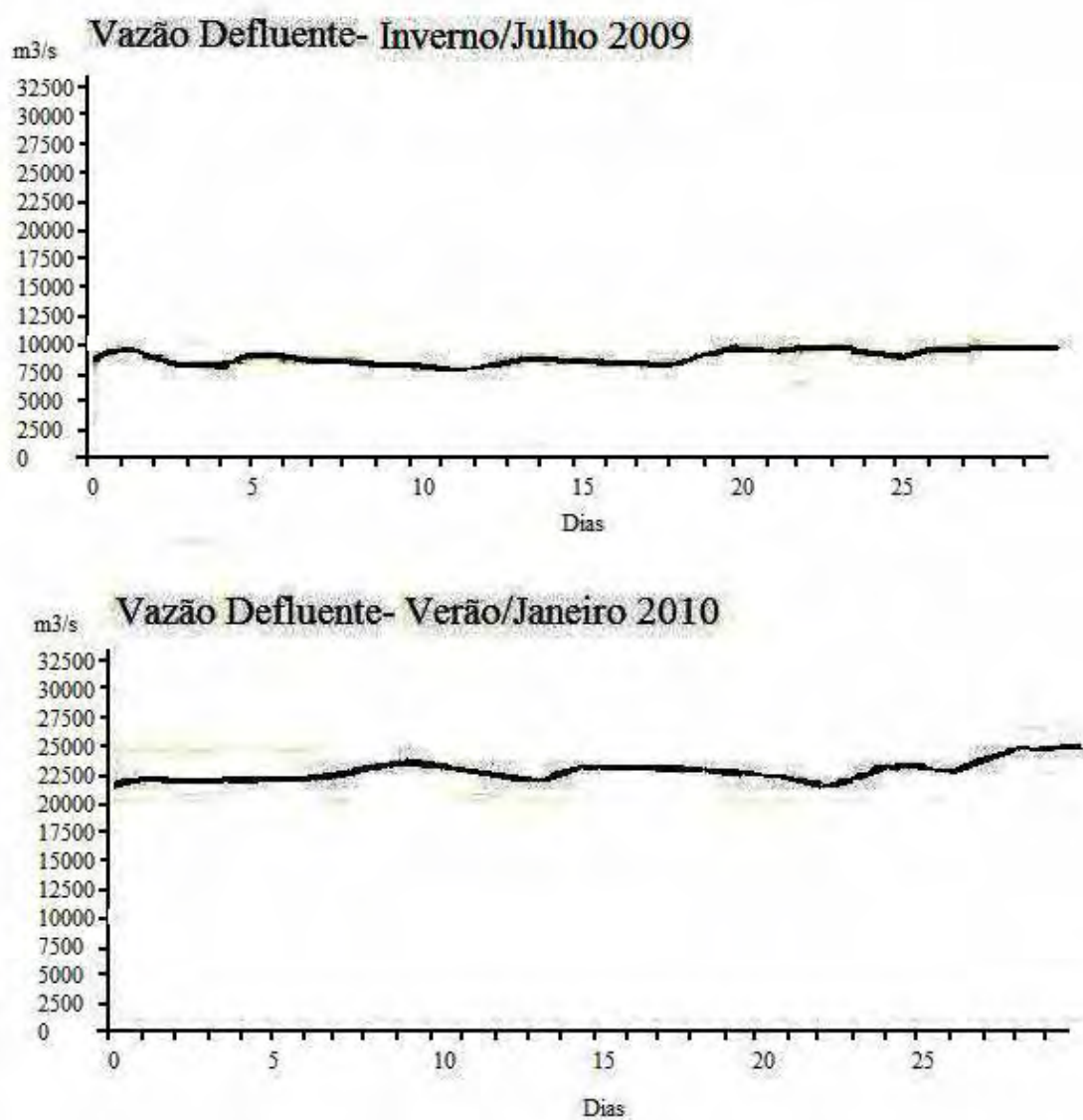


Figura 3. Valores de vazão defluente do reservatório de Itaipu nos meses de julho/2009 (período seco) e janeiro/2010 (período chuvoso) e registros históricos de vazões máximas e mínimas para os meses considerados. Fonte: www.itaipu.gov.br

4.1.2

Pluviosidade

No ano de 2009, o mês que apresentou o menor valor de precipitação foi março, com 45 mm, por outro lado o mês mais chuvoso deste mesmo ano foi outubro, com 403 mm. Para o ano de 2010 (exceto novembro e dezembro), agosto foi o mês com menor precipitação, 21 mm, e o mês com maior quantidade de chuvas foi março, com 256 mm. Em 2009 o mês de maio apresentou alta pluviosidade, o que pode ser considerado atípico para esse período do ano, pois é quando se inicia o período seco para nesta região. Da mesma forma, a precipitação no mês de julho de 2009, considerado como período seco neste trabalho, apresentou um valor relativamente elevado de precipitação, 161 mm. O mês de janeiro de 2010, escolhido para representar o período chuvoso, apresentou um valor de precipitação de 155 mm, o qual pode ser considerado moderado para o período (Figura 4).

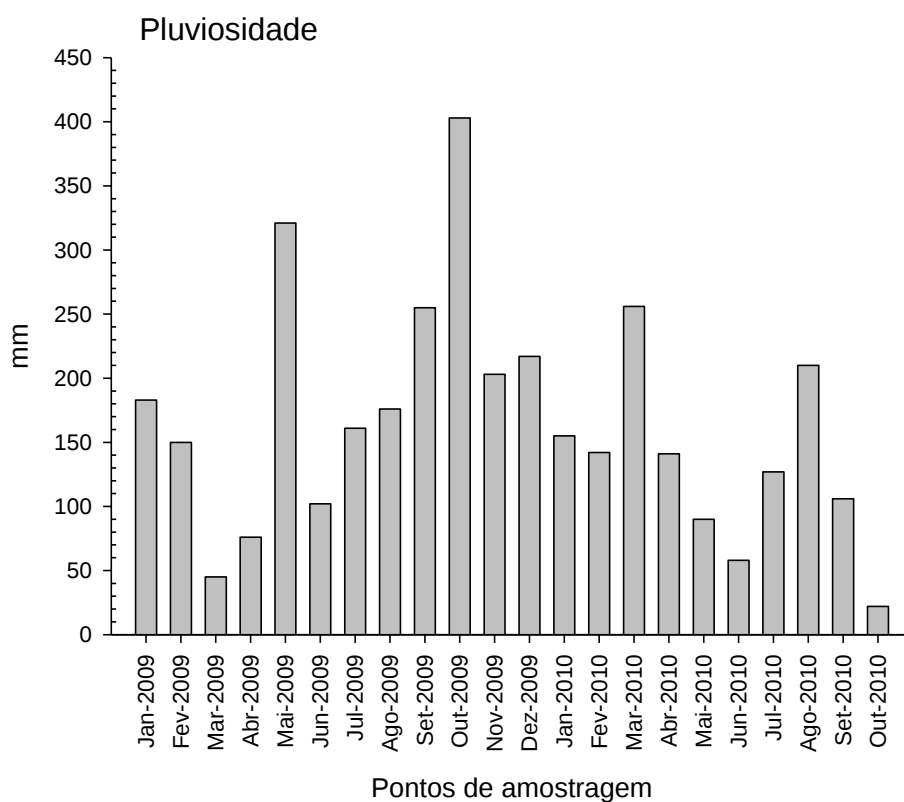


Figura 4. Valores médios de pluviosidade registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.3

Velocidade de Corrente

A Figura 5 mostra a variação da velocidade de corrente entre os pontos de amostragem nos períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). As maiores velocidades foram observadas durante o verão. A região a jusante do reservatório de Itaipu, situada entre os pontos P1 e P6, apresentou velocidades superiores às observadas nos rio Iguaçu (R Igua) e Monday (R Mon), para ambos os períodos. O maior valor médio para a velocidade de corrente foi registrado no Ponto P3-V, com $2,6 \text{ m s}^{-1}$, e o menor valor no rio Monday (R Mon-I), $0,23 \text{ m s}^{-1}$. No ponto da barragem de Itaipu (B/ita) não foram feitas medições para velocidade de corrente, por se tratar de um ambiente lântico.

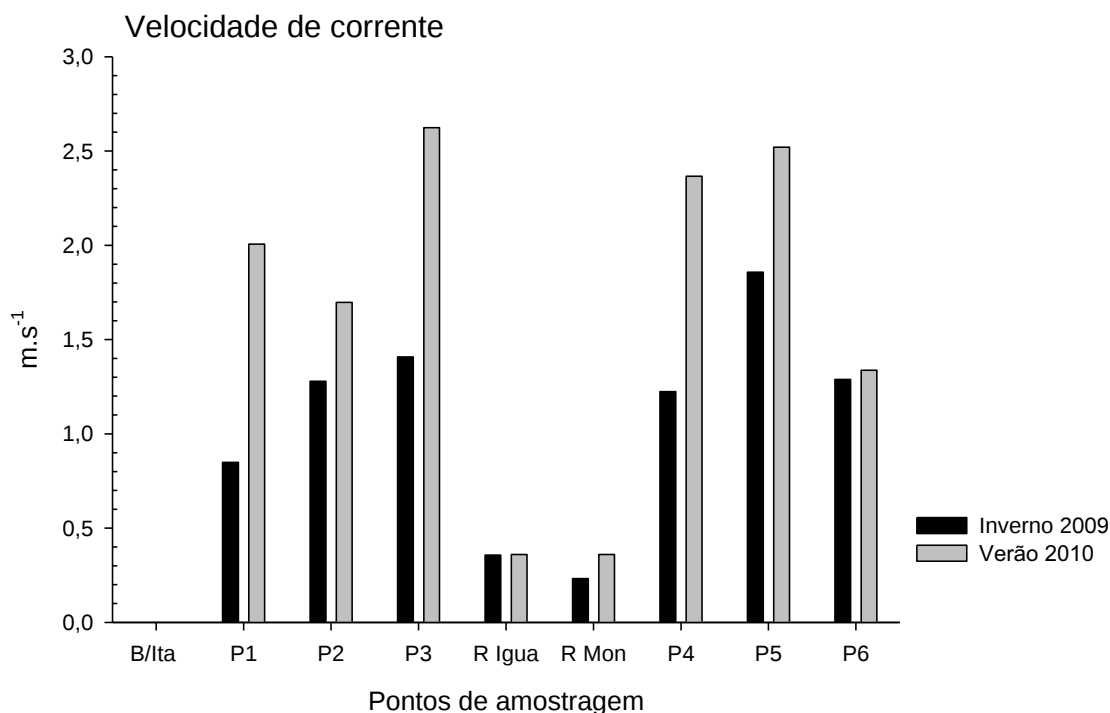


Figura 5. Valores médios da velocidade de corrente registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.4

Temperatura do ar e da água

A temperatura do ar apresentou o valor mínimo de 10°C e máximo de 18°C durante o período seco (inverno de 2009). No período chuvoso (verão 2010) a mínima encontrada foi de 29°C e a máxima de 33°C. Em geral, para cada período de amostragem, temperaturas mais amenas estiveram associadas aos pontos cujas coletas ocorreram no período matutino, a partir das 8h. As temperaturas máximas, de 33 °C, foram medidas nos locais (R Igua-V, R Mon-V, P4-V e P6-V) onde as coletas foram feitas após as 12h, período de maior intensidade dos raios solares (Figura 6).

Para a temperatura da água (Figura 6), o valor mínimo no período seco foi de 16 °C, no R Mon-I, e o máximo de 19,3 °C, nos pontos P1-I, P2-I e P3-I. No período chuvoso a temperatura oscilou entres os valores de 27,1°C, no ponto R Igua, e 28,5°C nos pontos P5-V e P6-V.

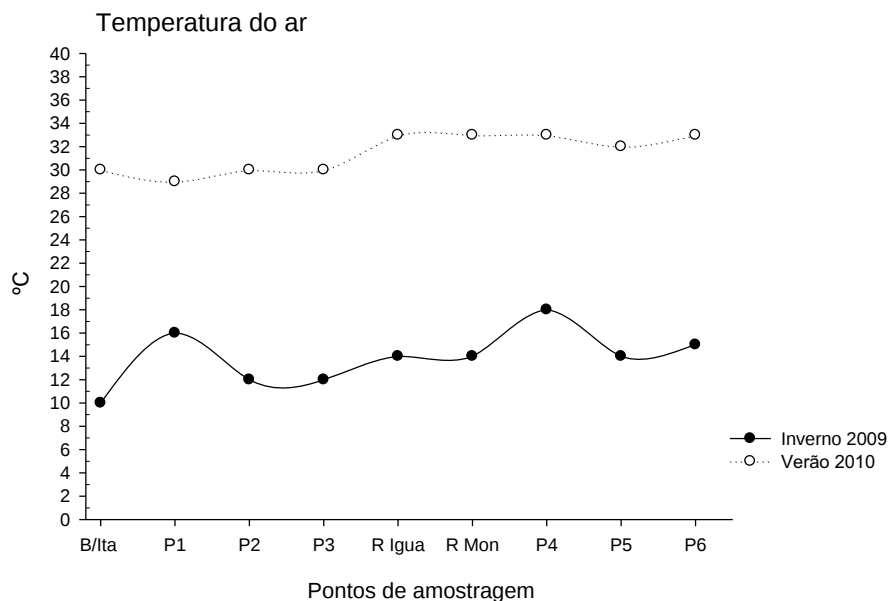


Figura 6. Valores da temperatura do ar e da água nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

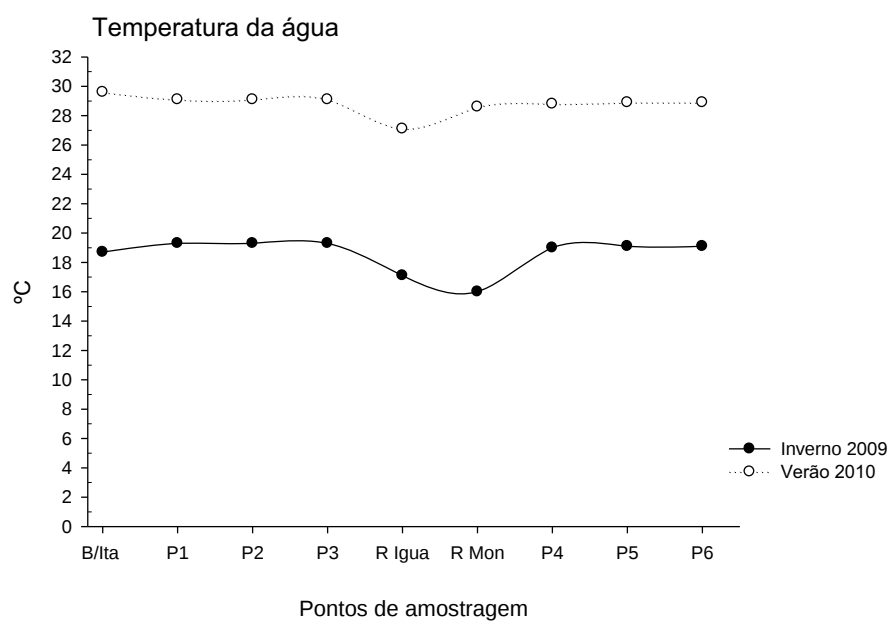


Figura 6. Continuação.

4.1.5

Transparência da água, Turbidez e profundidade

Os valores de transparência da água e profundidade estão apresentados na Figura 7. A maior profundidade, em ambos os períodos, foi observada no ponto P2, quando o rio Paraná atingiu 54 m na seca e 68 m no período chuvoso. A menor profundidade encontrada no período seco foi no ponto R Mon-I, com um valor de 9,8 m, e no chuvoso no ponto P-1-V, com 18m.

Quanto à transparência da água, o maior valor observado foi no período seco para o ponto B/ita-I (3,0m), e os menores valores foram registrados nos períodos seco e chuvoso no ponto R Mon-I e V, com o valor de 0,5m.

A turbidez apresentou maiores valores no período chuvoso nos pontos de amostragem do rio Paraná. No rio Iguaçu a turbidez foi maior no período seco (24 NTU), e no Monday os valores foram similares durante os dois períodos (30 NTU).

Em geral observa-se que os pontos no rio Paraná próximos à jusante da barragem de Itaipu (B/ita), apresentaram maiores valores de transparência da água, conseqüentemente menor turbidez, quando comparados aos pontos após a zona de desembocadura dos rios Iguaçu (R Igua) e Monday (R Mon), principalmente no período seco (inverno 2009).

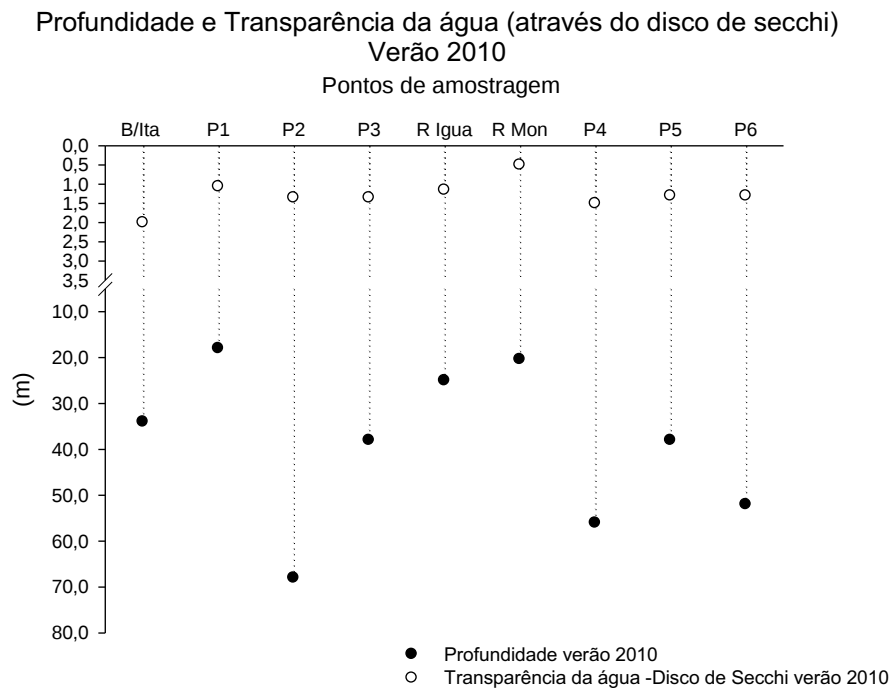
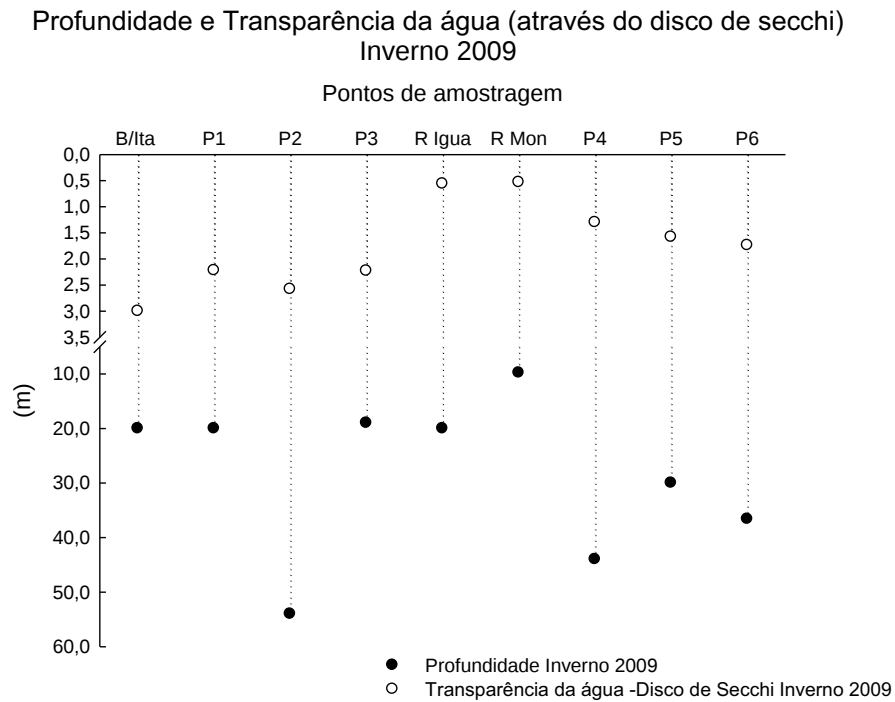


Figura 7. Valores de profundidade e transparência da água nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.6

pH

A variação do pH, nos diferentes pontos de amostragem é apresentada na Figura 8. Em geral, os valores de pH se mostraram próximos à neutralidade, variando de levemente ácidos à levemente alcalinos. O menor pH registrado foi de 6,0, no ponto R Mon-I, e o maior foi de 8,0, no ponto B/ita-V.

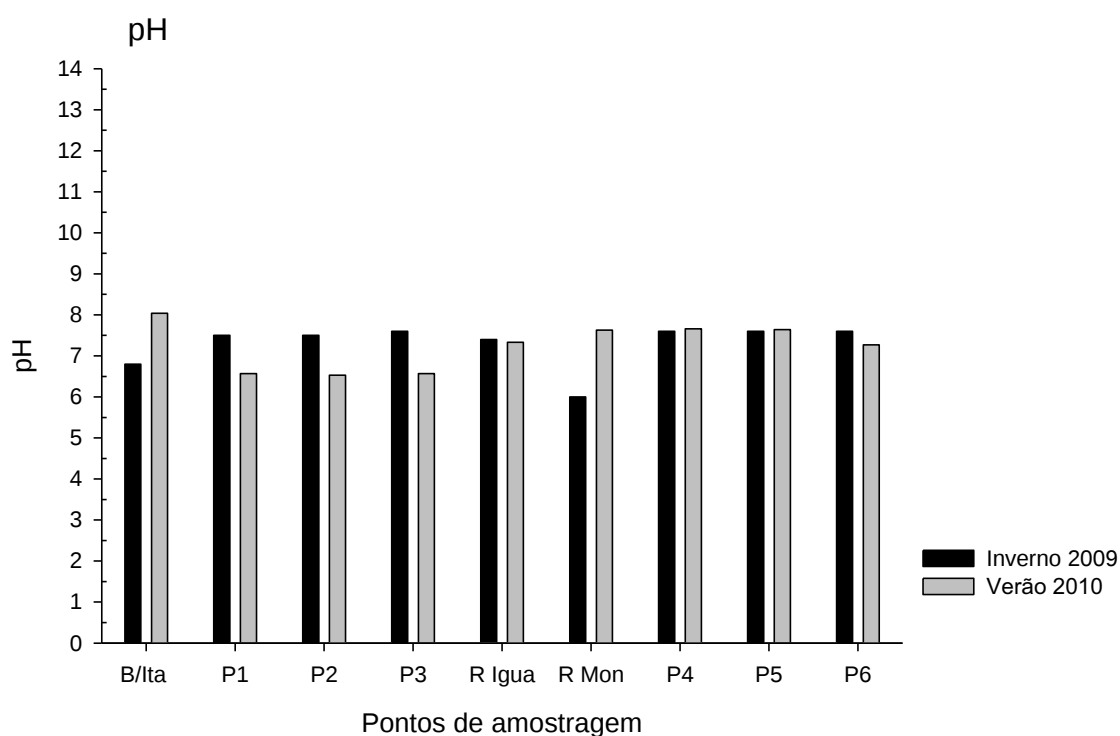


Figura 8. Valores do pH registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.7

Oxigênio Dissolvido

A maior concentração de oxigênio dissolvido foi medida nos pontos R Igua-I e P6-V, ambos apresentaram o valor de 12,4mg L⁻¹. O menor valor foi encontrado no ponto B/ita-V (7,6 mg L⁻¹). No rio Paraná as concentrações de oxigênio dissolvido foram maiores no período de verão, com exceção do ponto P3 onde o valor no inverno foi um pouco maior. O inverso foi observado os pontos da barragem de Itaipu e os tributários Iguaçu e Monday, onde os valores mais elevados ocorreram durante o inverno (Figura 9).

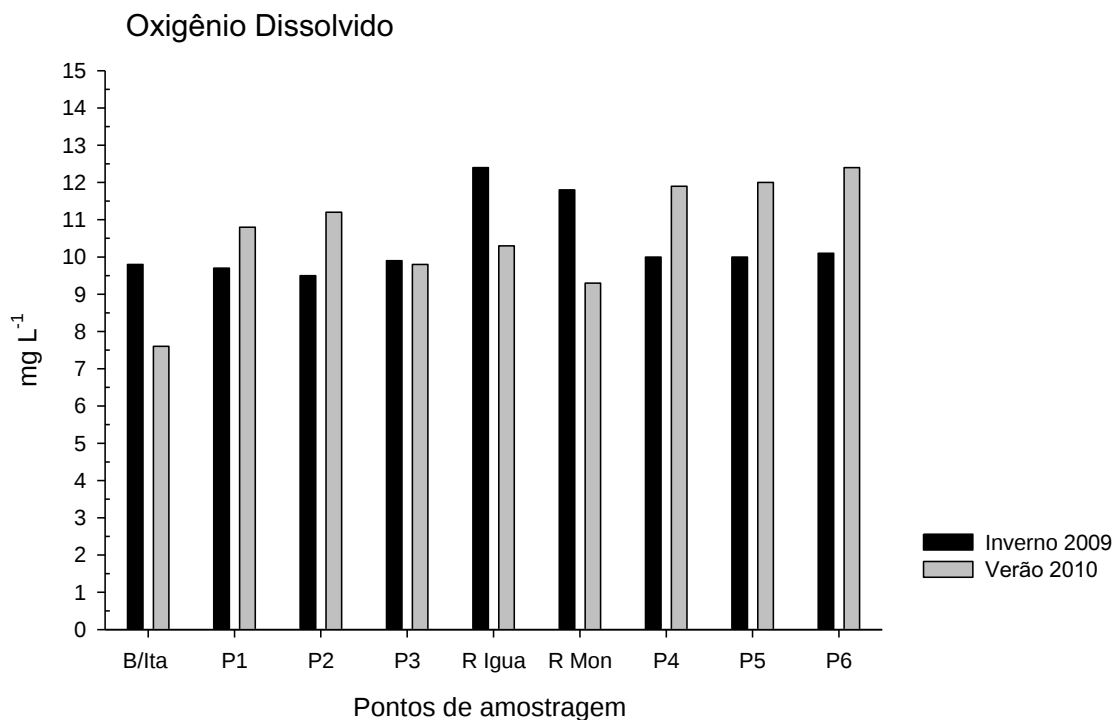


Figura 9. Valores da concentração de oxigênio dissolvido registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.8

Condutividade Elétrica

Com relação à condutividade elétrica (Figura 10), os pontos situados no rio Paraná (B/Ita, P1, P2, P3, P4, P5, P6) – trecho que compreende a região a jusante da barragem de Itaipu – apresentaram uma uniformidade dos valores nos períodos seco (inverno 2009) ($60,0 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) e chuvoso (verão 2010) ($30 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$). O rio Iguaçu (R Igua) apresentou o valor de $60,0 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ no período seco e $20 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ no período chuvoso. O rio Monday (R Mon), no período seco, registrou o valor de $20 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ e no chuvoso $10 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$.

Em todos os pontos a condutividade elétrica foi maior durante o período de inverno.

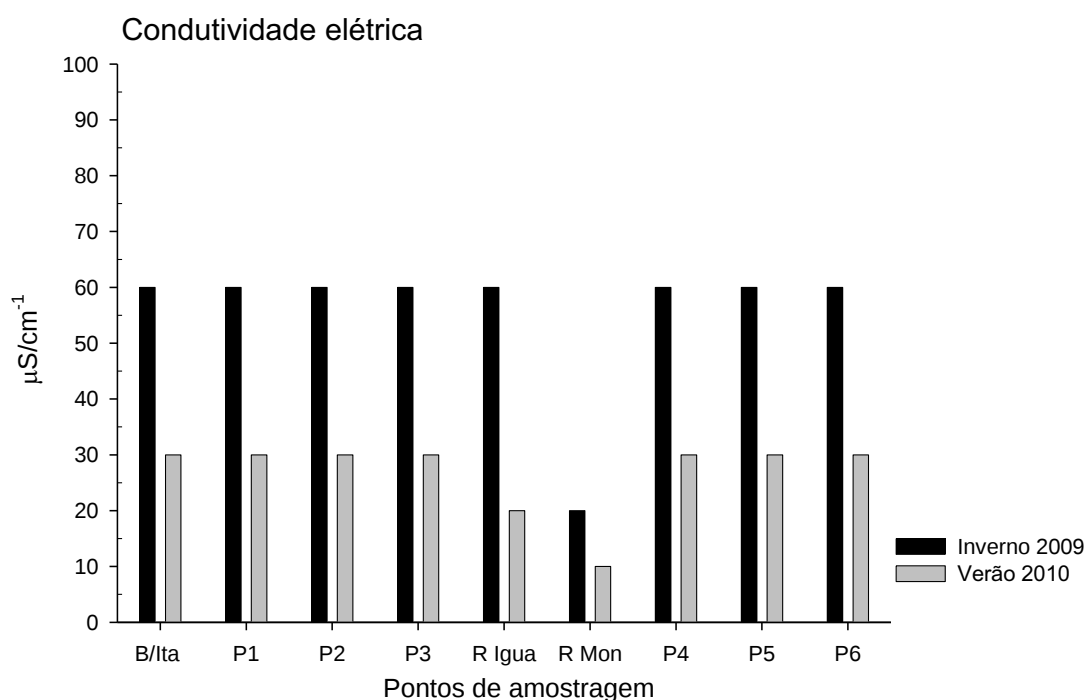


Figura 10. Valores da condutividade elétrica registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.9

Material em suspensão na água (frações orgânicas e inorgânicas)

Nas Figuras 11 e 12 estão apresentados os valores de material em suspensão na água, com as respectivas frações orgânicas e inorgânicas.

Através dos resultados, verifica-se longitudinalmente uma elevada contribuição de aportes de material em suspensão para o rio Paraná provenientes dos tributários. Em geral, o período seco (inverno 2009) apresentou maiores valores de material em suspensão, incluindo frações orgânicas e inorgânicas.

Os valores de material em suspensão nos rios Monday (períodos seco $8,1 \text{ mg L}^{-1}$ e chuvoso $9,7 \text{ mg L}^{-1}$) e Iguaçu (período seco $14,2 \text{ mg L}^{-1}$ e chuvoso $8,7 \text{ mg L}^{-1}$), são elevados quando comparados aos valores encontrados nos pontos da barragem de Itaipu (B/ita) e nos pontos à jusante da barragem no rio Paraná. O menor valor de material em suspensão foi observado no ponto B/ita-V ($0,9 \text{ mg L}^{-1}$).

Com relação às frações orgânicas e inorgânicas, foi observada uma predominância da fração inorgânica nos rios Iguaçu e Monday em ambos os períodos (seco e chuvoso). Esse padrão também é verificado para os pontos do rio Paraná pós-tributários (P4, P5 e P6).

No período seco o rio Iguaçu (R Igua-I) apresentou os maiores valores de frações orgânica e inorgânica em suspensão ($2,8 \text{ mg L}^{-1}$ e $11,4 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente). No período chuvoso o rio Monday (R Mon-V) apresentou os maiores valores (MO= $2,3 \text{ mg L}^{-1}$ e MI= $7,4 \text{ mg L}^{-1}$). Os menores valores de concentração para fração orgânica e inorgânica, para ambos os períodos, foram encontrados no ponto da barragem de Itaipu (B/Ita-I), com $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ no período seco e $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ no período chuvoso.

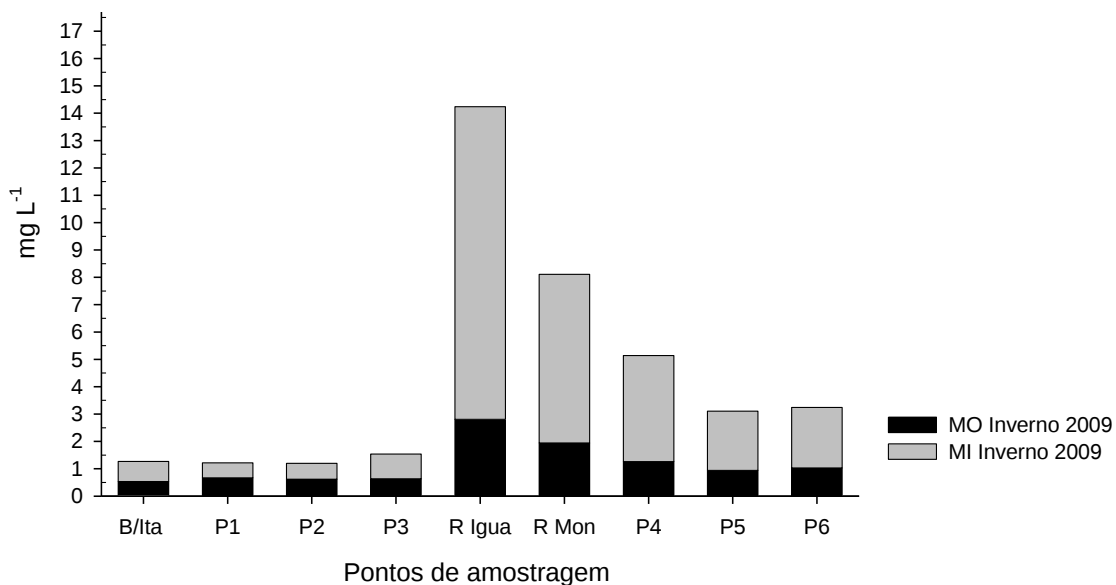


Figura 11. Valores de material em suspensão registrados nos pontos de amostragem, durante o período seco (inverno 2009).

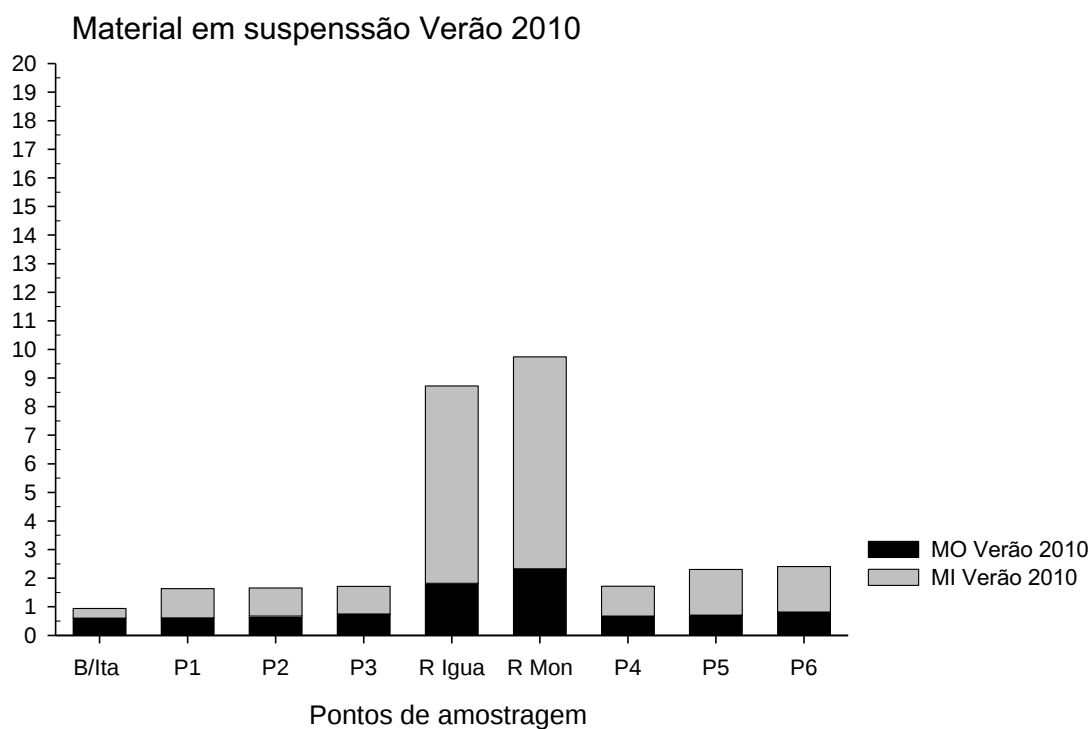


Figura 12. Valores de material em suspensão registrados nos pontos de amostragem, durante o período chuvoso (verão 2010).

4.1.10

Nitrogênio total

Os resultados das análises de concentração de nitrogênio contido na água são apresentados na Figura 13. A concentração de nitrogênio total foi maior no ponto de amostragem do rio Iguaçu, com valores de $748,6 \mu\text{g L}^{-1}$ no inverno e $791,7 \mu\text{g L}^{-1}$ no verão. Os menores valores foram encontrados no ponto P2 para ambos os períodos, $249,4 \mu\text{g L}^{-1}$ e $283,2 \mu\text{g L}^{-1}$, no inverno e verão, respectivamente.

Longitudinalmente a distribuição de concentração de nitrogênio total, apresentou uma queda a partir do ponto da barragem de Itaipu (B/Ita) até o ponto P3. Com a entrada dos tributários Iguaçu e Monday, observou-se novamente um aumento dos valores de concentração, o que demonstra a grande contribuição dos dois rios para a entrada desse nutriente no rio Paraná.

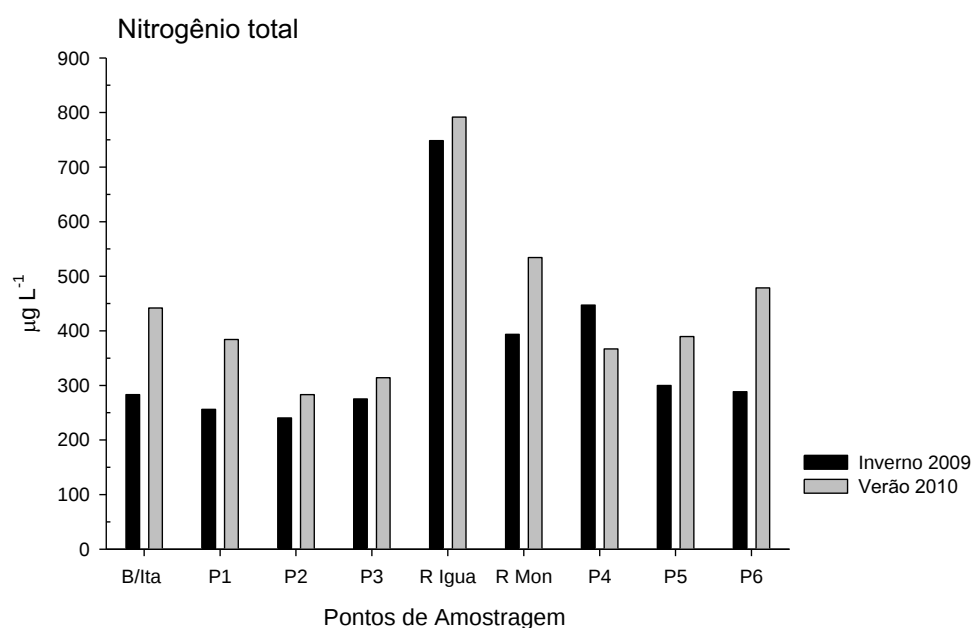


Figura 13. Valores da concentração de nitrogênio total registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.11

Fósforo total

Para a variável fósforo total, a maior concentração no período seco foi registrada no rio Iguaçu ($18,5 \mu\text{g L}^{-1}$). Neste mesmo período o menor valor foi de $3,1 \mu\text{g L}^{-1}$, registrado no ponto P5-I. No período chuvoso o maior valor foi de $20,2 \mu\text{g L}^{-1}$, observado no rio Monday (R Mon-V), e o menor foi de $8,8 \mu\text{g L}^{-1}$, registrado nos pontos da barragem de Itaipu, P1 e P4.

Diferente do nitrogênio, a distribuição longitudinal do fósforo total nos pontos a jusante da barragem de Itaipu apresentou uma tendência de aumento dos valores. Este padrão é observado mais nitidamente no período chuvoso (Figura 14).

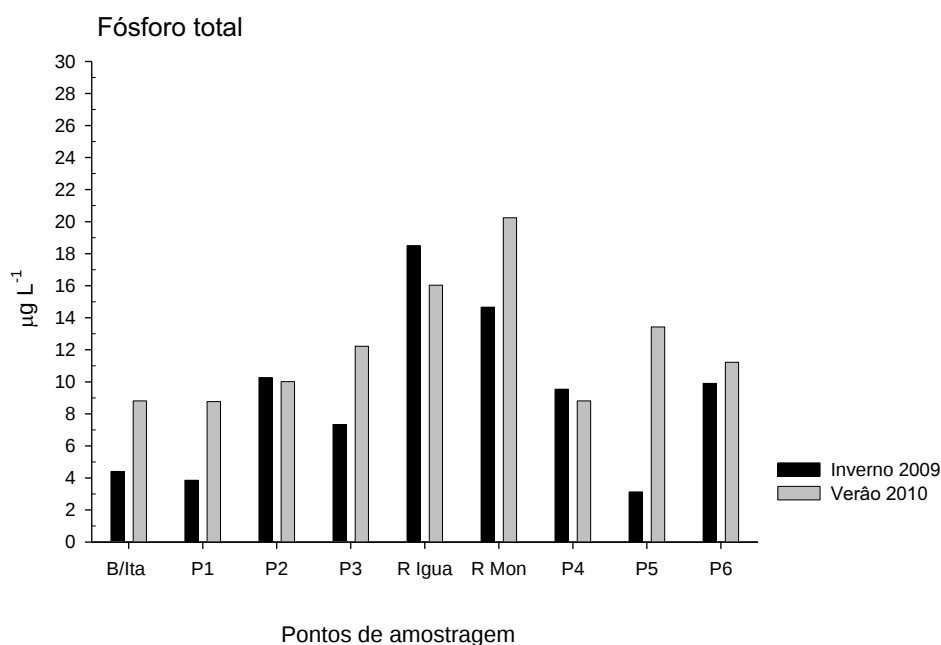


Figura 14. Valores da concentração de fósforo total registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.12 Silicato

As concentrações de silicato foram menores no período chuvoso quando comparado ao período seco (Figura 15). O maior valor no período seco ocorreu no ponto de amostragem P4 (6,2 mg L⁻¹) e o menor no ponto do rio Iguaçu (4,3 mg L⁻¹). No período chuvoso, a máxima concentração de silicato ocorreu na barragem de Itaipu e P3 (5,0 mg L⁻¹) e a mínima no rio Monday (3,1 mg L⁻¹). Longitudinalmente, observou-se que os rios tributários apresentam menor concentração de sílica dissolvida na água, comparados ao rio Paraná.

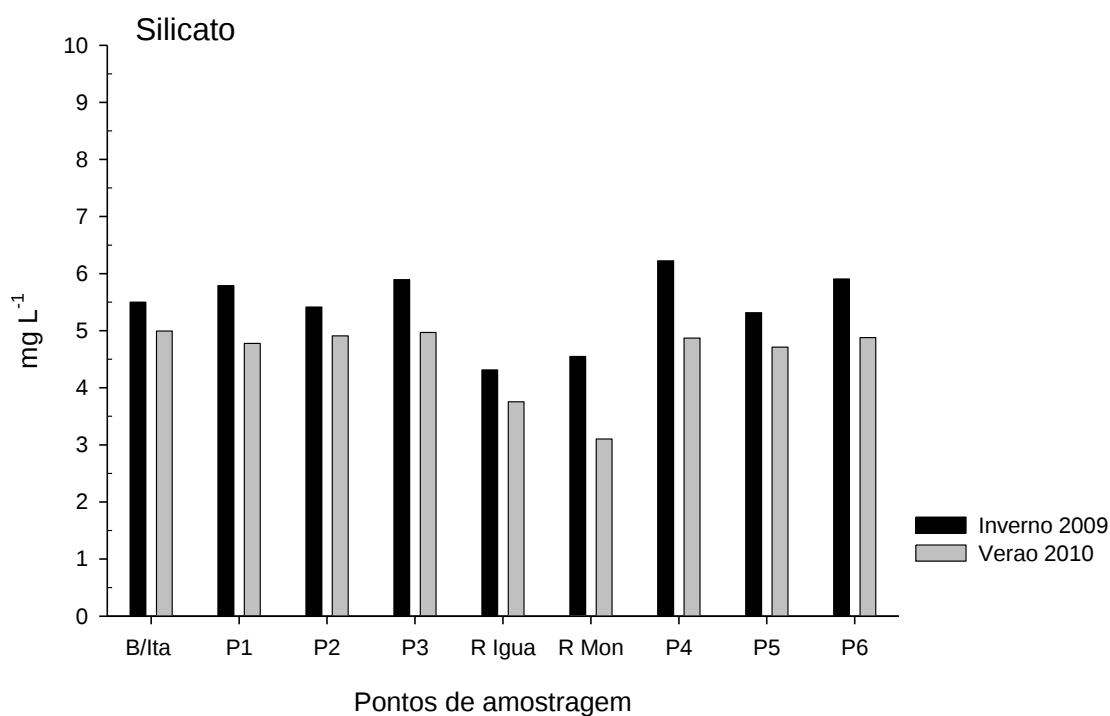


Figura 15. Valores de concentração de Silicato registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.1.13

Clorofila *a*

Na Figura 16 são apresentados os valores de concentração de clorofila-*a*. Considerando-se o conjunto de resultados obtidos os valores variaram de $0,4 \mu\text{g L}^{-1}$ a $2,0 \mu\text{g L}^{-1}$. No período seco os pontos do rio Iguaçu (R Igua-I) e rio Monday (R Mon-I) apresentaram o maior valor ($1,6 \mu\text{g L}^{-1}$) e o menor foi encontrado no rio Paraná P1-I ($0,6 \mu\text{g L}^{-1}$). No período chuvoso o rio Monday (R Mon-V) apresentou a maior concentração de clorofila-*a* ($2,0 \mu\text{g L}^{-1}$) e os pontos P3-V, P4-V e P6-V foram os que apresentaram as menores ($0,4 \mu\text{g L}^{-1}$). Nos dois períodos estudados observou-se um decréscimo na concentração de clorofila entre a zona da barragem de Itaipu e o primeiro ponto de jusante no rio Paraná.

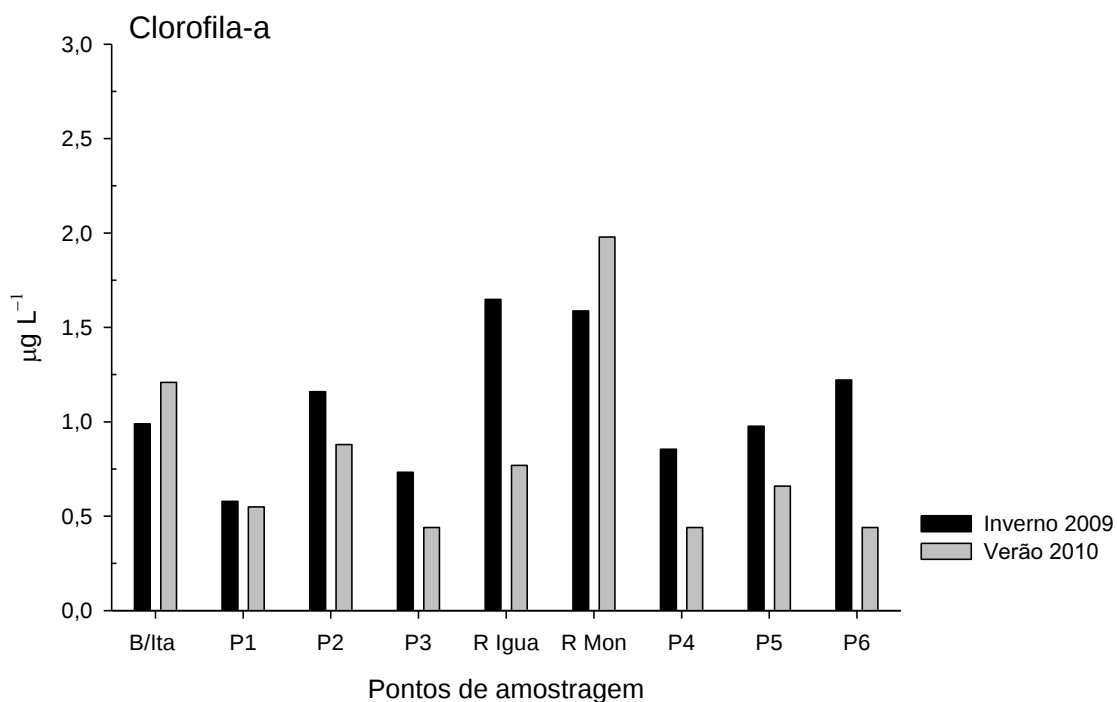


Figura 16. Valores da concentração de clorofila-*a* registrados nos pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

4.2

Análise de Componente Principais (ACP) das variáveis físicas e químicas

A projeção dos pontos de amostragem e variáveis limnológicas estudadas está representada no plano dos dois primeiros eixos fatoriais (PC1 e PC2) da Análise de Componentes Principais (ACP) (Figura 17). Os valores de correlação com os componentes são apresentados na Tabela 2.

Os dois primeiros eixos da análise de componentes principais (ACP) explicaram 79,41% da variância dos dados das variáveis limnológicas estudadas nos pontos de amostragem durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). O eixo 1 (PC1) explicou 58,65% da variância dos dados e o eixo 2 (PC2) 20,48%. O terceiro eixo explicou apenas 9,14% da variância dos dados.

Os rios Iguaçu e Monday, em ambos os períodos (Igua-I, R Mon-I, R Igua-V, R Mon-V), posicionaram-se positivamente no eixo 1, devido às correlações positivas desse eixo com as variáveis clorofila *a*, fósforo total, nitrogênio total, como também a turbidez e material em suspensão – frações orgânicas e inorgânicas, dentre os quais apresentaram os maiores valores (Turb. 0,3580; MO 0,4991; MI 0,5271). Já os pontos do rio Paraná (B/ita, P1, P2, P3, P4, P5, P6), principalmente B/ita-I, posicionaram-se negativamente sobre o eixo 1, associados às variáveis transparência da água, silicato, condutividade, velocidade e profundidade. Apenas o ponto P4-I apresentou uma fraca correlação positiva com o eixo 1.

Portanto, o eixo 1 (PC1) reflete a separação entre as condições limnológicas representando os rios Iguaçu e Monday (lado positivo) e aquelas representando os pontos de amostragem situados no rio Paraná (lado negativo).

No eixo dois (PC2) pode ser observada a separação entre o período seco e chuvoso. A temperatura da água apresentou uma forte correlação negativa com todos os pontos do período seco, consequentemente a mesma variável apresenta uma correlação inversa para o período chuvoso. Os pontos de amostragem do período seco, associados aos maiores valores de silicato, transparência da água, condutividade (0,4489), clorofila *a* e material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), se localizaram no lado positivo do eixo 2. No lado negativo do mesmo eixo, ordenaram-se os pontos de amostragem do período chuvoso, os quais se associaram principalmente aos elevados

valores de profundidade (-0,3831), temperatura da água, velocidade, nitrogênio e fósforo total.

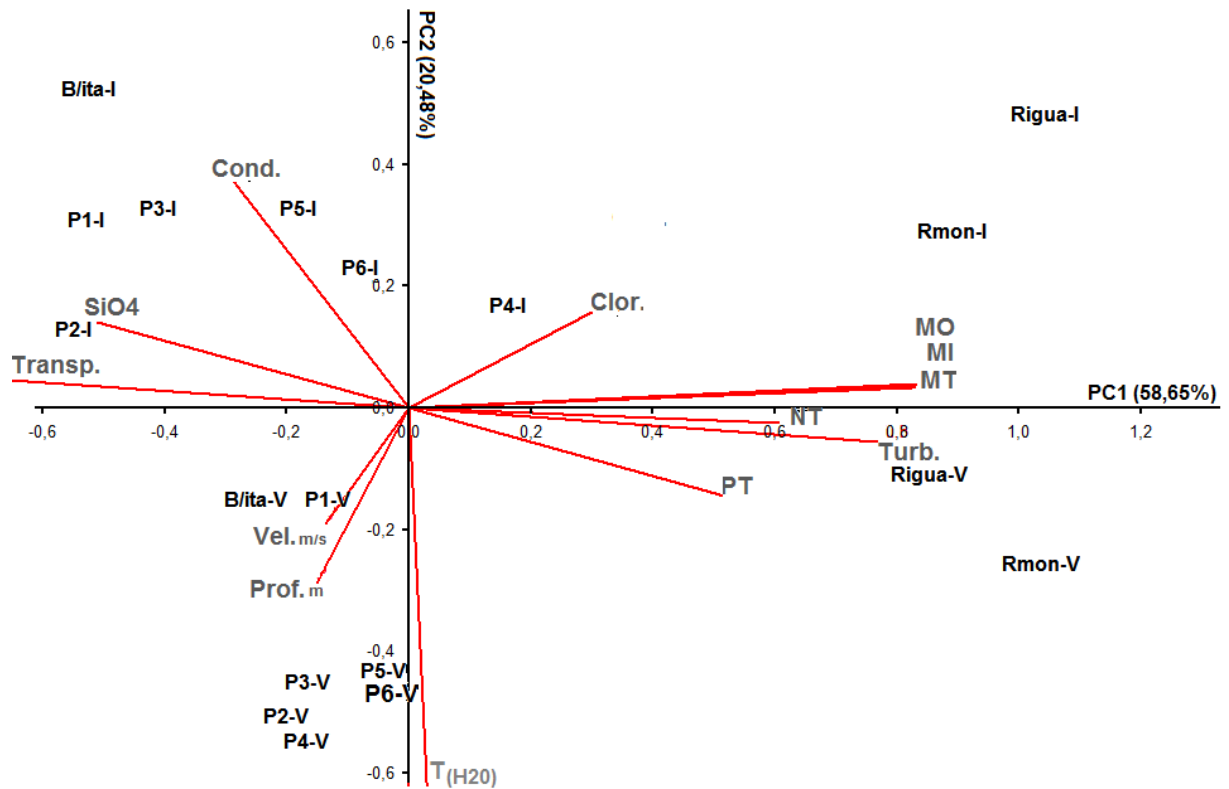


Figura 17. Biplot da ACP (eixos 1 e 2) dos pontos de amostragem com as variáveis limnológicas. I indica período seco e V período chuvoso. Para os vetores: Clor= clorofila a, SiO4= Silicato, Cond= condutividade, Turb= turbidez, T(H2O)= temperatura da água, Trasnp.= transparência da água, NT= nitrogênio total, PT= fósforo total, Vel.= velocidade de corrente, Prof.= profundidade, MT= material em suspensão, sendo MO= frações orgânicas e MI= frações inorgânicas.

Tabela 2. Correlações das variáveis limnológicas com os componentes principais PC1 e PC2 (n=15).

Variável	Componentes principais	
	PC1	PC2
Nitrogênio total	0,2313	-0,0799
Fósforo total	0,2784	-0,2493
Clorofila a	0,1033	0,1268
Velocidade de corrente m/s	-0,1350	-0,2713
Silicato	-0,0852	0,0757
Sólidos em suspensão	0,4991	0,1716
Material orgânico	0,2219	0,0817
Material inorgânico	0,5271	0,1811
Condutividade	-0,2330	0,4489
pH	-0,0071	-0,0005
Turbidez	0,3580	-0,1654
Oxigênio dissolvido	0,0284	-0,0191
Temperatura da água	-0,0106	-0,2890
Transparência da água	-0,2029	0,0899
Profundidade (m)	-0,1647	-0,3831
Autovalores (%)	58,65	20,48

4.3

Discussão

As características físicas, químicas e biológicas dos rios dependem de sua interação com a bacia hidrográfica e das flutuações na hidrologia regional. Deve-se considerar também a mudança no regime hidrodinâmico decorrente do represamento dos rios, as quais refletem a transformação de um sistema aberto e de transporte unidirecional, para um sistema fechado dependente do regime de operação (Vannote *et al.*, 1980; Ward, & Stanford, 1983; Agostinho *et al.*, 1997; Tundisi, 2004; Nogueira *et al.*, 2006). Outro aspecto importante a ser considerado é a influências das atividades humanas nos processos físicos e químicos destes corpos da água (Johnson *et al.*, 1995).

Informações sobre o rio Paraná podem ser encontradas em vários estudos limnológicos, principalmente para o reservatório de Itaipu e a planície de inundação do alto rio Paraná localizada a montante (Agostinho *et al.*, 2002; 2004; Agostinho *et al.*, 1999). Contudo, o presente estudo é o primeiro, que se tem conhecimento, visando uma análise da distribuição longitudinal das condições limnológicas e assembléias zooplancônicas a jusante do reservatório de Itaipu e incluindo as contribuições dos rios Iguaçu e Monday.

As oscilações nos níveis hidrométricos (período seco e chuvoso) foram determinantes para as mudanças das características limnológicas do sistema estudado. Tais variações sazonais estão associadas a diferenças no balanço dos processos de produção e respiração e padrões de ciclagem de nutrientes dos vários habitats dos reservatórios e da calha dos rios (Neiff, 1990; Thomaz *et al.*, 1992; Nogueira *et al.*, 2002; Henry *et al.*, 2006).

Os pontos de amostragem localizados no rio Paraná, no reservatório de Itaipu e imediatamente à jusante da barragem (B/ita, P1, P2 e P3), apresentaram valores distintos para quase todas as variáveis estudadas, quando comparados aos rios tributários (rios Iguaçu e Monday) e trecho após a entrada dos tributários (P4, P5 e P6). Esses resultados evidenciam a importância dos estudos em escala da bacia hidrográfica que podem, entre outros aspectos, evidenciar a influência de condições locais e regionais de declividade, tipo do solo e impactos de natureza antrópica (Moretto & Nogueira, 2003).

Um dos principais fatores físicos a serem considerados nos estudos limnológico de ambientes fluviais é a velocidade de corrente. Esta afeta a deposição de partículas, o transporte de nutrientes e o deslocamento de organismos, os quais possuem adaptações morfológicas evolutivamente selecionadas para viver nesses ambientes (Allan, 1995; Tundisi, 2008). A velocidade de corrente foi uma das variáveis estudadas neste trabalho que apresentou maior amplitude de variação quando comparados os pontos do rio Paraná com rios Iguaçu e Monday. A velocidade de corrente máxima registrada neste estudo foi de 2,6 m/s, no período (valor médio do ponto P3-V) e pode ser considerada extremamente alta e fora do padrão para os rios brasileiros. Contudo, deve ser considerado o fato do rio Paraná ser o décimo maior do mundo em descarga (5.10^8 m³/ano), fazendo com que possua um fluxo muito intenso.

A influência da sazonalidade sobre os dados de temperatura do ar foi nítida, com uma amplitude de variação entre julho e janeiro de aproximadamente 10°C. Isto demonstra que a influência da temperatura atmosférica é de fato um fator importante a ser considerado quando se estuda ecossistemas aquáticos localizados nas latitudes subtropicais. Padrão similar aos de variação sazonal foi encontrado por Agostinho *et al.*, (1997) na barragem de Itaipu, Brigante e Espídola (2003) no rio Mogi-guaçu no estado de São Paulo e Pagioro *et al.* (2005) em reservatórios da serra do Mar no estado do Paraná.

A temperatura da água em ecossistemas lóticos e lênticos pode variar significativamente, tanto diariamente como estacionalmente, devido a fatores como latitude, altitude, estações do ano, período do dia e profundidade. Por sua vez, mudanças na temperatura e densidade da água levam às alterações temporais na dinâmica dos nutrientes, respostas fisiológicas e distribuição dos organismos e na coluna da água (Esteves, 1998).

A temperatura da água a jusante de barragens de hidrelétricas podem apresentar variações significativas, dependendo da vazão defluente total e turbinada, condições de estratificação e da altura de tomada de água para as turbinas (Tundisi, 2008; Naliato *et al.*, 2009). No entanto, no presente estudo a distribuição longitudinal da temperatura da água, a partir do ponto da barragem de Itaipu, apresentou pouca variação, de menos de um grau Celsius entre os pontos de amostragem.

Tanto para o período de inverno, como para o verão, observou-se que os tributários Iguaçu e Monday apresentaram água com temperatura inferior a do rio Paraná. No período seco não se observou mudanças de temperatura nos pontos pós-

tributários (P5, P5 e P6) devido a entrada de diferente massa de água. Já no período chuvoso, as águas frias dos tributários influenciam na temperatura dos pontos pós-tributários, com a diminuição de 1°C.

Quanto aos valores de condutividade elétrica da água, os valores entre os pontos foram homogêneos, com 60 uS/cm no período seco e 30 uS/cm no período chuvoso. As únicas exceções foram o rio Monday, que apresentou valores mais baixos no inverno e verão, e Iguaçu, com valor mais baixo no verão. Esses valores são considerados intermediários do ponto de vista da limnologia regional. A diminuição da condutividade elétrica no verão deve estar associada ao aumento da vazão, o que provoca um aumento da diluição dos íons na massa de água.

Em um estudo comparativo de rios da bacia do Prata, Pedrozo *et al.*, (1988) observaram grandes diferenças em relação à condutividade elétrica. O rio Bermejo apresentou valores de condutividade próximos a 446 uS/cm, rio Paraguay 111 uS/cm e Paraná 41 uS/cm. O autor atribui essas diferenças à geologia local, no caso dos altos valores do rio Bermejo, e aos reservatórios hidroelétricos, quando se trata dos baixos valores do rio Paraná.

Vale lembrar, que os valores de condutividade diferenciados entre o rio Paraná, Iguaçu e Monday, devem ser influenciados por características locais não consideradas nesse estudo. Como por exemplo, condições geomorfológicas particulares das três bacias hidrográficas— tipo de solos, sedimento e formação do leito dos rios.

O valor de pH representa o balanço iônico no ambiente aquático, sendo uma variável diretamente relacionada às condições da capacidade de tamponamento do ambiente. Os valores encontrados nos pontos de amostragem, em geral, apontam uma leve oscilação entre valores ácidos → neutros → alcalinos, resultados similares aos verificados por Agostinho *et al.*, (1997) para o reservatório de Itaipu e Márquez *et al.*, (2003) para o rio Piraquara situado na bacia hidrográfica do rio Iguaçu.

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido na água é uma variável extremamente importante, uma vez que a maioria dos organismos necessita deste elemento para a respiração.

Os valores de oxigênio dissolvido registrados no presente estudo foram elevados e não houve grande diferença entre os diferentes pontos em um mesmo período de amostragem. Na maioria dos pontos do rio Paraná os valores foram maiores no período chuvoso, provavelmente devido aos altos valores de corrente e vazão. Já na zona da barragem Itaipu, se observou o contrário. Agostinho *et al.* (1999) também observaram menores

concentrações de oxigênio dissolvido no período chuvoso e maiores concentrações no período de seco neste mesmo reservatório.

Da mesma forma que a zona da barragem, os rios Iguaçu e Monday também apresentaram valores de oxigênio mais baixos no período chuvoso. Nesse caso, valores de oxigênio mais altos no inverno podem ter sido positivamente influenciados pela menor temperatura desses rios.

Cabo *et al.* (2003) encontraram valores bem abaixo dos registrados na presente pesquisa, ao estudarem a região do baixo rio Paraná, com valores de $4,6 \text{ mg L}^{-1}$ no verão e o máxima de $8,2 \text{ mg L}^{-1}$ no período de inverno.

Analisando-se a distribuição longitudinal do oxigênio durante o verão observa-se um considerável aumento (ca. 3 mg L^{-1}) entre a zona da barragem e os dois primeiros pontos de jusante (P1, P2). Pulsos a jusante, devido à abertura de comportas e/ou aumento do turbinamento, podem ocasionar aumentos da concentração de oxigênio a jusante, inclusive com supersaturação e consequentemente mortalidade de peixes (Agostinho *et al.*, 1999; Tundisi, 2008; Naliato *et al.*, 2009).

Nas últimas cinco décadas um grande número de reservatórios foi construído no rio Iguaçu e trecho superior do rio Paraná, regulando quase que completamente as condições de vazão. Esses reservatórios atuam na retenção de sedimentos e nutrientes principalmente na região lacustre. No entanto, as concentrações de material orgânico e particulado, assim como de nutrientes, tendem a se reestabelecer à medida que se distanciam do eixo das barragens. Esta tendência foi observada em nosso estudo.

Para a represa da Pampulha (Belo Horizonte), Barbosa *et al.* (1998) registraram retenção dos nutrientes que chegam via tributários variando entre 76,7% a 78,0% para o nitrogênio e entre 86,0% e 97,4% para o fósforo. Outros trabalhos analisando a retenção e/ou exportação de nutrientes e sedimento em reservatórios tropicais são os de Henry *et al.*, (1996); Barbosa *et al.*, (1999); Nogueira *et al.*, (2002) e Feitosa *et al.*, (2006). Há também relatos para reservatórios chineses como as pequenas hidroelétricas instaladas no rio Xiangxi, um dos tributários do rio Yangtze (Zhou, 2008).

O nitrogênio e o fósforo são elementos de extrema importância nos sistemas biológicos, e em águas continentais são fatores limitantes de produtividade (Esteves, 1998). O nitrogênio pode ser oriundo de fontes naturais, como o material orgânico e inorgânico de origem alóctone, pela fixação do nitrogênio atmosférico (bactérias e cianobactérias) ou ser de origem antrópica. O fósforo além das fontes naturais, como

minerais primários, pode se originar de fontes artificiais como esgotos domésticos e industriais.

Os baixos valores de concentração do nitrogênio encontrados no reservatório de Itaipu, quando comparados aos dos rios Iguaçu e Monday, sugerem uma rápida ciclagem destes elementos em ambientes lênticos, sendo boa parte assimilada pelos organismos especialmente o fitoplâncton (Reynolds, 1984; Esteves, 1998; Agostinho *et al.*, 1999).

As concentrações de nitrogênio total encontradas na Barragem de Itaipu (B/ita) e pontos imediatamente a jusante (P1, P2 e P3), durante o inverno, se aproximam dos valores médios observados anteriormente por Agostinho *et al.*, (1997) neste mesmo reservatório, em torno $333\mu\text{g L}^{-1}$. No verão os valores estiveram um pouco mais elevados, sendo registrado na barragem o valor de $441,80\mu\text{g L}^{-1}$. Um decréscimo nas concentrações de nitrogênio ocorre logo após a barragem, seguido de um aumento a partir do ponto P3, o que sugere uma contribuição dos tributários e o restabelecimento de características lóticas.

A análise comparativa do nutriente fósforo total avaliados neste trabalho revelou que nos pontos dos rios Iguaçu e Monday os valores de concentração são quase duas vezes maiores que nos pontos de amostragem na barragem de Itaipu no rio Paraná. Moresco & Rodrigues (2006) e Blettler & Bonecker (2007) encontraram valores similares para os reservatórios do Iraí, Segredo e Mourão, todos da bacia do rio Iguaçu.

A concentração desse nutriente em ambientes aquáticos lênticos, pode estar associada a uma combinação de fatores, entre eles a absorção do mesmo pelos organismos (principalmente da comunidade fitoplacntônica) e incorporados à sua biomassa, e após a morte destes, seus detritos seriam depositados no sedimento. Estes poderiam ser liberados do sedimento, após a decomposição, e transportados para a coluna da água, onde seriam reassimilados (Agostinho *et al.*, 1999 e Andrade *et al.*, 1988; Esteves, 1988). Em reservatórios profundos, como o de Itaipu, a abertura de comportas com saída de águas hipolimnéticas produz liberação de fósforo a partir do sedimento e exportação à jusante. Esse fato não foi observado em nosso estudo.

A dinâmica do fósforo em águas continentais, principalmente em ambientes lóticos, não tem sido claramente elucidada. Ambientes de águas correntes e turbulentas podem carrear grandes quantidades de material particulado suspenso, influenciando diretamente a concentração de fósforo, pois processos de sorção (ação de absorção e adsorção) mantêm as espécies de fósforo associadas ao hidróxido de ferro e alumínio.

Sendo assim, sob condições de altas quantidades de material particulado, a assimilação do fosfato por fitoplâncton tem influência menor sobre a sua mobilização, uma vez que a penetração de luz é insuficiente para sustentar a fotossíntese (Fox, 1991; 1993).

De acordo com Barbosa *et al.* (1998), as características limnológicas da rede hidrográfica dos tributários aos reservatórios, permite a identificação de possíveis pontos de poluição e também de impactos ambientais – como remoção de mata ciliar – e, conseqüente, a elaboração de planos e programas de recuperação.

Para o conjunto de dados obtidos neste trabalho, a quantidade de fósforo total apresenta correlação positiva com os sólidos em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), como pode ser observado na análise de componentes principais. Isto sugere que a concentração elevada de fósforo total encontrada nas águas dos rios Iguaçu e Monday tem relação com os compostos orgânicos e inorgânicos, e estes provavelmente estão associados a descargas antrópicas.

Segundo Souza Filho & Stevaux (1997), a descarga de sólidos do rio Paraná está em torno de 30 milhões de tonelada por ano, sendo 10% referente a carga de fundo e a carga suspensa varia de acordo com os picos de cheia.

As concentrações de material particulado na água, com interferência direta na turbidez e transparência (medida através do Disco de Secchi), também constitui um fator importante e limitante para a produção primária. A radiação solar, ao penetrar na coluna da água, é submetida a profundas alterações na sua intensidade e qualidade espectral, influenciando diretamente nas taxas de fotossíntese (Calijuri & Tundisi, 1990; Esteves, 1988).

Os rios Iguaçu e Monday se mostraram tributários importantes para o aporte de nutrientes e sólidos em suspensão, uma vez que é nítida a contribuição dos mesmos nos valores de sólidos totais (frações orgânicas e inorgânicas) nos pontos de amostragem situados pós-tributários (P4, P5 e P6).

O material em suspensão nos pontos de amostragem foi predominantemente do tipo inorgânico, em ambos os períodos de estudo. Em geral os valores de material em suspensão foram mais elevados no inverno, comparado ao verão. Os valores de material em suspensão também foram destacadamente mais elevados nos tributários, em ambos os períodos.

O padrão observado para esse estudo, não foi o mesmo observado por Brigante & Espíndola (2003). A partir de dados obtidos no rio Mogi-guaçu os autores

verificaram uma maior contribuição da fração inorgânica do material em suspensão durante o período de chuvas.

Stevaux *et al.* (2009), em estudando o rio Paraná no trecho de jusante do reservatório de Porto Primavera, apontaram uma drástica diminuição nos sólidos em suspensão com o fechamento deste reservatório. No ano de 1988 para 1999, os autores encontraram concentrações com valores médios de 30 mg L^{-1} , já em um estudo nos anos de 2002 para 2003 esses valores tiveram uma média de $0,85 \text{ mg L}^{-1}$.

Os menos valores de sólidos em suspensão encontrados no reservatório de Itaipu (B/ita), e nos três primeiros pontos jusante do mesmo, podem estar relacionados à retenção seletiva de sólidos pelo barramento: toda carga de fundo é depositada no reservatório e parte dos sólidos em suspensão passa para a jusante, conforme comentado anteriormente. Feitosa *et al.*, (2006) no sistema cascata do rio Paranapanema – estado de São Paulo, também identificaram a retenção desses elementos.

Os valores de sólidos em suspensão presentes nas águas continentais podem ser resultados da soma das contribuições tanto natural, representados pelo intemperismo físico e químico das rochas, quanto antrópica, associada à erosão e à lixiviação do solo da bacia e seu transporte por meio da drenagem superficial.

É comum o desenvolvimento de cultivos agrícolas junto aos corpos de água, desrespeitando-se os limites estabelecidos para área de mata ciliar. Assim dados de sólidos suspensos, transparência e turbidez, obtidos neste e em outros trabalhos, revelam a vulnerabilidade das paisagens, em especial no que se refere à retirada indiscriminada da cobertura vegetal e o desenvolvimento de culturas temporárias que exigem grande movimentação do solo (Feitosa *et al.*, 2006; Nogueira *et al.*, 2006).

Segundo Wetzel (2001) a turbidez da água é a medida que expressa a perda da penetração da luz em um ambiente aquático. Os altos valores de turbidez podem afetar a qualidade da água, reduzindo a transparência, diminuindo a capacidade de fotossíntese, e diminuindo a eficiência de predação dos peixes pela redução da orientação visual (Agostinho *et al.*, 1997; Brigante & Espídola, 2003).

A turbidez foi umas das variáveis estudadas que apresentou uma elevada variação entre os períodos seco e chuvoso. Para os pontos da barragem de Itaipu (B/ita) e os três pontos jusante da mesma (P1, P2 e P3), observa-se que no período das chuvas (verão 2010) os valores foram duas vezes mais elevados quando comparados aos valores de águas baixas (inverno 2009). Ainda, no período de águas baixas é possível observar que houve uma grande contribuição dos rios Iguaçu e Monday nos valores de

turbidez dos pontos situados no rio Paraná pós-tributários (P4, P5 e P6), fato que não aconteceu para o período de cheia. Apenas o rio Iguaçu apresentou valor de turbidez mais elevado durante a coleta de inverno.

Em relação aos valores de transparência da água, obtida através do disco de Secchi, os resultados da análise de componentes principais, apontaram uma forte correlação com as variáveis turbidez e sólidos em suspensão, conforme esperado. Estas variáveis, por sua vez, influenciam na porção iluminada da coluna da água determinando a profundidade da zona eufótica e limitando a produtividade primária do local.

A concentração de clorofila *a* pode expressar indiretamente a produtividade primária, sendo esta um processo complexo influenciado por fatores bióticos: (i) taxa de reprodução do fitoplâncton e predação; e fatores abióticos: (ii) radiação solar, temperatura, nutrientes e, além destes, alguns gases dissolvidos como o oxigênio (O₂), gás carbônico (CO₂) e Metano (CH₄) (Henry, 1990; Esteves, 1998).

Os resultados da concentração de clorofila *a* apontaram diferenças entre os períodos de estiagem (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). Com exceção da zona de barragem de Itaipu e rio Monday, os valores foram maiores no inverno. Valores mais elevados ocorreram nos rio Iguaçu (inverno) e Monday (inverno e verão), comparado aos pontos do rio Paraná, e coincidindo com concentrações mais elevadas de nutrientes.

O silicato é um nutriente que pode ser limitante ao desenvolvimento da biomassa fitoplanctônica, em especial das diatomáceas. Estas algas estão entre os produtores primários mais importantes dos ambientes aquáticos, e absorvem o silicato para a produção de suas carapaças (Allan, 1995).

As concentrações de sílica reativa estão relacionadas principalmente com a decomposição de minerais de alumínio, que são mais freqüentes em rochas sedimentares do que rochas magmáticas (Esteves, 1998).

Diferente do nitrogênio total e fósforo total o silicato apresentou menores valores nos rios Iguaçu e Monday, comparados aos pontos de amostragem situados no rio Paraná. Provavelmente este padrão está associado a condições específicas dos substrato geológico das respectivas sub-bacias.

Em todos os pontos de coleta as concentrações de silicato foram maiores durante o inverno, comparado ao verão. Provavelmente, este fato está associado às menores concentrações de fitoplâncton no lago de Itaipu durante o inverno (ver dados de

clorofila), levando a uma menor taxa de incorporação de sílica e sua exportação à jusante.

Por fim, rios são ambientes cuja água, os nutrientes, os sedimentos e os organismos fluem continuamente através de sua seção e com certa velocidade (Neiff, 1990) e também se alteram com a entrada de tributários. A presença de reservatórios certamente influencia no transportes desses componentes, levando as mudanças nas características estruturais e processos funcionais.

Os resultados obtidos no presente estudo confirmam as hipóteses formuladas inicialmente de que os parâmetros físicos e químicos da água diferem significativamente, tanto espacialmente, no gradiente longitudinal entre a zona da barragem de Itaipu, rio Paraná a jusante e zona de influência dos rios tributários – Iguaçu e Monday; como sazonalmente, entre os períodos seco (inverno) e chuvoso (verão). Tais tendências de variação ficaram evidentes através dos resultados das análises de ACP.

Espacialmente, houve uma tendência longitudinal de diminuição da transparência e de aumento do nitrogênio, material suspensão (no inverno) e clorofila (no verão). Destacam-se ainda os aportes diferenciados dos tributários. Nestes últimos pontos observam-se altos valores de concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo total), como também de sólidos em suspensão.

No período seco predominaram valores mais elevados de silicato, transparência, condutividade, clorofila e material em suspensão. No chuvoso foram mais elevados os valores de profundidade, temperatura, velocidade de corrente, nitrogênio e fósforo total.

5

Assembléias zooplanctônicas

5.1

Composição e riqueza de espécies (Copepoda, Cladocera e Rotifera)

Neste estudo foram registrados 71 táxons pertencentes aos três principais grupos do zooplâncton das águas continentais: Copepoda, Cladocera e Rotifera (Tabela 3). O grupo com maior número de táxons foi Rotifera (38), representando 53% do total de táxons registrados, seguido pelos Cladocera, com 20 táxons (28% do total) e Copepoda com 13 táxons (18% do total).

Rotifera foi distribuído em 12 famílias e 20 gêneros. As famílias Lecanidade e Brachionidae, ambas com 10 táxons, foram as mais representativas em número de espécies. Cladocera contabilizou seis famílias e 17 gêneros, sendo Chydoridae a família mais especiosa, porém em menor número de indivíduos. A subclasse Copepoda foi representada pelas ordens Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida, distribuídas em sete gêneros e dez espécies. (Tabela 3).

Além dos três grupos zoológicos mencionados, também foram observados outros invertebrados pertencentes à classe Insecta, e ainda larvas de peixes, principalmente no período chuvoso (verão 2010).

Tabela 3. Composição do zooplâncton (Cladocera, Copepoda e Rotifera) e frequência de ocorrência (F%) dos táxons nos pontos de amostragem durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010). As espécies são consideradas constantes*** quando $F \geq 50\%$, comuns** quando $10\% < F \leq 49\%$ e raras* quando $F \leq 10\%$. + indica presença.

	B/ita (IN) (VE)	P1 (IN) (VE)	P2 (IN) (VE)	P3 (IN) (VE)	P3 (IN) (VE)	R Igua (IN) (VE)	R Mon (IN) (VE)	P4 (IN) (VE)	P5 (IN) (VE)	P6 (IN) (VE)	INVERNO 2009 (IN) F(%)	VERÃO 2010 (VE) F(%)
CLADOCERA												
Sididae												
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	18,52**	77,78***
<i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars, 1901	+								+		0	7,41*
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1967	+										0	3,70*
Daphniidae												
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886	+	+	+	+	+	+		+	+	+	0	74,07***
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> var. <i>rigaudi</i> Richard, 1894	+	+	+	+	+	+		+	+	+	0	62,96***
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902	+	+	+	+	+	+	+		+	+	0	40,74**
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	22,22**	77,78***
Bosminidae												
<i>Bosmina freyi</i> De Melo & Hebert, 1994	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	48,15**	37,04**
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	+	+			+	+			+	+	25,93**	25,93**
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	48,15**	40,74**
Moinidae												
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	+	+						+	+	+	0	22,22**
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899							+		+		0	7,41*
Chydoridae												
<i>Alonella</i> cf. <i>dadayi</i> Birge, 1910			+	+		+	+			+	3,70*	25,93**
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862		+	+		+						7,41*	0

Tabela 3. Continuação.

	B/ita		P1		P2		P3		R Igua		R Mon		P4		P5		P6		INVERNO		VERÃO	
	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	2009 (IN)	F(%)	2010 (VE)	F(%)
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)			+																3,70*		0	
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862								+											3,70*		0	
<i>Ephemeroporus hybridus</i> (Daday, 1905)											+								0		7,41*	
<i>Leydigia ciliata</i> Berabén, 1939						+							+						7,41*		0	
<i>Leydigia propinqua</i> Sars, 1903								+											3,70*		3,70*	
Ilyocryptidae																						
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882											+								0		7,41*	
COPEPODA																						
Calanoida																						
<i>Notodiaptomus henseni</i> (Dahl, 1894)	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	48,15**		77,78***	
<i>Notodiaptomus itheringi</i> (Wright, 1935)	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	55,56***		74,07***	
<i>Notodiaptomus</i> ♀ sp.	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	77,78***		70,37***	
<i>Argyrodiaptomus</i> ♀ sp.	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+	+	+	+	+	+	29,63**		81,48***	
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i> Wright, 1935	+	+	+	+			+						+	+	+	+	+	+	7,41*		55,56***	
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Sars, 1901)	+	+	+	+			+						+	+	+				3,70*		37,04**	
Náuplio Calanoida	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	85,19***		92,59***	
Copepodito Calanoida	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	77,78***		81,48***	
Cyclopoida																						
<i>Macrocylops albidus albidus</i> (Jurine, 1820)								+			+	+	+	+	+	+	+	+	29,63**		3,70*	
<i>Mesocyclops ogunnus</i> Onabanire 1957	+		+	+	+	+	+						+	+	+	+	+	+	7,41*		74,07***	
<i>Microcylops finitimus</i> Dussart, 1984		+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	37,04**		0	

Tabela 3. Continuação.

	B/ita		P1		P2		P3		R Igua		R Mon		P4		P5		P6		INVERNO	VERÃO
	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	2009 (IN)	2010 (VE)
																			F(%)	F(%)
<i>Paracyclops chiltoni</i> (Thomson, 1882)							+		+										11,11**	0
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	51,85***	81,48***
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowdes, 1934)		+	+	+		+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	55,56***	74,07***
Náuplio Cyclopoida	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,00***	85,19***
Copepodito Cyclopoida	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	66,67***	85,19***
Náuplio Harpacticoida								+		+		+							0	7,41*
Copepodito Harpacticoida								+		+									0	11,11**
Harpacticoida n.i.								+		+		+							0	7,41*
ROTIFERA																				
Brachionidae																				
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943						+			+						+	+	+		18,52**	3,70*
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)											+					+	+		3,70*	3,70*
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	62,96***	85,19***
<i>Keratella cochlearis tecta</i> (Gosse, 1851)											+					+			11,11**	0
<i>Keratella lenzi</i> (Hauer, 1953)	+	+						+			+						+		3,70*	18,52**
<i>Keratella tropica</i> (Apatein, 1907)			+	+						+	+	+							11,11**	3,70*
<i>Plationus patulus patulus</i> (Muller, 1786)									+								+		0	7,41*
<i>Platyonus patulus</i> var. <i>macranthus</i> (Daday, 1905)								+		+			+						0	14,81**
<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)										+	+	+							3,70*	3,70*
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)					+				+	+	+	+		+	+				22,22**	18,52**
Collothecidae																				
<i>Collotheca</i> sp.	+	+	+	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	55,56***	70,37***
Colurellidae																				
<i>Lepadella</i> sp.			+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	59,26***	40,74**
Conochilidae																				
<i>Conochilus unicomis</i> Rousselet, 1892	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	51,85***	25,93**

Tabela 3. Continuação.

	B/ita (IN) (VE)	P1 (IN) (VE)	P2 (IN) (VE)	P3 (IN) (VE)	R Igua (IN) (VE)	R Mon (IN) (VE)	P4 (IN) (VE)	P5 (IN) (VE)	P6 (IN) (VE)	INVERNO 2009 (IN) F(%)	VERÃO 2010 (VE) F(%)
Euchlanidae											
<i>Euchlanis</i> sp.										0	14,81**
Filinidae											
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	59,26***	40,74***
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)		+				+				3,70*	7,41*
Gastropodidae											
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	+		+	+		+			+	29,63**	3,70*
Hexarthridae											
<i>Hexarthra intermédia</i> Włznieŝwki, 1929		+		+		+				11,11**	14,81**
Lecanidae											
<i>Lecane</i> cf. <i>arcula</i> Harring. 1914							+			0	3,70*
<i>Lecane closterocerca</i> cf. (Schmarda, 1859)		+								3,70*	0
<i>Lecane</i> cf. <i>bull</i> a (Gosse, 1851)							+			0	7,41*
<i>Lecane</i> cf. <i>decipiens</i> (Murray, 1913)							+			0	11,11
<i>Lecane</i> cf. <i>flexilis</i> (Gosse, 1886)			+	+		+	+	+	+	11,11**	70,37***
<i>Lecane</i> cf. <i>hamata</i> (Stokes, 1896)	+	+	+	+		+	+			0	18,52**
<i>Lecane</i> cf. <i>ludwigii</i> (Eckstein, 1883)						+	+			0	3,70*
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)		+	+	+	+	+	+	+	+	51,85***	77,78***
<i>Lecane</i> cf. <i>monosyla</i> (Daday, 1897)										0	7,41*
<i>Lecane</i> s cf. <i>ignifera</i> (Jennings, 1986)			+			+	+		+	7,41*	7,41*
<i>Lecane</i> sp.						+	+			0	18,52**
Notommatidae											
<i>Notommata</i> sp.										7,41*	7,41*
Scaridiidae											
<i>Scaridium</i> sp.						+	+	+	+	18,52**	7,41*

Tabela 3. Continuação.

	B/ita		P1		P2		P3		R Igua		R Mon		P4		P5		P6		INVERNO		VERÃO		
	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	(IN)	(VE)	2009 (IN)	F(%)	2010 (VE)	F(%)	
Synchaetidae																							
<i>Ploesoma</i> sp.																							
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943																							
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832																							
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893																							
<i>Synchaeta</i> sp.																							
Testudinellidae																							
<i>Pompholix</i> sp.																							
Trichocercidae																							
<i>Trichocerca</i> sp.																							

De um modo geral, no período chuvoso (verão 2010) ocorreu o maior número de espécies, com exceção do ponto P3-V, no rio Paraná, onde a riqueza (S) foi um pouco mais elevada no inverno. No período seco (inverno 2009) os rios Iguaçu e Monday, seguidos pela barragem, apresentaram menor riqueza de espécies quando comparados aos pontos do rio Paraná. Tal tendência não foi observada no período chuvoso, quando o rio Monday (R Mon-V) apresentou a maior riqueza de espécies entre todos os pontos, sendo em sua maioria de rotíferos. Observa-se que nos rios Iguaçu e Monday, seguidos pela zona da barragem, houve um aumento expressivo da riqueza de espécies entre o período seco e o chuvoso, quando comparados aos pontos do rio Paraná (Figura 18).

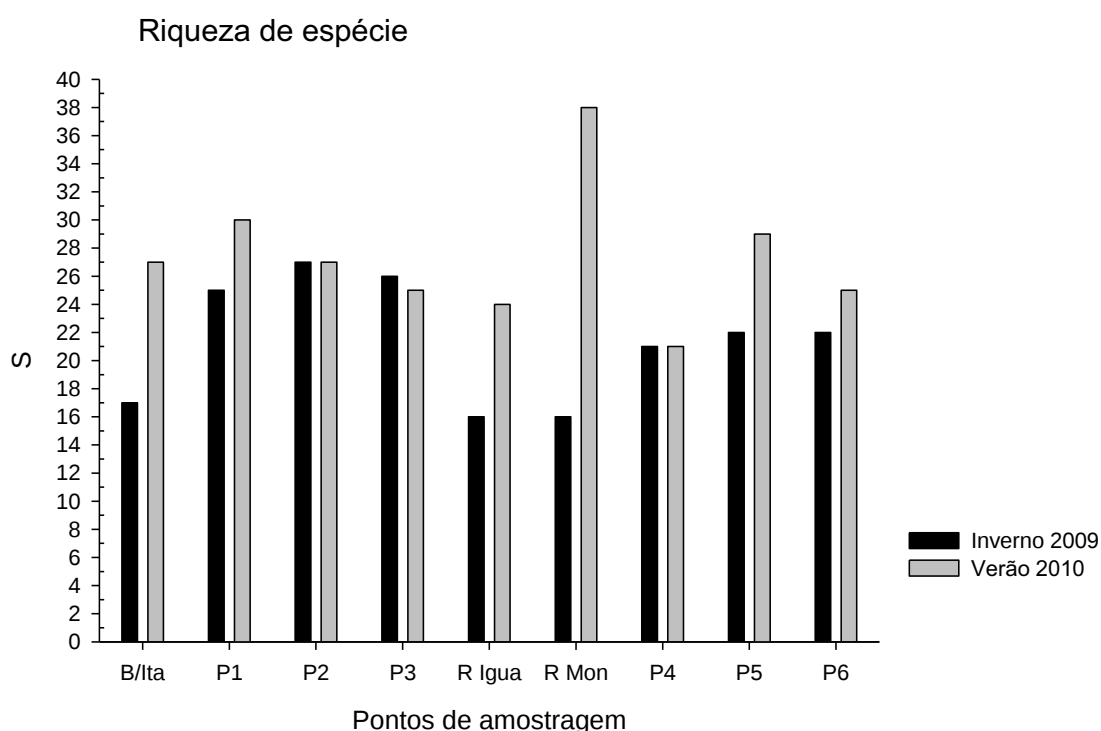


Figura 18. Riqueza de espécies do zooplâncton, considerando os grupos de Cladocera, Copepoda e Rotifera, nos pontos de amostragem dos rios Paraná, Iguaçu e Monday, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.1.1

Riqueza - Resultados da ANOVA "two-way" (Copepoda, Cladocera e Rotifera)

Em relação aos grupos zooplanctônicos (Copepoda, Cladocera e Rotifera) analisados neste trabalho, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) na riqueza de espécies de Copepoda ($F=19,2929$ $p=0,0000$) e Cladocera ($F=67,0854$ $p=0,0000$), quando comparados os períodos seco e chuvoso (Figura 19 A e B). Houve

um aumento no número de espécies no período chuvoso. Rotífera não apresentou variação significativa na riqueza espécies entre os períodos amostrados.

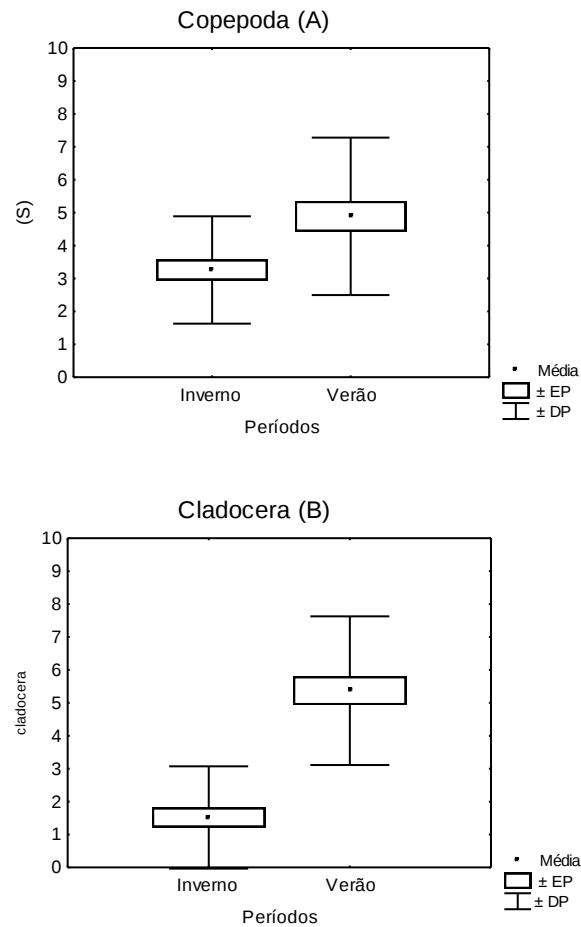


Figura 19 (A e B). Valores médios e desvios padrão ($n=27$, $p<0,05$) da riqueza de espécies de Copepoda (A) e Cladocera (B), considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão.

Entre os pontos de amostragem, considerando os dados de inverno e verão, a riqueza de espécies apresentou variação significativa para os três grupos: Copepoda ($F=9,0857$ e $p=0,0000$), Cladocera ($F=2,6555$ e $p=0,0176$) e Rotífera ($F=3,3349$ e $p=0,0045$) (Figura 20 A, B e C). Para os copépodos, houve uma riqueza bem mais baixa nos pontos de amostragem dos rios Iguaçu (R Igua) e Monday (R Mon), já os maiores valores médios ocorreram na barragem de Itaipu (B/ita) e ponto do rio Paraná mais a jusante (P6). Para os rotíferos ocorreu o padrão inverso, uma vez que os maiores valores de riqueza ocorreram nos rios Iguaçu e Monday. Cladocera registrou o maior valor de riqueza na barragem de Itaipu (B/ita) e o menor valor no rio Iguaçu (R Igua).

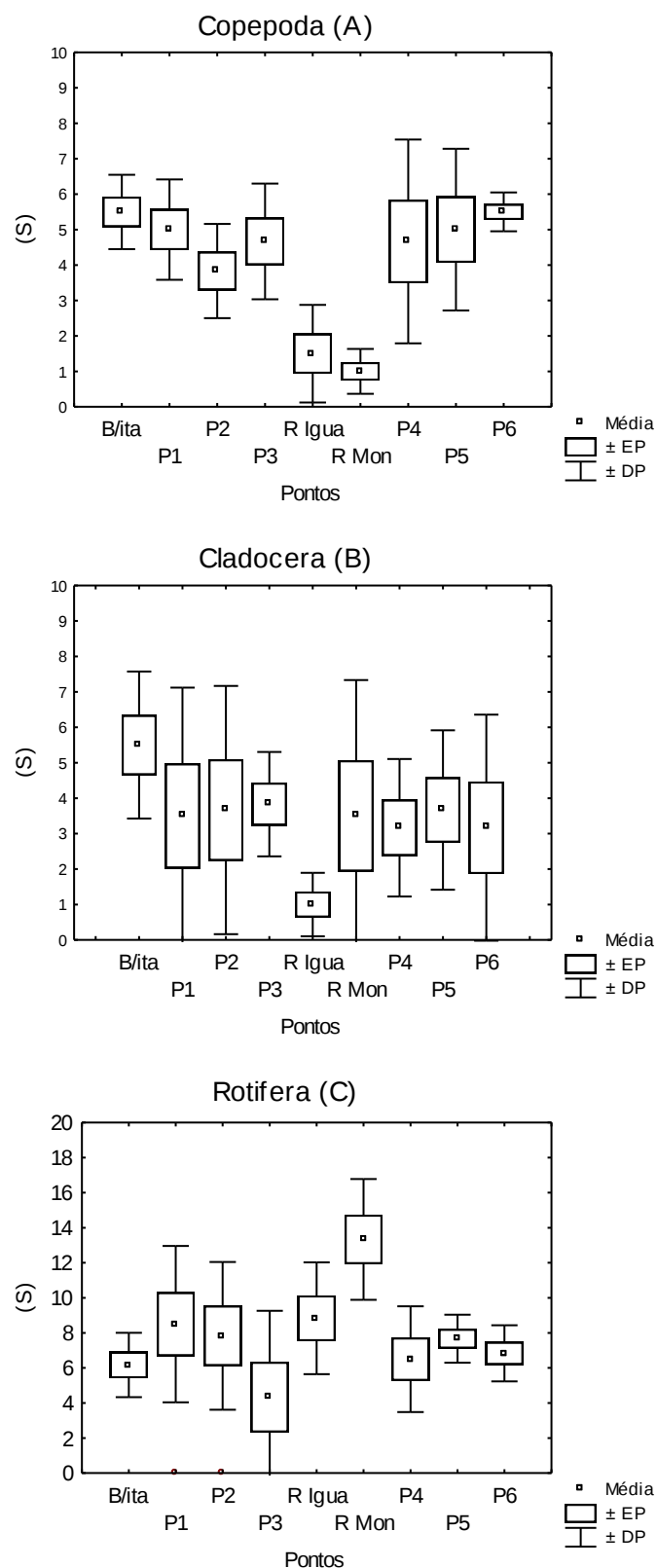


Figura 20 (A, B e C). Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) da riqueza de espécies de Copepoda (A), Cladocera (B) e Rotifera (C), considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferença entre as escalas.

5.1.2

Abundância absoluta e relativa (Copepoda, Cladocera e Rotifera)

Em geral a abundância total dos indivíduos (valor médio entre as réplicas) (Figura 21) foi maior no período chuvoso (verão 2010) comparado ao período seco (inverno 2009). Exceção ocorreu no ponto da barragem de Itaipu onde foi observado um número bem mais elevado de indivíduos no inverno (o maior registrado no trabalho). O menor valor de abundância foi registrado no rio Iguaçu no período seco.

Longitudinalmente, no período seco houve uma acentuada diminuição na abundância nos pontos a jusante da barragem de Itaipu no rio Paraná (P1 ao P6) (Figura 21). No período chuvoso, embora de forma menos evidente, ocorreu o mesmo padrão na diminuição da abundância a jusante do reservatório. No rio Iguaçu os valores de abundância total foram baixos e similares em ambos os períodos amostrados. O rio Monday apresentou um expressivo aumento na abundância total no período chuvoso, quando comparado ao período seco. As formas jovens de Cyclopoida e Calanoida (náuplios e copepoditos) também foram contabilizadas e identificadas como tal, assim como as fêmeas de *Argyrodiaptomus* sp. e *Notodiaptomus* sp.

Os valores médios de abundância também são apresentados na Tabela 8 em Anexo.

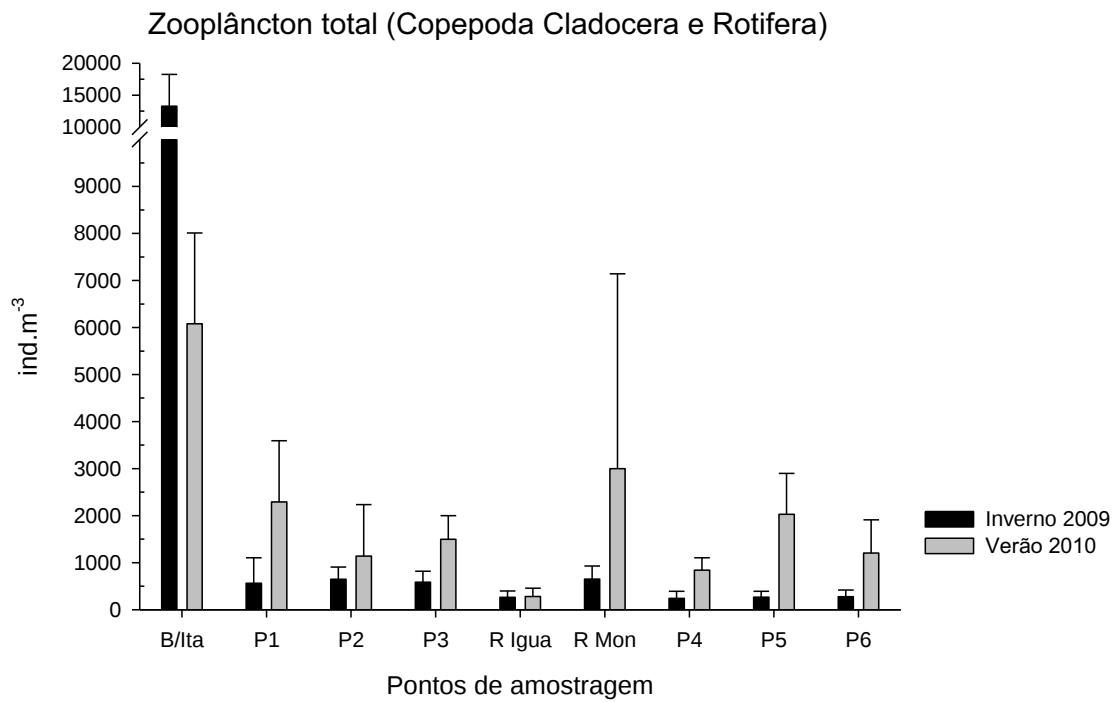


Figura 21. Abundância total (valor médio entre as trélicas) do zooplâncton nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

Os dados de abundância relativa (Figura 22) indicam uma maior contribuição dos Rotifera no período seco (inverno 2009), com exceção dos pontos da barragem e rio Iguaçu, onde prevaleceram os Copepoda. A proporção dos cladóceros foi muito baixa em todos os pontos, sendo um pouco mais elevada na barragem.

No período chuvoso (verão 2010) houve um nítido incremento da proporção de Copepoda, exceto no rio Iguaçu. A proporção de Cladocera também aumentou em todos os pontos, exceto no Monday. Nos pontos do rio Paraná (B/ita, P1, P2, P3, P4, P5 e P6) somando os dois períodos, os copépodos correspondem a 60% da comunidade zooplânctônica, seguido dos rotíferos com 32% e cladóceros 8%. No rio Monday, durante ambos os períodos, os rotíferos foram responsáveis por cerca de 85% da comunidade, padrão que se observa também para o rio Iguaçu. Não há registros de cladóceros no período seco para o rio Monday, sendo tal grupo pobremente representado em todos os pontos de amostragem em ambos os rios.

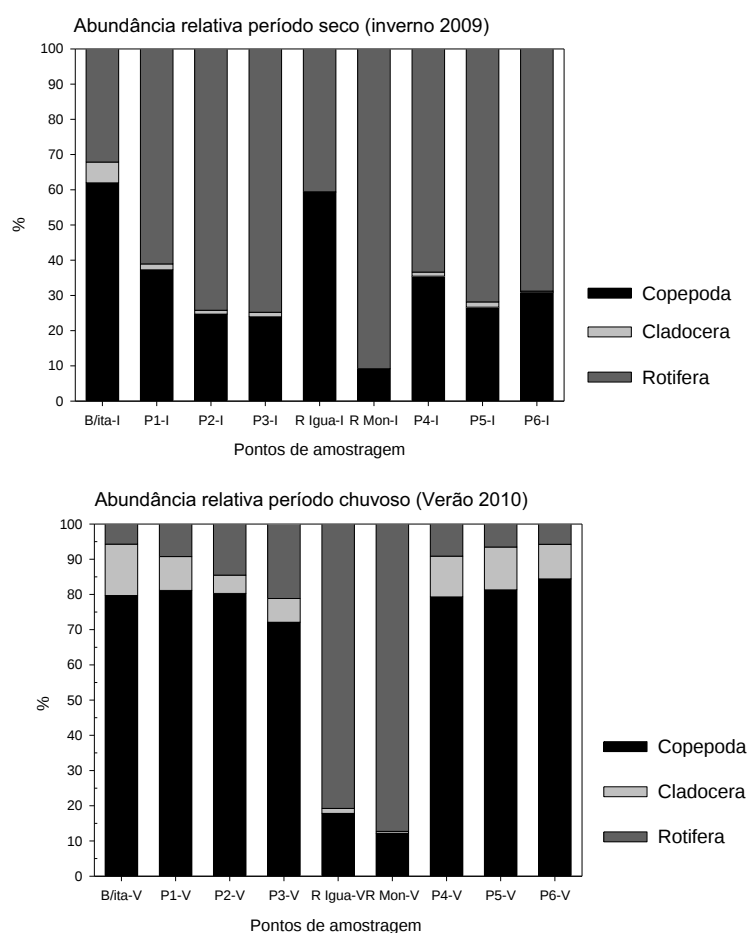


Figura 22.

Abundância relativa dos três grupos do zooplâncton (Copepoda, Cladocera e Rotifera) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.1.3

Abundância – Resultados da ANOVA “two-way” (Copepoda Cladocera e Rotifera)

Diferenças significativas entre os valores médios de abundância ($p < 0,05$) foram encontradas entre os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010) para o grupo dos Cladocera ($F=7,3045$ e $p=0,0097$) e Rotifera ($F=6,7479$ e $p=0,0127$) (Figura 23 A e B). Cladocera apresentou maior valor médio de abundância no período chuvoso, por outro lado, Rotifera obteve a maior média no período seco. Entre os pontos de amostragem a abundância total diferiu significativamente para os três grupos: Copepoda ($F=27,0765$ e $p=0,0000$), Cladocera ($F=24,9877$ e $p=0,0000$) e Rotifera ($F=3,3247$ e $p=0,0046$) (Figura 24 A, B e C). Tanto Copepoda como Cladocera apresentaram maior média na barragem de Itaipu (B/ita), já Rotifera, além deste ponto, apresentou maior valor médio de abundância no rio Monday.

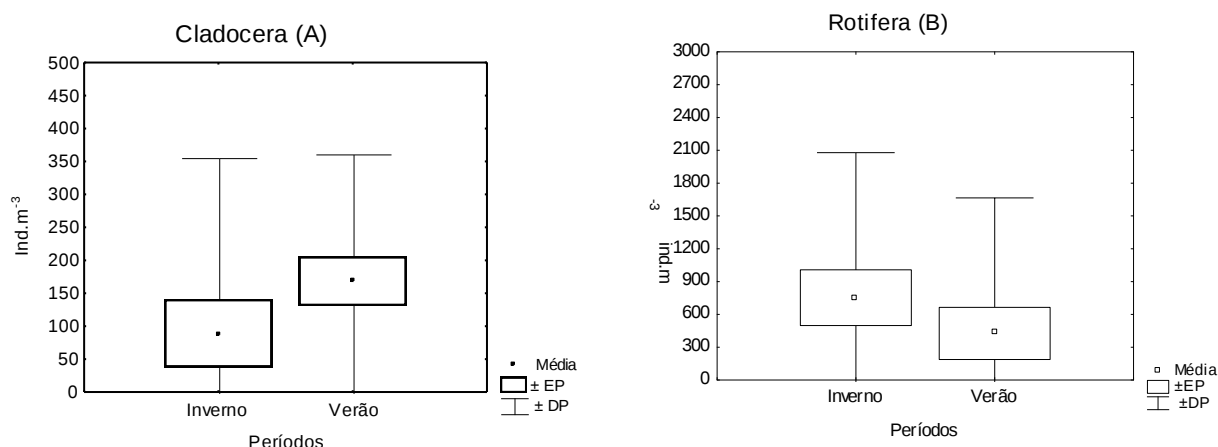


Figura 23 (A e B). Variações da média e desvio padrão ($n=27$, $p < 0,05$) na abundância total para Cladocera (A) e Rotifera (B), considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Notar diferenças entre as escalas.

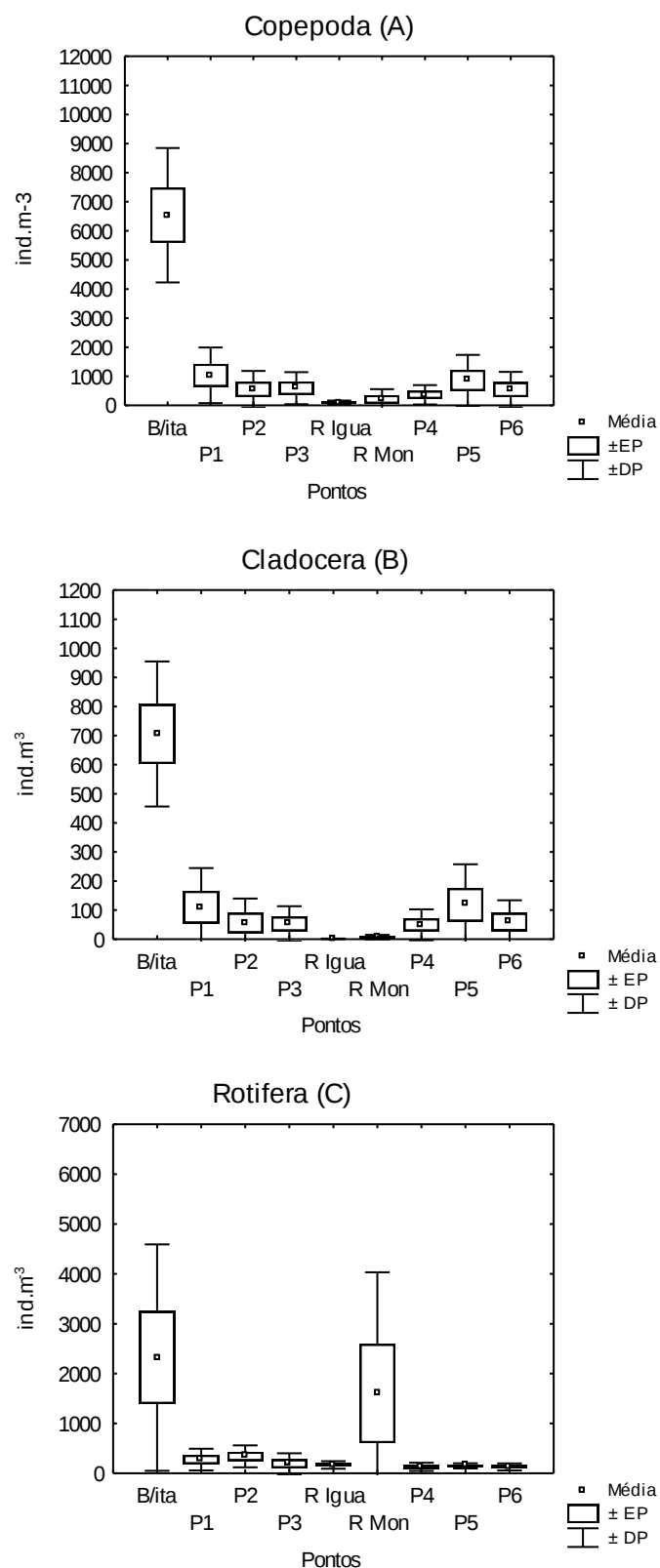


Figura 24 (A, B e C). Variações da média e desvio padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total de espécies de Copepoda (A), Cladocera (B) e Rotifera (C), considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferenças entre as escalas.

5.2

Abundância absoluta e relativa de Copepoda

A subclasse Copepoda foi o grupo com maior abundância total (valor médio entre as tréplicas) registrada neste estudo (Tabela 8 em Anexo). A abundância total deste grupo foi mais expressiva no período chuvoso (verão 2010), porém com duas exceções: o ponto da barragem de Itaipu (B/ita-I) e rio Iguaçu (R Igua-I), nos quais a maior abundância ocorreu no período seco (inverno 2009) (Figura 25).

As formas jovens, copepoditos e, em especial, os náuplios de Calanoida e Cyclopoida, foram mais abundantes durante os dois períodos (seco e chuvoso) quando comparados aos copepódes adultos (Tabela 4). Indivíduos da ordem Harpacticoida foram registrados apenas no período chuvoso, como pode ser visto na Tabela 4.

Entre os pontos de coleta, considerando os dois períodos de amostragem, a barragem de Itaipu (B/ita) apresentou o maior valor de abundância total de copépodes ($13.077 \text{ ind.m}^{-3}$), e o menor foi registrado para o ponto do rio Iguaçu (R Igua – 204 ind.m^{-3}) (Figura 25). Formas jovens e adultas da ordem Harpacticoida foram exclusivas para os pontos do rio Iguaçu e Monday e apresentaram abundância total baixa, comparando-os com Calanoida e Cyclopoida.

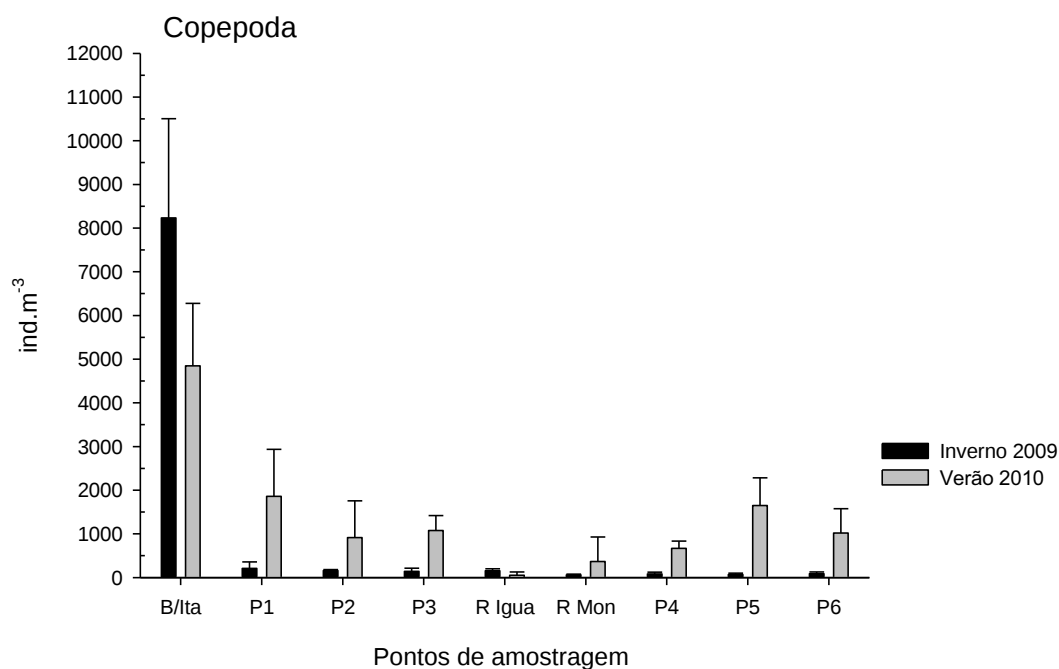


Figura 25. Abundância total (valores médios entre as réplicas) para a subclasse Copepoda nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

Tabela 4. Abundância total (médias entre os pontos) das formas jovens (náuplios e copepoditos) e adultas do grupo Copepoda (Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida), para todos os pontos de amostragem.

para todos os pontos de amostragem							
	Calanoida			Cyclopoida		Harpacticoida	
	Número de indivíduos em m ⁻³						
Período	Náuplio	Copepodito	Adulto	Náuplio	Copepodito	Adulto	Adulto
Seco	2.910	1.781	1.221	2.102	335	851	0
Chuvoso	3.616	1.992	1.964	3.786	534	506	46
TOTAL	6.526	3.773	3.185	5.888	869	1.357	46

Dentre os copépodes, considerando ambos os períodos para todos os pontos de amostragem, a ordem Calanoida representou 62% dos indivíduos, sendo mais abundantes no período chuvoso (verão 2010). A ordem Cyclopoida, representando 38% dos copépodes coletados, sendo estes predominantes nos pontos do rio Iguaçu e Monday. Neste último representou 100% dos indivíduos coletados no período seco (inverno 2009) (Figura 26).

Houve um incremento na proporção dos Calonoida durante o verão, exceto na barragem de Itaipu e rio Iguaçu.

O grupo Harpacticoida correspondeu a menos de 1% (total de 46 ind.m⁻³) dos copépodes amostrados neste trabalho.

Para os Cyclopoida houve uma elevada proporção de náuplios, em relação às demais fases de desenvolvimento (copepoditos e adultos), principalmente inverno e nos rios tributários, onde chegaram a representar 100% dos copépodes Cyclopoida. Apenas na barragem de Itaipu, durante o inverno, a proporção das demais fases foi relativamente maior (Figura 27).

Para os Calanoida, pode-se observar uma proporção um pouco maior de náuplios durante o período seco, exceto na barragem de Itaipu. Já no período chuvoso aumentou a proporção de adultos na maioria dos pontos (Figura 28).

Em geral, nos rios Iguaçu e Monday os náuplios representaram quase 100% dos Cyclopoida encontrados em ambos os períodos. Para Calanoida, no rio Iguaçu os náuplios representaram 100% dos indivíduos observados no período seco, e no período chuvoso houve ausência dos mesmos e presença de copepoditos e adultos. No rio Monday não foram observados indivíduos de Calanoida, e no período chuvoso os náuplios se sobressaem quando comparados a copepoditos e indivíduos adultos (Figura 28).

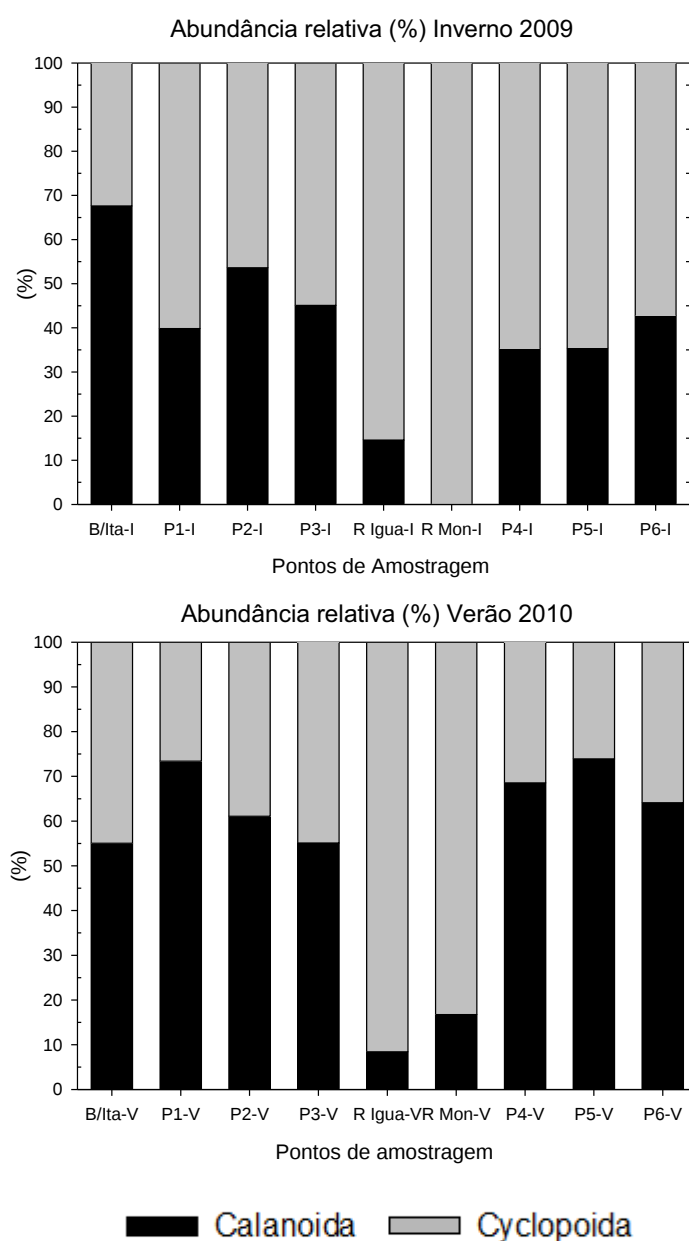
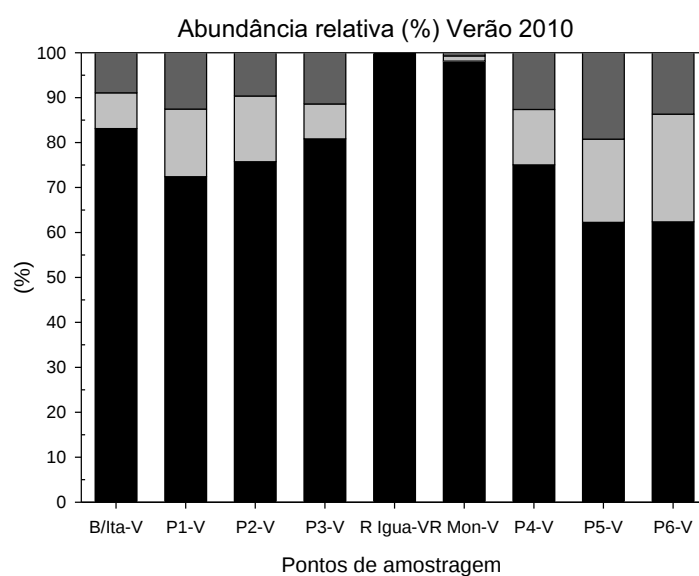
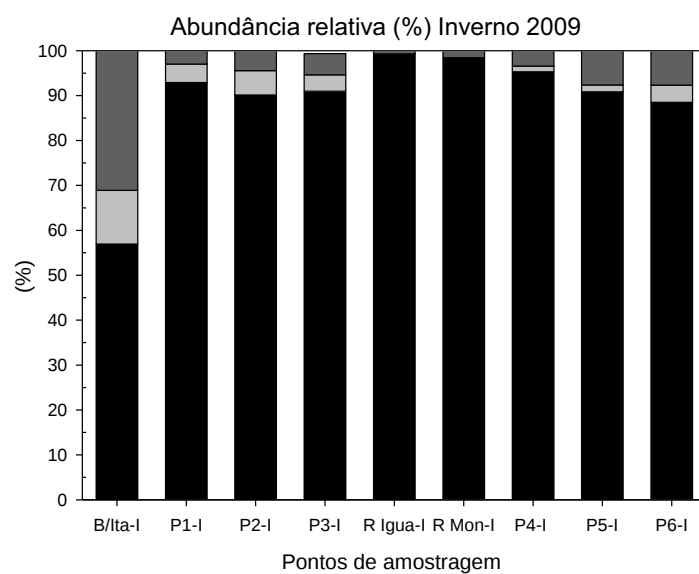
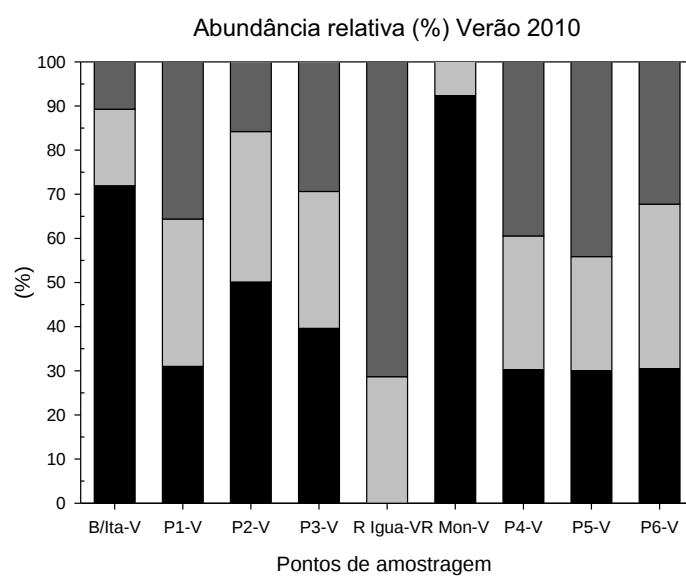
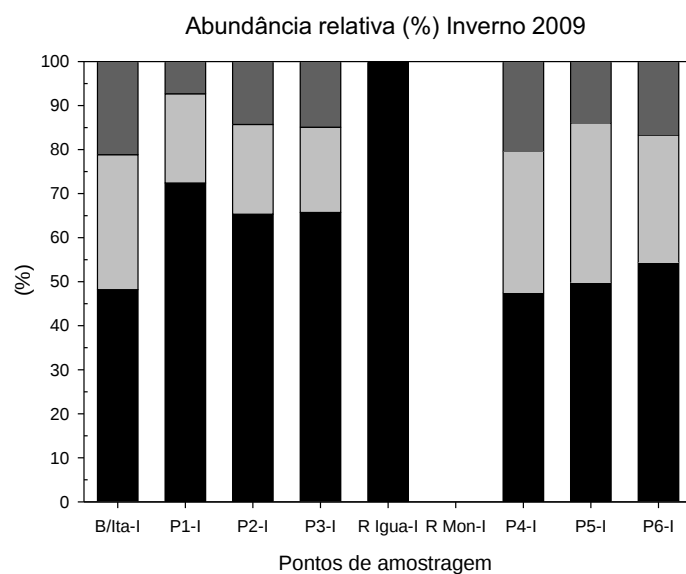


Figura 26. Abundância relativa do grupo Copepoda – relação Calanoida e Cyclopoida, nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).



Náuplio Cyclopoida
 Copepodito Cyclopoida
 Adulto Cyclopoida

Figura 27. Abundância relativa das formas de Cyclopoida (náuplio, copepodito e adulto) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).



Náuplio Calanoida
 Copepodito Calanoida
 Adulto Calanoida

Figura 28. Abundância relativa das formas de Calanoida (náuplio, copepodito e adulto) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.2.1

Resultados da ANOVA “two-way”

Formas jovens de Calanoida e Cyclopoida

Análise ANOVA “two-way”, apontou apenas para náuplios de Cyclopoida variação significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de amostragem (seco e chuvoso), sendo a maior valor médio no número de indivíduos registrado no período chuvoso (Figura 29) (Tabela 5). Em relação aos pontos de amostragem, a abundância total de náuplios e copepoditos apresentou variação significativa para Cyclopoida e Calanoida (Tabela 5).

Os náuplios e copepoditos de Calanoida apresentaram maior valor médio no número de indivíduos ponto da barragem de Itaipu, e menor nos pontos do rio Iguaçu e Monday. Ao analisar a abundância total das formas jovens de Cyclopoida, percebem-se o mesmo padrão, sendo valores altos de variação na barragem de Itaipu e valores menores nos rios Iguaçu e Monday (Figura 30).

Para indivíduos adultos de Copepoda, boa parte das espécies identificadas neste trabalho apresentou variação significativa ($p < 0,05$) na abundância total entre os períodos seco e chuvoso, assim como as fêmeas de *Argyrodiaptomus* sp. Apenas *Notodiaptomus iheringi*, *Microcyclops finitimus*, *Thermocyclops minutus* e *Paracyclops chiltoni* não apresentaram variação significativa entre os períodos. Em geral, os táxons apresentaram maior valor médio no número de indivíduos durante o período chuvoso (Figura 31) (Tabela 5).

Todas as espécies da ordem Calanoida identificadas neste trabalho apresentaram variação significativa ($p < 0,05$) entre pontos de amostragem, bem como as fêmeas de *Notodiaptomus* e *Argyrodiaptomus* (Figura 32). Em relação às espécies de Cyclopoida, somente *Thermocyclops minutus* e *Thermocyclops decipiens* apresentaram variação significativa entre os pontos de amostragem, como pode ser observados na Tabela 5 e Figura 31.

Os maiores valores de abundância foram registrados no ponto de amostragem da barragem de Itaipu (B/ita), para *Thermocyclops minutus*, seguido de *Notodiaptomus* sp. fêmeas.

Tabela 5. Resultados da ANOVA "two-way" (F e p) para a abundância total das espécies de Copepoda que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os pontos de amostragem e durante o período de coleta (seco e chuvoso). *Não apresentaram variação significativa ($p < 0,05$).

	Pontos de amostragem		Períodos de amostragem	
	F	p	F	p
COPEPODA				
Calanoida				
Náuplio Calanoida	53,7984	0,0000	*	*
Copepodito Calanoida	7,7273	0,0000	*	*
<i>Notodiaptomus henseni</i>	4,0633	0,0011	27,0432	0,0000
<i>Notodiaptomus iheringi</i>	5,4976	0,0001	*	*
<i>Notodiaptomus</i> ♀ sp.	3,8499	0,0017	*	*
<i>Argyrodiaptomus</i> ♀ sp.	2,8675	0,0117	12,6334	0,0009
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i>	2,5139	0,0241	16,6040	0,0002
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	4,2402	0,0008	5,9304	0,0190
Cyclopoida				
Náuplio Cyclopoida	45,0455	0,0000	11,6623	0,0014
Copepodito Cyclopoida	14,8220	0,0000	*	*
<i>Macrocylops albidus</i>	*	*	6,6102	0,0136
<i>Mesocyclops ogunnus</i>	*	*	11,9278	0,0012
<i>Microcylops finitimus</i>	*	*	*	*
<i>Paracyclops chiltoni</i>	*	*	*	*
<i>Thermocyclops decipiens</i>	22,7426	0,0000	20,7079	0,0000
<i>Thermocyclops minutus</i>	5,1022	0,0002	*	*

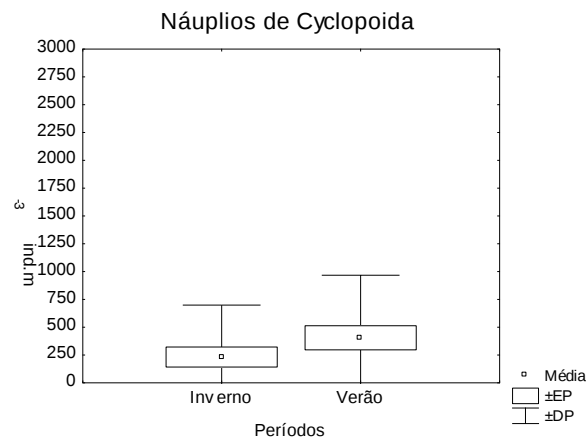


Figura 29. Valores médios e desvios padrão ($n=27$, $p<0,05$) na abundância total de náuplios de Cyclopoida, considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão.

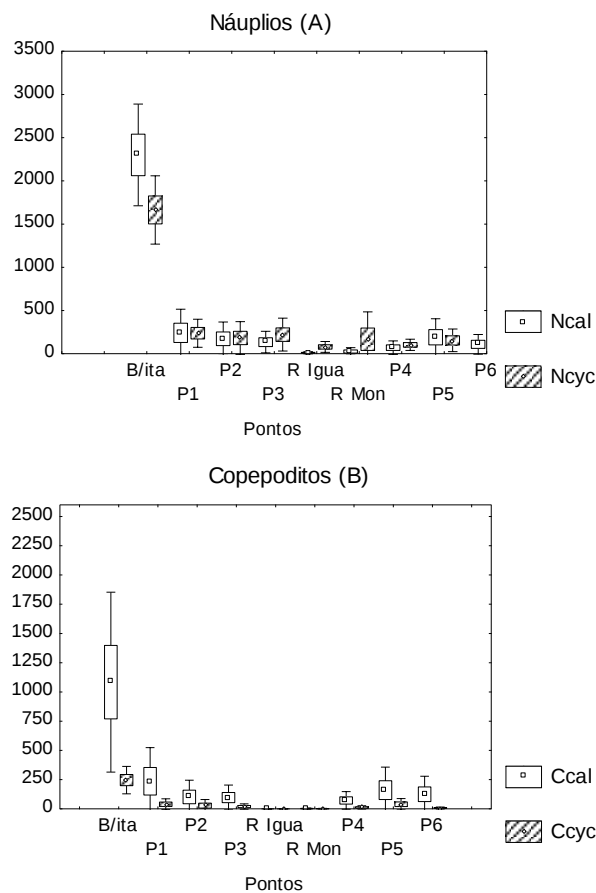


Figura 30. (A e B). Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total de náuplios e copepoditos (Copepoda), considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Ncal= Náuplio de Calanoida; Ncyc= Náuplio de Cyclopoida; Ccal= Copepodito de Calanoida; Ccyc= Copepodito de Cyclopoida. Notar escala da figura.

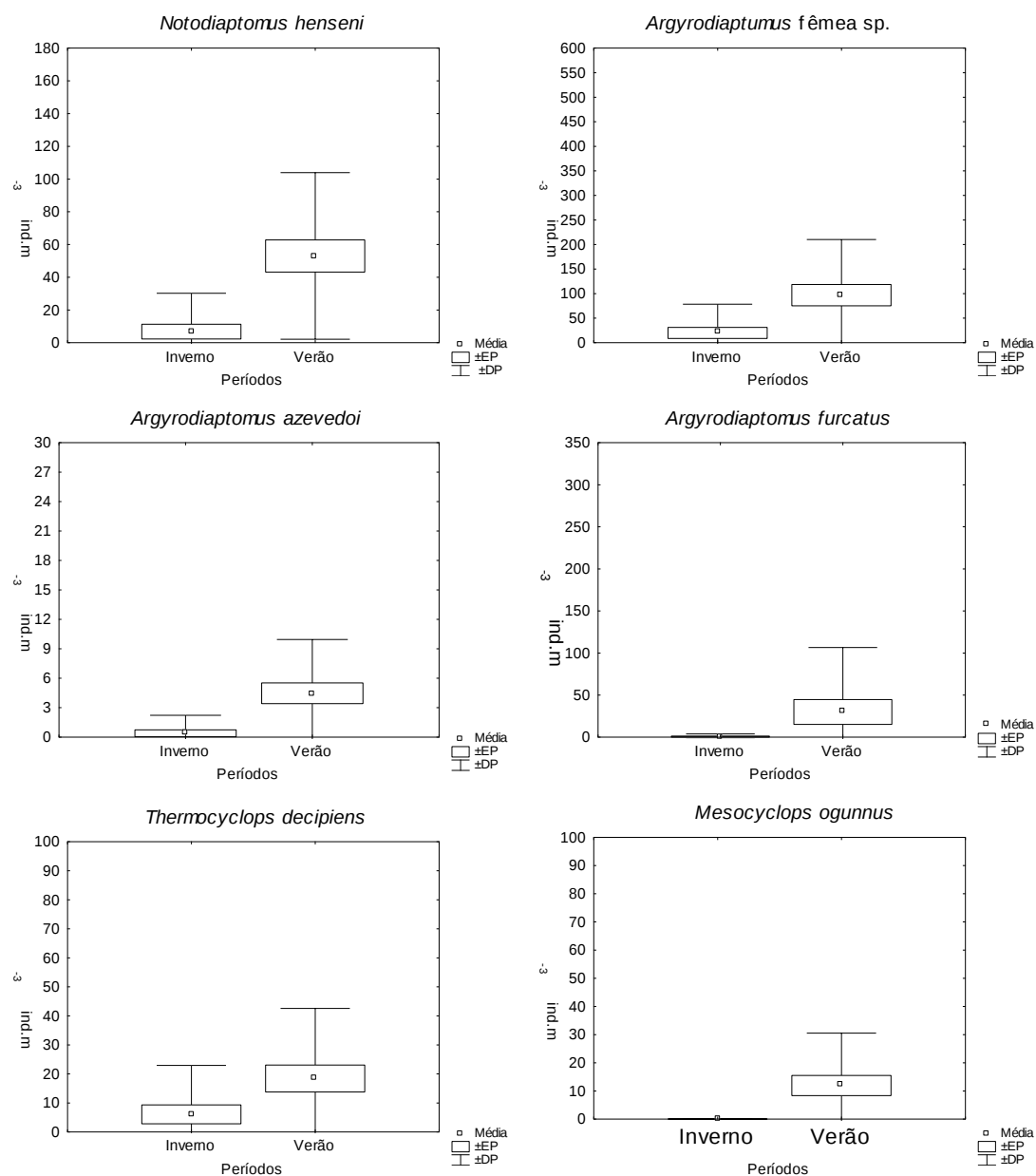


Figura 31. Valores médios e desvios padrão (n=27, $p<0,05$) na abundância total de Copepoda (Cyclopoida e Calanoida), considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Notar diferença entre as escalas.

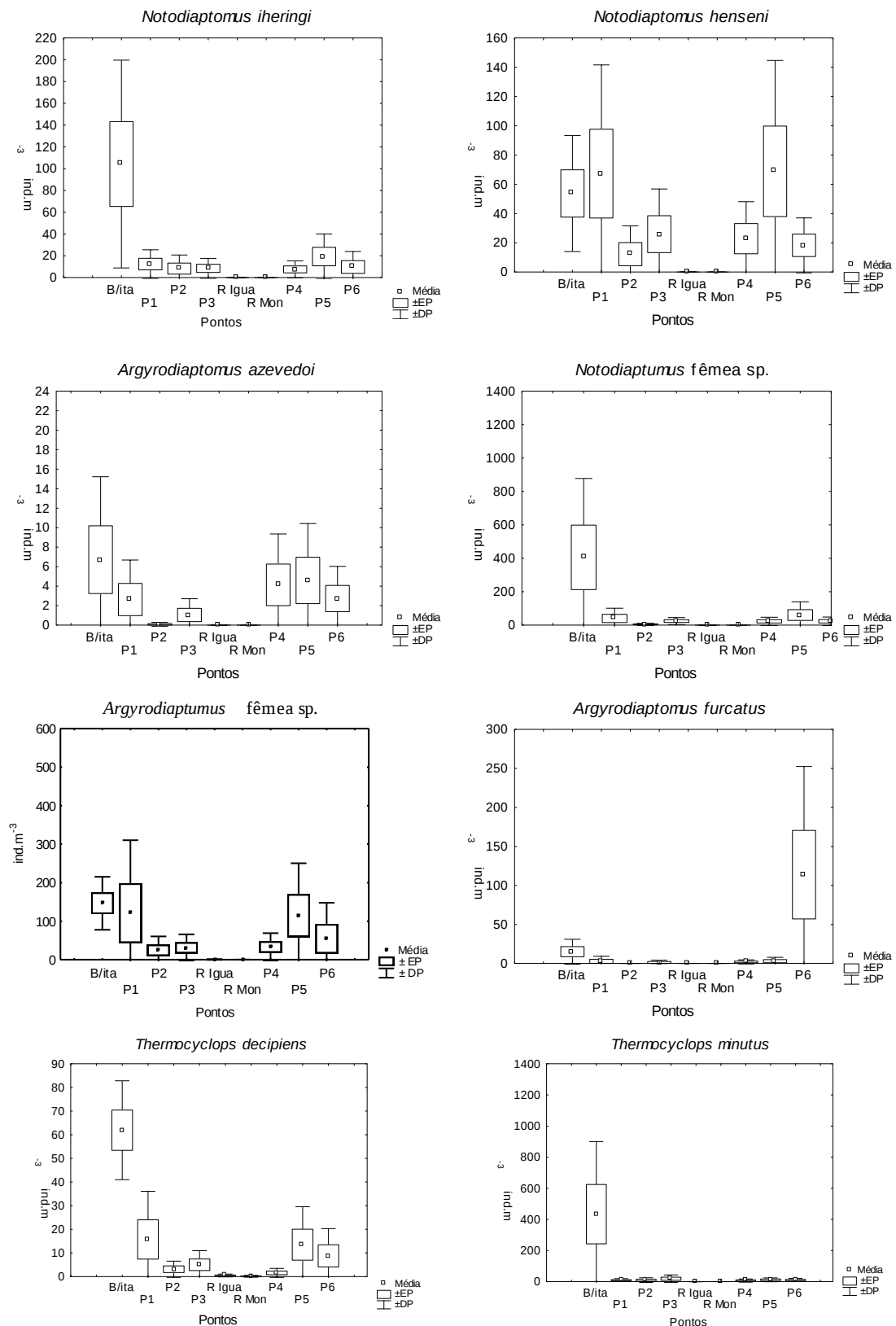


Figura 32. Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância das espécies de Copepoda (Calanoida e Cyclopoida), considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferença entre as escalas.

5.3

Abundância absoluta e relativa de Cladocera

A abundância total dos cladóceros (valor médio entre as réplicas) foi a mais baixa quando comparada com os demais grupos analisados (Tabela 8 em Anexo). A abundância dos cladóceros foi muito maior na zona da barragem de Itaipu, comparado aos demais pontos. O pico máximo de indivíduos ocorreu no período chuvoso na estação barragem de Itaipu (B/Ita), com destaque para a presença de *Daphnia gessneri* cuja abundância, somando ambos os períodos, foi de 1.074 ind.m⁻³ (Figura 33). Um decréscimo abrupto na abundância de cladóceros foi observado logo após a zona da barragem de Itaipu, tanto no inverno como no verão. Longitudinalmente, também se destaca a baixa abundância nos tributários e uma tendência de aumento a partir de P4.

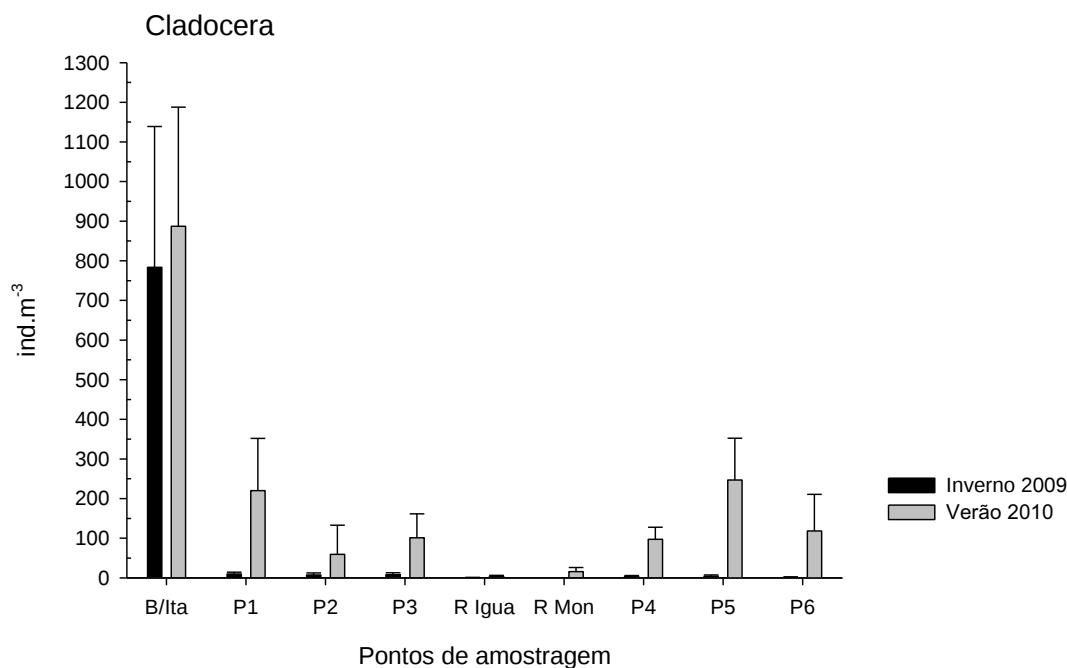


Figura 33. Abundância total (valores médios entre as réplicas) para Cladocera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

Em termos de abundância relativa, considerando ambos os períodos, houve predominância das famílias Daphniidae (82%), Sididae (10%) e Bosminidae (5%). Estes foram extremamente influenciados pelo ponto da barragem de Itaipu. Os Daphniidae dominaram amplamente no ponto da barragem. Neste mesmo ponto,

durante o período seco, a assembléia de cladóceros foi composta por 97% de indivíduos desta família, sendo os outros 3% representados pela família Sididae (Figura 34).

Os Bosminidae se destacaram no inverno, em todos os pontos do rio Paraná a jusante de Itaipu. Por sua vez, os Sididae apresentaram uma abundância relativa maior no verão, em todos os pontos de coleta, com exceção do P4 onde os valores foram similares para ambos os períodos.

No ponto de amostragem do rio Iguaçu (R Igua-I), durante o período seco, todos os indivíduos presentes na amostra pertenciam à família Chydoridae. No rio Monday, no mesmo período, não foi registrado nenhum indivíduo deste grupo. As famílias Moinidae, Chydoridae e Ilyocryptidae somadas representam menos de 2% dos cladóceros amostrados neste trabalho.

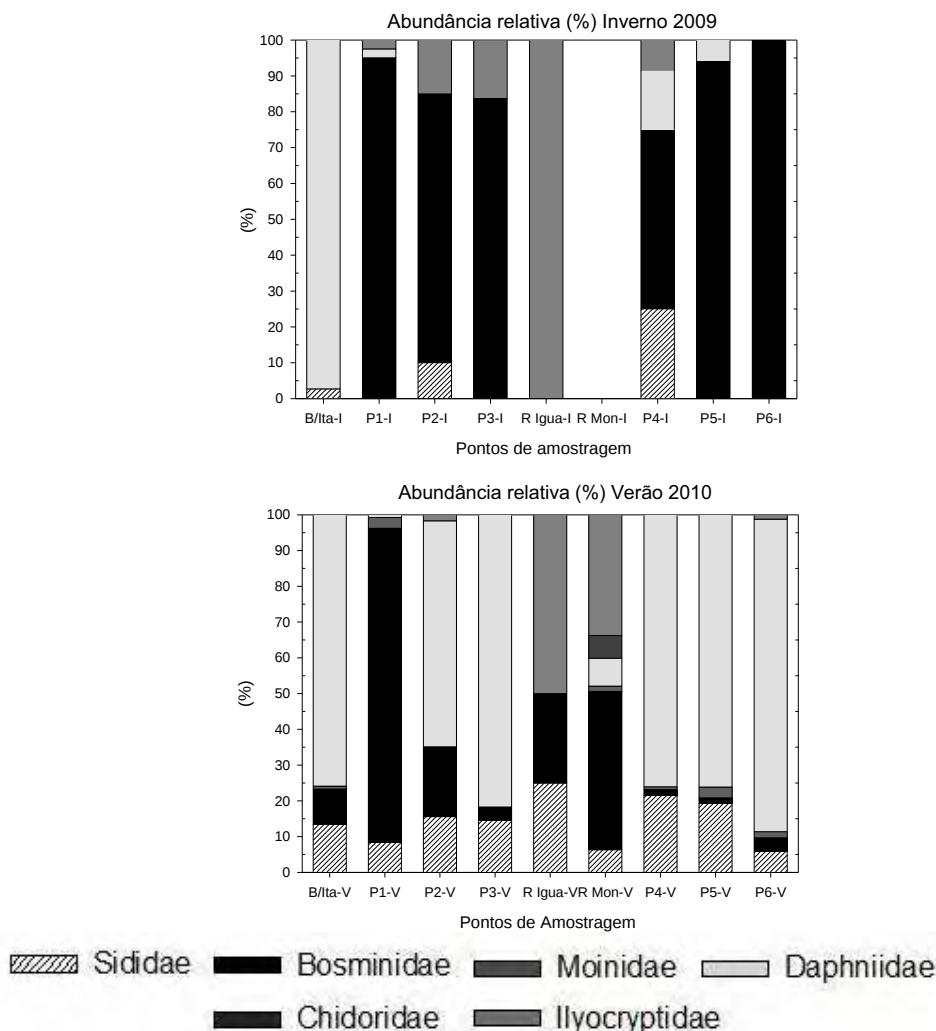


Figura 34. Abundância relativa das famílias de Cladocera nos pontos de amostragem, nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.3.1

Resultados da ANOVA "two-way"

Entre os períodos de amostragem seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010), as abundâncias das espécies *Diaphanosoma birgei* e *Bosmina hagmanni*, como também de espécies da família Daphniidae (*Ceriodaphnia cornuta cornuta*, *Ceriododaphnia cornuta* var. *rigaudi* e *Ceriodaphnia silvestrii*) diferiram significativamente ($p < 0,05$). Em geral, observou-se um aumento no número de indivíduos durante o período chuvoso, sendo a maior média observada para a espécie *Ceriodaphnia cornuta cornuta* e a menor para *Ceriodaphnia silvestri* (Figura 35) (Tabela 6).

A abundância total também se diferenciou significativamente ($p < 0,05$) entre os pontos de amostragem para as espécies *Diaphanosoma birgei*, *Ceriodaphnia cornuta cornuta*, *Ceriododaphnia cornuta* var. *rigaudi*, *Daphnia gessneri* e *Bosmina hagmanni*. Nos pontos do reservatório de Itaipu foram registrados os maiores valores para *Daphnia gessneri*, seguidos de *Ceriododaphnia cornuta* var. *rigaudi*. Os menores foram observados, para a maioria das espécies, nos pontos dos rios Iguaçu e Monday (Figura 36) (Tabela 6).

Tabela 6. Resultados da ANOVA "two-way" (F e p) para a abundância total das espécies de Cladocera que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os pontos de amostragem e períodos de coleta. *Não apresentaram variação significativa ($p < 0,05$).

	Pontos de amostragem		Períodos de amostragem	
	F	p	F	p
CLADOCERA				
Bosminidae				
<i>Bosmina hagmanni</i>	5,0309	0,0002	6,1579	0,0170
Daphniidae				
<i>Ceriodaphnia cornuta cornuta</i>	4,6789	0,0003	24,7279	0,0000
<i>Ceriododaphnia cornuta</i> var. <i>rigaudi</i>	2,7746	0,0142	47,0678	0,0000
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	*	*	8,3750	0,0059
<i>Daphnia gessneri</i>	8,0841	0,0000	*	*
Sididae				
<i>Diaphanosoma birgei</i>	8,9858	0,0000	29,0330	0,0000

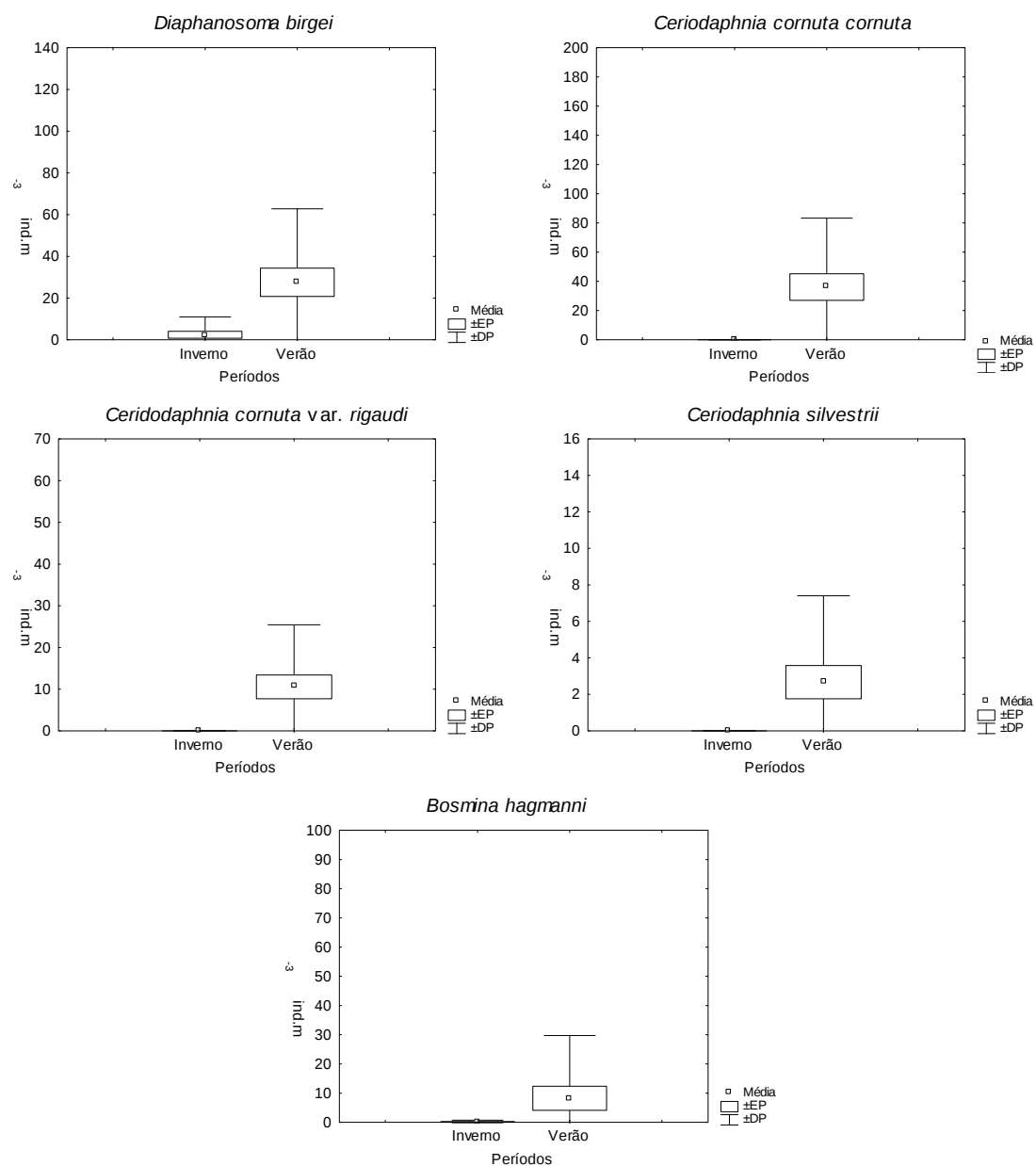


Figura 35. Valores médios e desvios padrão (n=27, $p < 0,05$) na abundância para as espécies de Cladocera, considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Notar diferença entre as escalas.

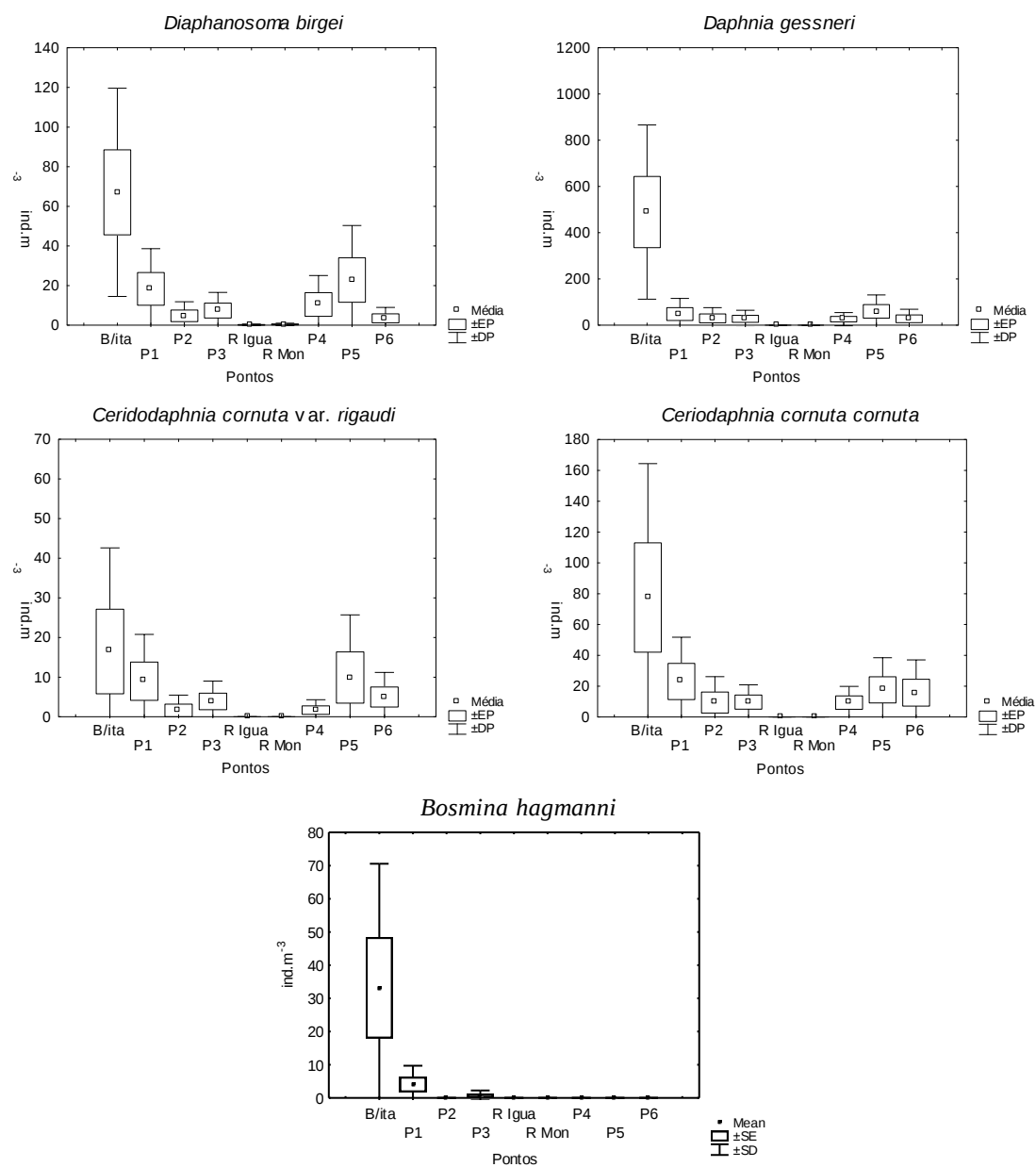


Figura 36. Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total das espécies de Cladocera, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Notar diferença entre as escalas.

5.4

Abundância absoluta e relativa de Rotífera

A abundância total (média entre as réplicas) de Rotífera, ao contrário de Copepoda e Cladocera, foi maior no período seco, exceto para o ponto do rio Monday (R Mon-V). Neste ponto houve um elevado acréscimo no número de indivíduos no período chuvoso (Figura 37) (Tabela 8 em Anexo). Entre os pontos de amostragem, a barragem de Itaipu (B/ita-I), no período seco, foi onde ocorreu o maior número de indivíduos, ocorrendo um decréscimo acentuado nos pontos de jusante. A menor abundância foi encontrada no ponto de amostragem P6 no rio Paraná (P6-V) durante o período chuvoso (Figura 37).

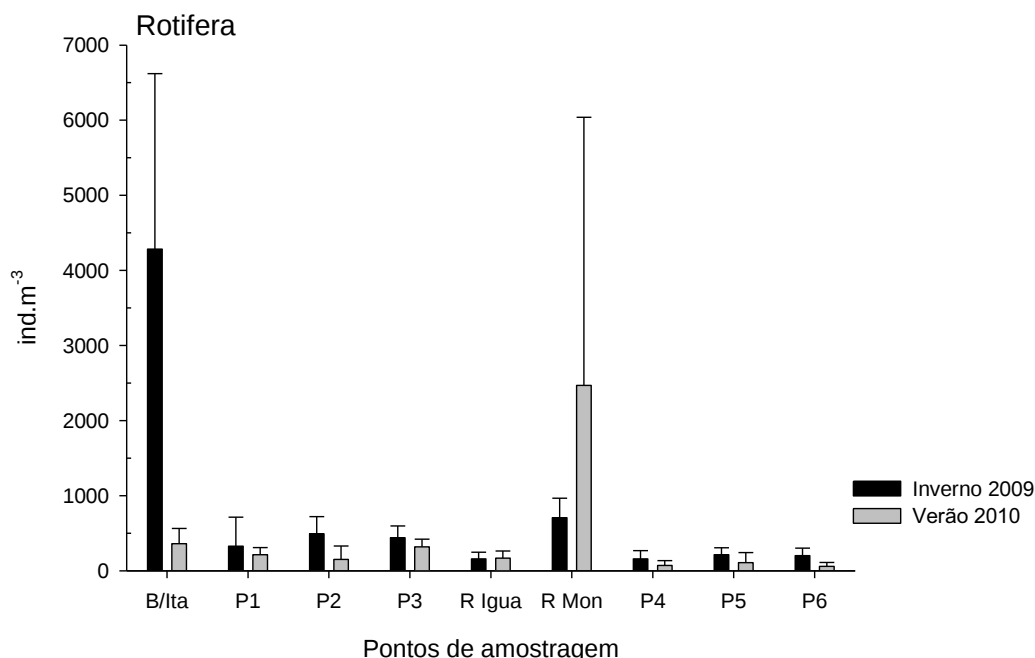


Figura 37. Abundância total (valores médios entre as réplicas) para Rotífera nos pontos de amostragem, nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

Com uma representatividade de 32%, considerando-se o conjunto de amostras analisadas, o grupo Rotífera foi dominante em todos os pontos de amostragem, exceto na barragem. A abundância relativa de Rotífera foi particularmente elevada nos rios Iguaçu e Monday.

A família Synchaetidae representou 65% dos rotíferos contados, valor bem superior quando comparado àqueles registrados para as famílias Collothecidae e

Lecanidae, as mais abundantes após os Synchaetidae, e que não ultrapassam 10% do total de indivíduos (Figura 38).

Na barragem de Itaipu período seco (B/ita-I), a família Synchaetidae predominou amplamente durante o inverno, com abundância relativa de 94% dentro o grupo dos rotíferos. A proporção desta família se manteve elevada nos pontos de jusante, mas com uma maior representatividade de outras famílias. Nos rios Iguaçu e Monday, também se destacaram os Brachionidae durante o inverno (Figura 38).

No verão os padrões de dominância foram menos acentuados, com a abundância melhor repartida entre as diferentes famílias (Figura 38). Em geral houve um aumento percentual dos Collotheidae, Lacanidae e Brachionidae.

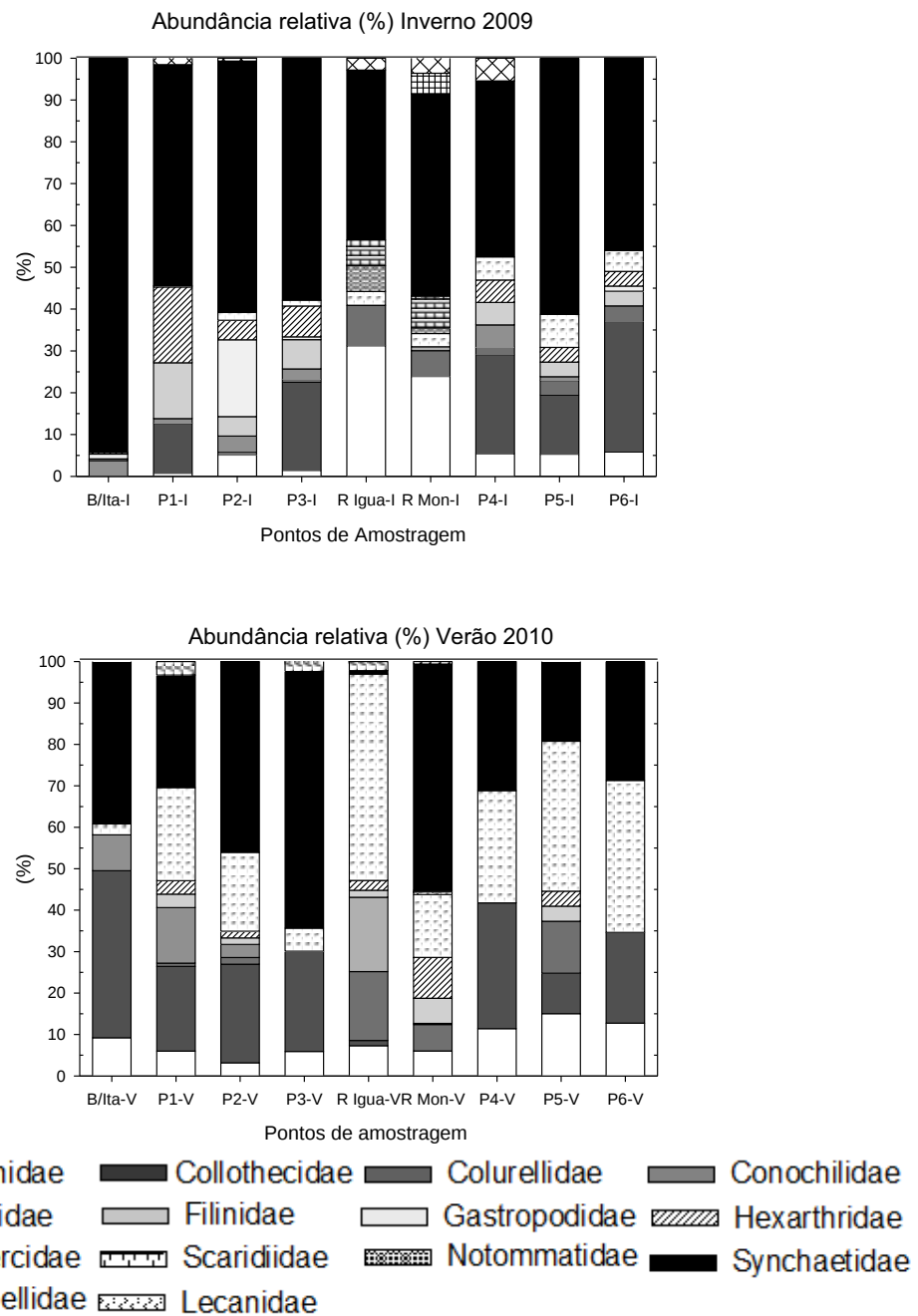


Figura 38. Abundância relativa das famílias de Rotifera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.4.1

Resultados da ANOVA “two-way”

Os táxons identificados de Rotifera que apresentaram variação significativa ($p < 0,05$) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados da ANOVA "two-way" (F e p) para a abundância total das espécies de rotifera que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os pontos de amostragem e período de coleta (seco e chuvoso). *Não apresentaram variação significativa ($p < 0,05$).

	Pontos de amostragem		Períodos de amostragem	
	F	p	F	p
Brachionidae				
<i>Keratella cochlearis</i>	4,0110	0,0012	*	*
<i>Keratella cochlearis tecta</i>	3,2561	0,0053	*	*
<i>Platylas quadricornis</i>	2,2908	0,0381	*	*
<i>Trichotria tetractis</i>	11,7358	0,0000	*	*
Lecanidae				
<i>Lecane hamata</i>	2,5135	0,0241	4,5952	0,0376
<i>Lecane decipiens</i> cf.	2,5843	0,0208	*	*
<i>Lecane lunaris</i>	3,9653	0,0013	12,8666	0,0008
<i>Lecane</i> sp.	2,2580	0,0407	5,0235	0,0301
Synchaetidae				
<i>Synchaeta pectinata</i>	3,7816	0,0018	5,7255	0,0210
<i>Synchaeta stylata</i>	8,4224	0,0000	6,7345	0,0128
<i>Polyarthra vulgaris</i>	2,3394	0,0345	21,8378	0,0000
Collothecidae				
<i>Collotheca</i> sp.	4,2181	0,0008	*	*
Scaridiidae				
<i>Scaridum</i> sp.	4,2181	0,0008	*	*

Em relação aos períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010), as famílias Synchaetidae e Lecanidae apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Em geral as espécies da família Synchaetidae apresentaram maiores médias de abundância no período seco, já as espécies da família Lecanidae as maiores abundâncias no chuvoso (Figura 39).

Entre os pontos de amostragem, a família Brachionidae, com a espécie *Keratella cochlearis*, apresentou a maior abundância média no ponto do rio Monday (R Mon). A menor abundância foi registrada para a espécie *Keratella cochlearis tecta* nos

pontos de amostragem imediatamente a jusante da barragem de Itaipu, P1 e P2 (Figura 40). Esse padrão também pode ser observado para as espécies da família Lecanidae, em que *Lecane* sp. apresentou maior abundância média no ponto de amostragem do rio Monday (R Mon); e as menores médias foram para as espécies *Lecane hamata* e *Lecane* cf. *decipiens* nos pontos P1 e P2 (Figura 41). Para a família Synchaetidae os maiores valores médios de abundância foram encontrados no ponto da barragem de Itaipu (B/ita), para a espécie *Synchaeta pectinata*; já os menores valores foram registrados para as espécies *Polyarthra vulgaris* e *Synchaeta stylata* no ponto de amostragem do rio Monday (R Mon) (Figura 42).

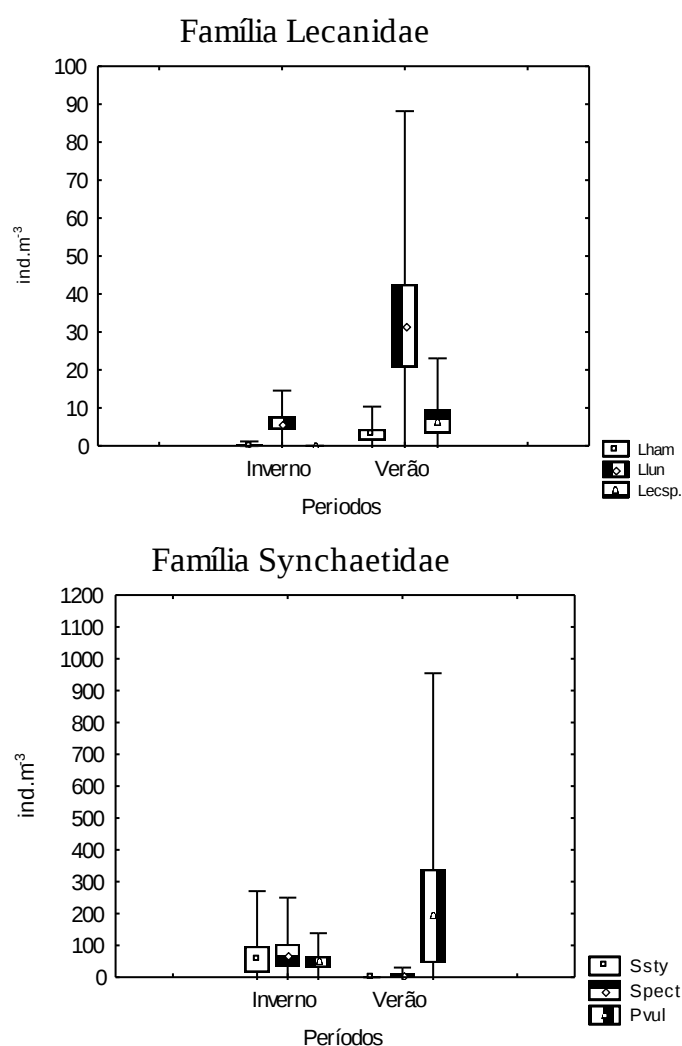


Figura 39. Valores médios e desvios padrão (n=27, p<0,05) na abundância total das espécies da família Lecanidae e Synchaetidae, considerando o conjunto de dados obtidos nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de inverno e verão. Lham= *Lecane hamata*; Llun= *Lecane lunaris*; Lec.sp.= *Lecane* sp. Ssty= *Synchaeta stylata*; Spec= *Synchaeta pectinata*; Pvul= *Polyarthra vulgaris*.

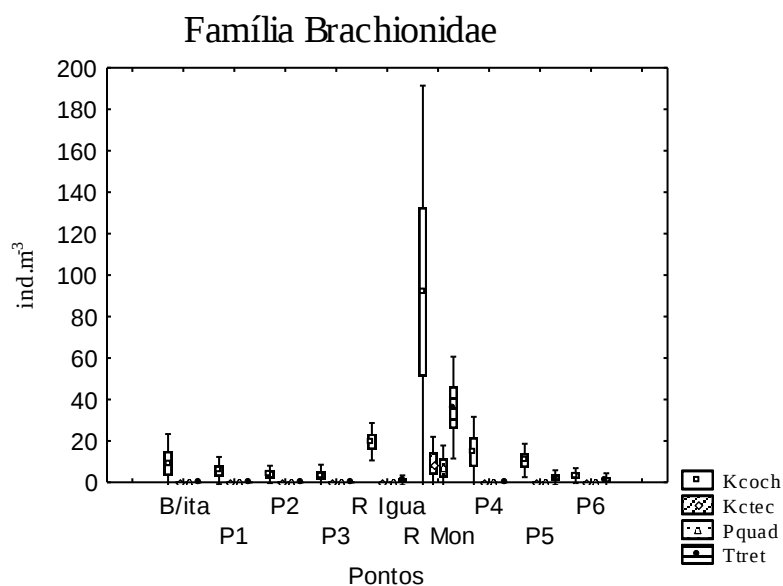


Figura 40. Valores médios e desvios padrão ($p < 0,05$) na abundância total das espécies da Família Brachionidae, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Kkoch= *Keratella cochlearis*; Kctec= *Keratella cochlearis tecta*; Pquad= *Platytia quadricornis*; Ttret= *Trichotria tetractis*.

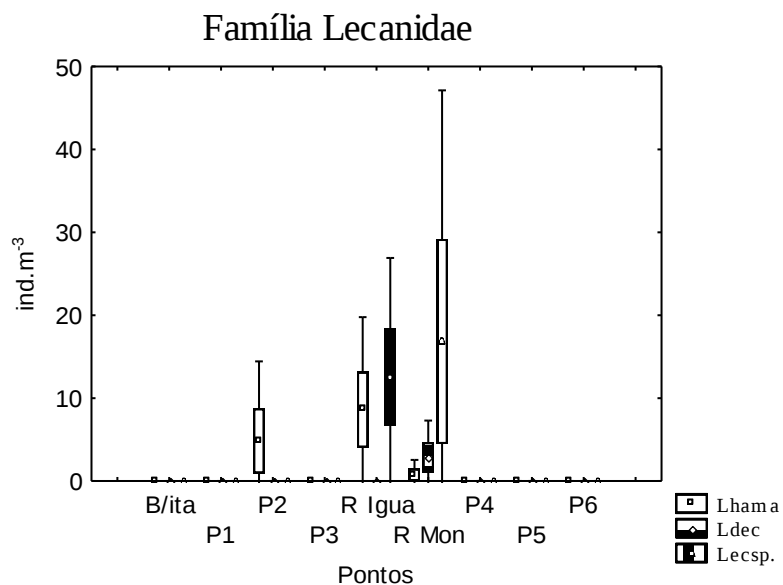


Figura 41. Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p < 0,05$) na abundância total das espécies da Família Lecanidae, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Lhama= *Lecane hamata*; Ldec= *Lecane decipiens* cf.; Lecsp.= *Lecane* sp.

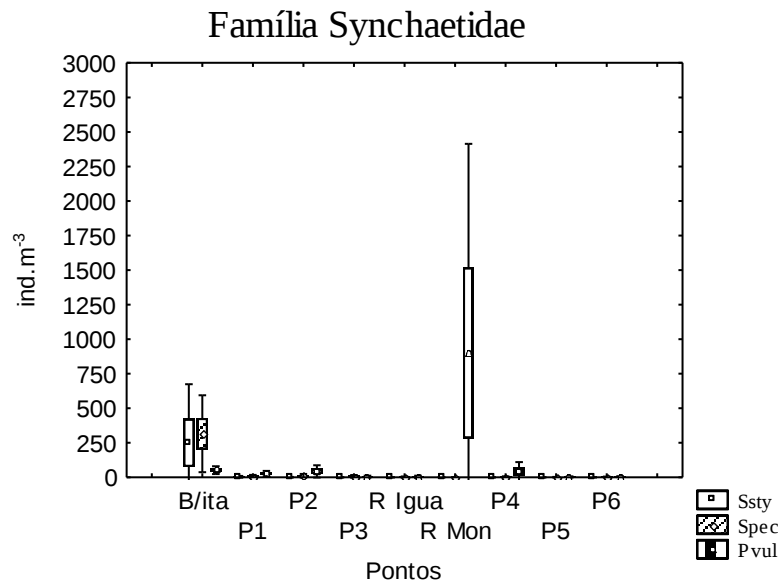


Figura 42. Valores médios e desvios padrão ($n=6$, $p<0,05$) na abundância total das espécies da Família Synchaetidae, considerando o conjunto de dados obtidos nos períodos de inverno e verão nos diferentes pontos de coleta. Ssty= *Synchaeta stylata*; Spec= *Synchaeta pectinata*; Pvul= *Polyarthra vulgaris*.

5.5

Diversidade e Equitabilidade

Quanto à diversidade de Shannon-Winner, valores relativamente elevados, acima de 3,0 bits ind.⁻¹, foram observados nos dois períodos de coleta. A maior diversidade foi registrada durante o período chuvoso, nos pontos P1 e P6, com os valores de 3,66 bits ind.⁻¹ e 3,68 bits ind.⁻¹, respectivamente. Durante o inverno a diversidade foi mais baixa nos pontos de amostragem dos rios Iguaçu e Monday (ca 2,0 a 2,5 bits ind.⁻¹).

Com exceção da barragem e P2 se observou um aumento de diversidade no período chuvoso, de forma destacada para o rio Iguaçu. Nos pontos pós-tributários, (P4, P5 e P6) os valores de diversidade são similares ao encontrados nos pontos do rio Paraná a montante, sugerindo uma baixa contribuição dos rios Iguaçu e Monday para este atributo (Figura 43).

Os valores de uniformidade foram relativamente similares entre os diferentes pontos de amostragem, durante os dois períodos de coletas, variando entre 0,53 e 0,77, nos pontos do rio Monday (R Mon-V) e P4-V, respectivamente. No período chuvoso, nos pontos de amostragens situados após os tributários, os valores de equitabilidade aumentaram, sugerindo assembléias com táxons igualmente abundantes nestes ambientes estudados (Figura 44).

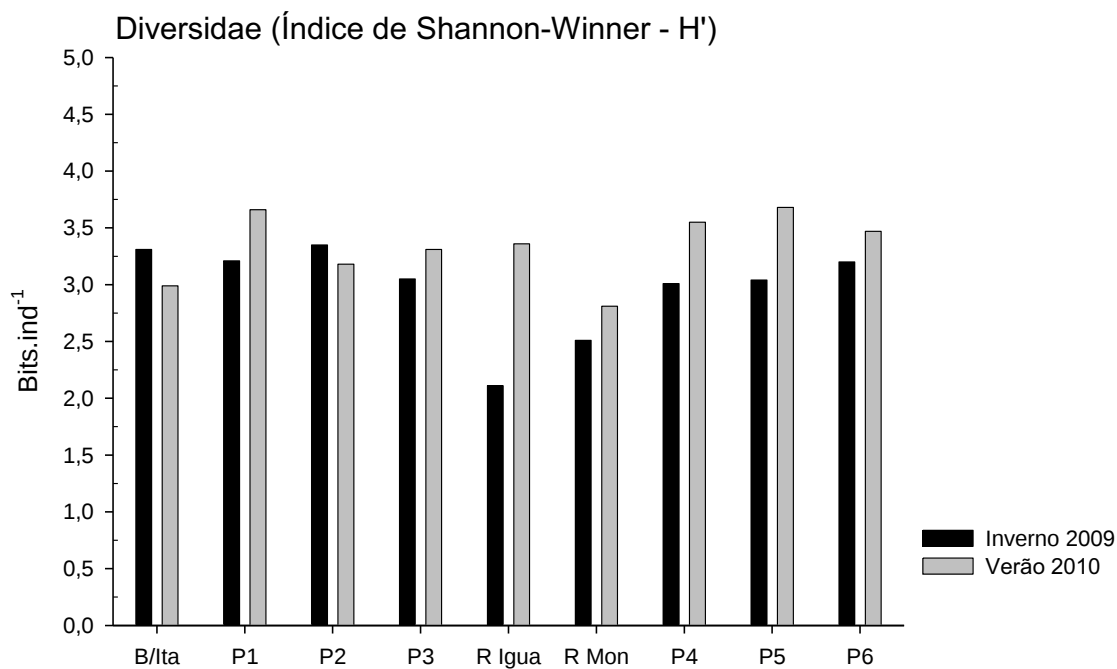


Figura 43. Variação da diversidade de Shannon-Wiener (bits.ind⁻¹) nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

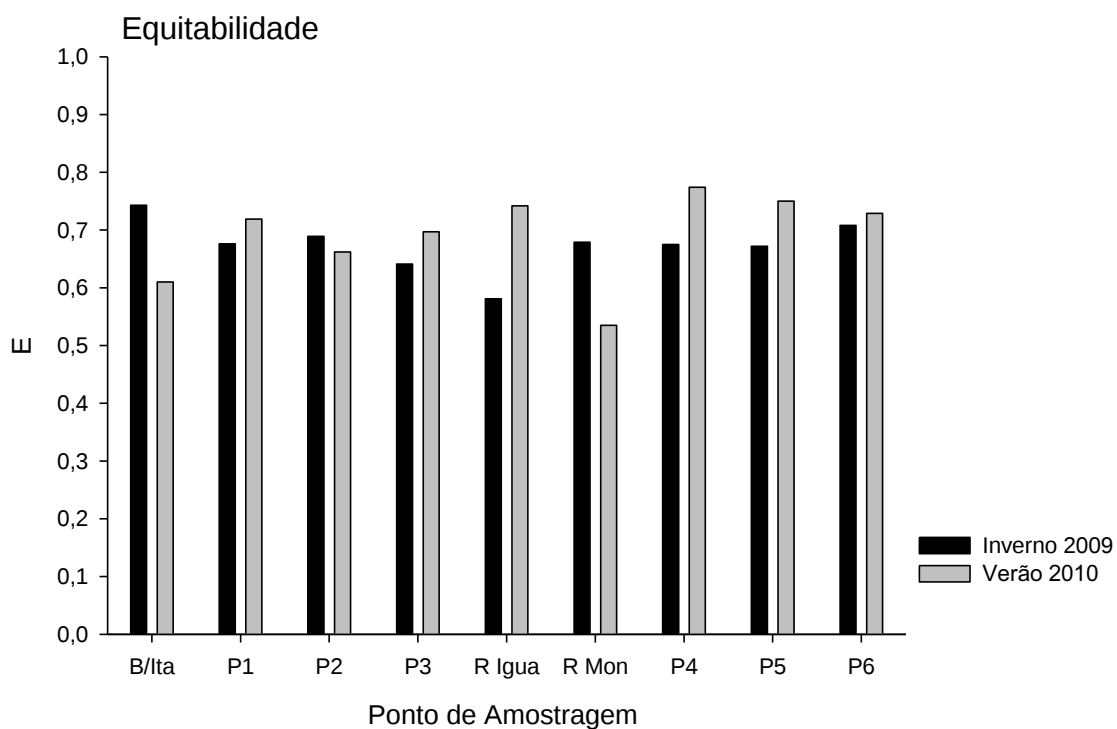


Figura 44. Valores de Equitabilidade (J') nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.6

Análise estatística e relação com as variáveis limnológicas

5.6.1

Análise de agrupamento “Cluster”

Na Figura 45 estão apresentados os resultados da análise de similaridade (índice de Morisita-Horn), considerando a composição e abundância dos grupos Copepoda, Cladocera e Rotifera nos diferentes pontos e períodos de amostragem.

Tanto no inverno como no verão a análise de similaridade mostrou haver uma nítida distinção entre os pontos do rio Paraná (B/ita, P1, P2, P3, P4, P5 e P6) e os rios Iguaçu e Monday. Por sua vez, há uma considerável diferenciação dos tributários entre si.

Outro padrão identificado (inverno e verão) é a diferença existente entre a zona da barragem de Itaipu e os demais pontos do rio Paraná, localizados a jusante. No geral, conforme os pontos se distanciam da região da barragem de Itaipu, a abundância e composição da comunidade zooplancônica se torna mais similar.

Um gradiente contínuo, indicando mudanças progressivas, no trecho lótico do rio Paraná (P1 a P6), foi observado durante o verão, mas não no inverno. Os agrupamentos ficaram mais nítidos durante o verão, comparado ao inverno.

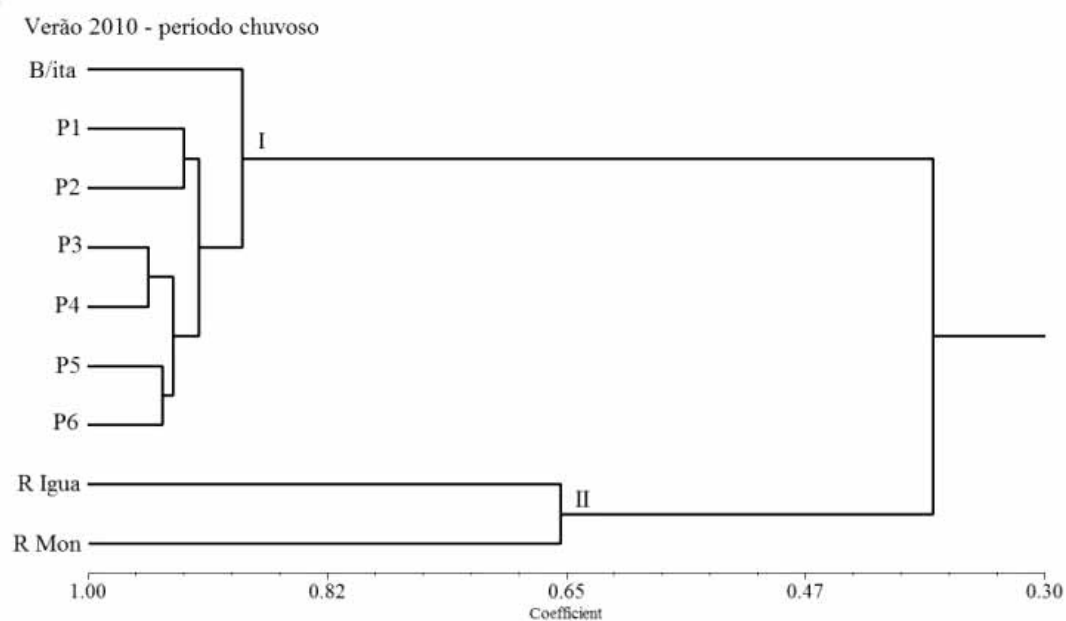
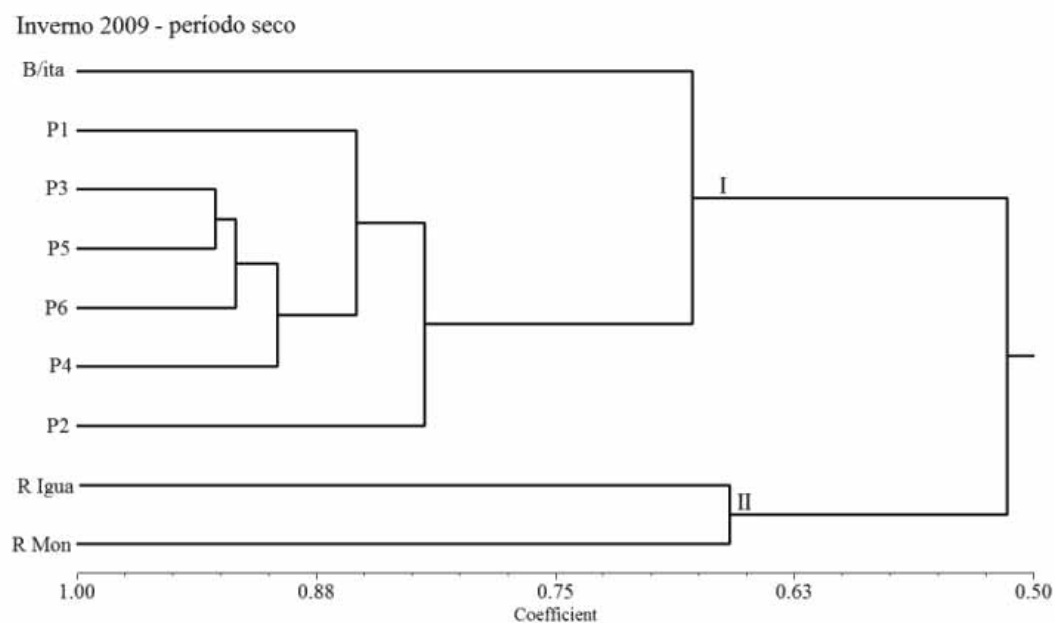


Figura 45. Dendrograma obtido pela UPGMA, representando a similaridade entre os pontos de amostragem (Morisita-Horn) baseado na abundância e composição de Copepoda, Cladocera e Rotifera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.6.2

Análise de Correspondência Canônica (ACC)

Copepoda

A fim de tentar avaliar a influência das variáveis ambientais sobre as diferentes fases de desenvolvimento dos Copepoda, as ACCs foram realizadas separadamente para os indivíduos adultos (Figura 46 A) e formas jovens (Figura 46 B).

A ACC incluindo as formas adultas explicou 66,2% da relação destes com as variáveis limnológicas nos pontos de amostragem, sendo 50,4% para o eixo 1 e 15,8 % para o eixo 2. As espécies *Thermocyclops minutus*, *Paracyclops chiltoni*, *Microcyclops finitimus*, *Macrocyclops albidus*, *Notodiaptomus* fêmea e os indivíduos do grupo Harpacticoida posicionaram positivamente no eixo 1. Este eixo apresentou correlações positivas com as variáveis material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), clorofila *a*, silicato e transparência. Por outro lado, as espécies *Mesocyclops ogunnus*, *Thermocyclops decipiens*, *Notodiaptomus henseni*, *Notodiaptomus iheringi*, *Argyrodiaptomus* fêmea, *Argyrodiaptomus azevedoi* e *Argyrodiaptomus furcatus* posicionaram-se negativamente sobre o eixo 1, associado às variáveis limnológicas turbidez, fósforo total, nitrogênio total e temperatura da água. Em geral, o eixo 1 reflete a separação entre as condições limnológicas dos pontos no período seco, e a fauna correspondente (lado positivo), e aquelas representando condições durante o período chuvoso (lado negativo) (Figura 46 A).

No segundo eixo da análise as espécies *Macrocyclops albidus* e *Thermocyclops minutus*, como também com as espécies *Mesocyclops ogunnus*, *Thermocyclops decipiens*, *Notodiaptomus henseni*, *Notodiaptomus iheringi*, *Argyrodiaptomus* fêmea, *Argyrodiaptomus azevedoi* e *Argyrodiaptomus furcatus* se correlacionaram positivamente com as variáveis limnológicas material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), clorofila *a*, fósforo e nitrogênio totais, turbidez e temperatura da água. Inversamente, lado negativo do eixo se posicionaram as espécies *Paracyclops Chiltoni*, *Microcyclops finitimus*, *Notodiaptomus* fêmea e os indivíduos do grupo Harpacticoida e as variáveis limnológicas silicato e transparência da água (Figura 46 A).

Quanto às formas jovens (copepoditos e náuplios) de Copepoda a análise de correspondência canônica explicou 90,7% da variância dos dados. Embora tenha explicado uma porcentagem maior, a ACC para essas formas mostra uma fraca

correlação entres os dados e eixos, quando comparados às formas adultas. Náuplios de Calanoida e copepoditos de Calanoida e Cyclopoida, tiveram correlação positiva com o eixo 1, associados às variáveis profundidade, transparência, condutividade, velocidade de corrente e temperatura, e com a maioria dos pontos que situados no rio Paraná, no reservatório de Itaipu e à jusante. Estas mesmas formas apresentaram correlação negativa com náuplios de Cyclopoida e com as variáveis limnológicas materiais em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), pH, clorofila *a*, nitrogênio total e turbidez (Figura 46 B).

Náuplios de Calanoida estiveram correlacionados positivamente com o segundo eixo, associados às variáveis profundidade, transparência, pH, condutividade, material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), clorofila *a* e nitrogênio total, incluindo a maioria dos pontos e amostragem no período seco. Por outro lado, copepoditos de Cyclopoida e Calanoida e náuplios de Cyclopoida apresentaram correlação negativa com este eixo, e estiveram associados com as variáveis limnológicas velocidade de corrente, turbidez e temperatura da água (Figura 46 B). Em geral, o eixo 2 reflete as condições limnológicas dos pontos no períodos seco (lado positivo) e chuvoso (lado negativo).

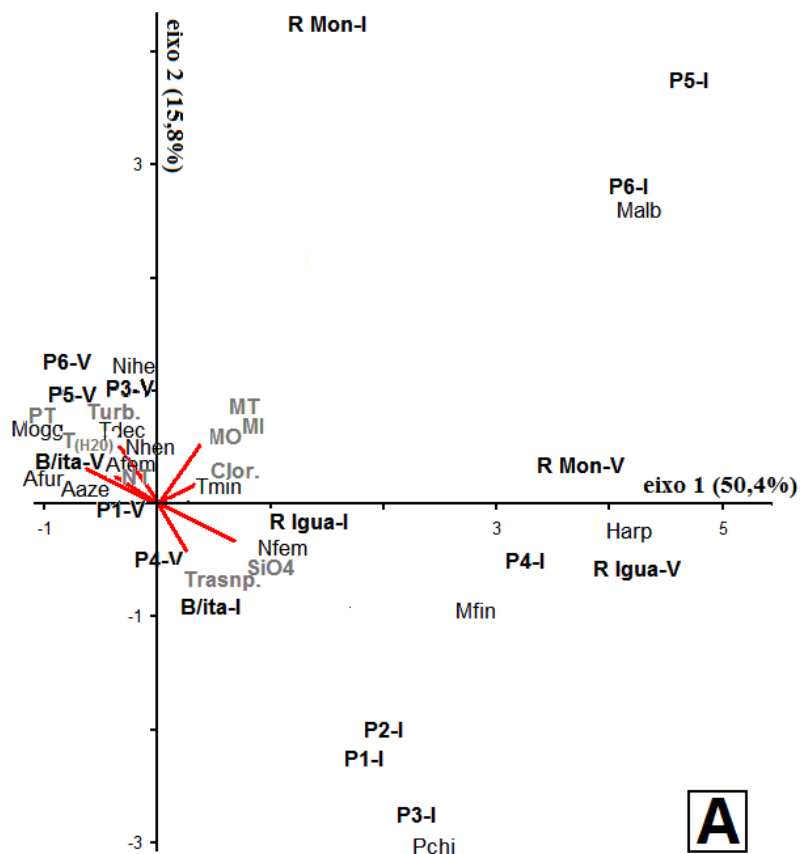


Figura 46. “Biplot” resultantes das análises de correspondência canônica entre as variáveis limnológicas e a abundância total de Copepoda nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (Inverno 2009) e chuvoso (Verão 2010). Figura A= formas adulta; Figura B= formas jovens.

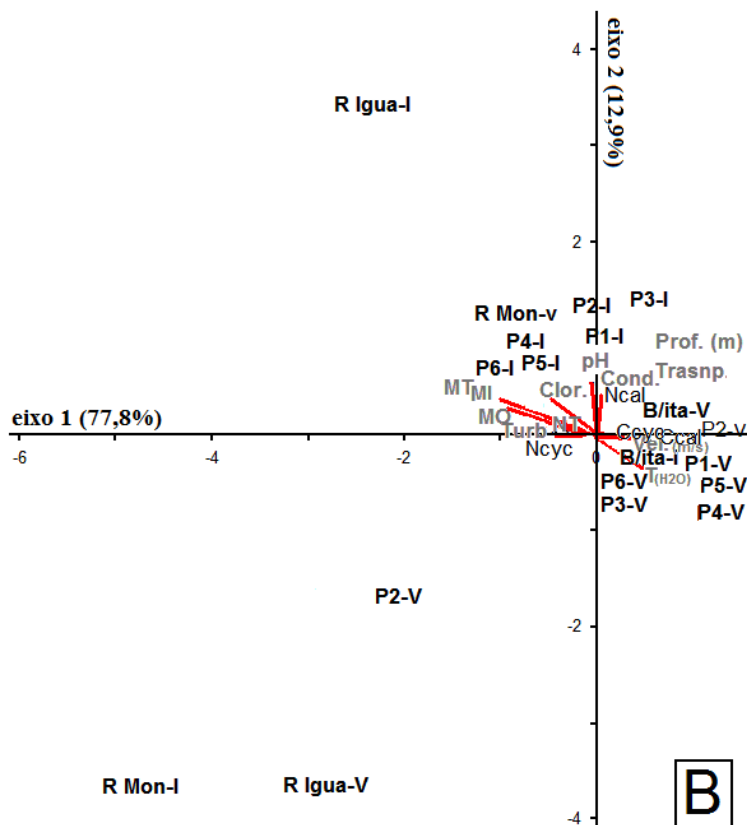


Figura 46. Continuação.

Cladocera

Para os cladóceros a análise de correspondência canônica explicou 77,6% da variância dos dados. As famílias Daphniidae, Sididae e Moinidae estiveram positivamente correlacionadas com o eixo 1, associadas às variáveis clorofila *a*, temperatura da água, transparência e silicato, junto aos pontos barragem de Itaipu, P1, P2, P3, P4, P5 e P6, todos no período chuvoso, e também para o ponto da barragem de Itaipu no período seco (B/ita-I). As famílias Ilyocryptidae, Chydoridae e Bosminidae, se posicionaram negativamente sobre o eixo 1, associadas às variáveis limnológicas material em suspensão (fração orgânica e inorgânica), fósforo total, nitrogênio total, turbidez e os pontos situados nos rios Iguaçu e Monday, para ambos os períodos de amostragem (Figura 47). Desta forma, observa-se que o eixo 1 reflete a separação entre as condições limnológicas e a fauna durante o período chuvoso (lado positivo), e aquelas representando as condições limnológicas e a fauna no período seco, exceto para os rios Iguaçu e Monday (lado negativo).

As famílias Daphniidae, Sididae e Monidae posicionaram-se positivamente sobre o segundo eixo (21,9% da variância), e estiveram correlacionadas com clorofila *a*

e temperatura da água, e aos pontos P2, P3, P4, P5 e P6 durante o período chuvoso e o ponto da barragem de Itaipu no período seco (B/ita-I). sendo estas variáveis apresentarem correlações positivas com os pontos dos rios Iguaçu e Monday. As famílias Chydoridae e Ilyocryptidae foram positivamente correlacionadas com as variáveis material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), nitrogênio total, fósforo total, turbidez e clorofila *a*, e as pontos dos rios Iguaçu e Monday. O ponto do rio Monday período seco (R Mon-I) foi excluído da análise por não ter apresentado nenhum indivíduo da subordem Cladocera (Figura 47).

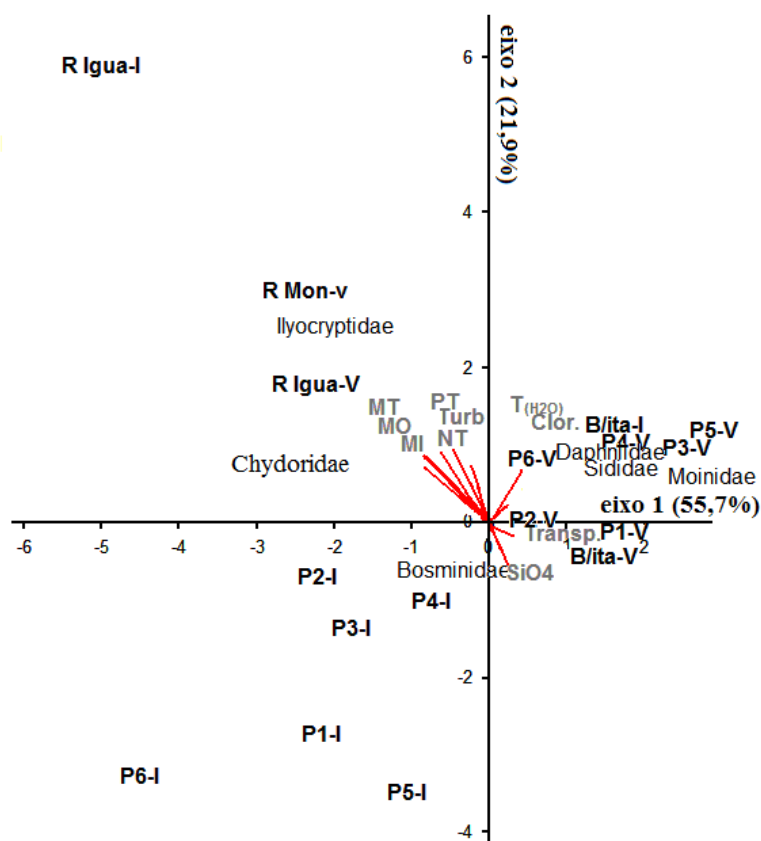


Figura 47. “Biplot” resultantes das análises de correspondência canônica entre as variáveis limnológicas e a abundância total de cladóceros nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

Rotifera

A análise de correspondência canônica para o grupo Rotifera explicou 57,7% da variância dos dados nos dois primeiros eixos. As famílias Gastropodidae, Filinidae, Conochilidae, Synchaetidae, Scaridiidae e Collotheidae posicionaram-se positivamente em relação ao eixo 1 (33,3%), associadas com as variáveis transparência, condutividade

elétrica, silicato, profundidade, temperatura e velocidade de corrente, como também aos pontos barragem de Itaipu (B/ita), P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (todos no período seco) e o ponto da barragem de Itaipu, P1 e P2, ambos no período chuvoso. Por outro lado, Trichoceridae, Colurellidae, Hexarthridae, Euchlanidae, Notommatidae, Testudinellidae, Brachionidae e Lecanidae posicionaram-se negativamente sobre o eixo 1, associadas às variáveis material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), clorofila *a*, nitrogênio total, fósforo total e turbidez, e com os pontos dos rios Iguaçu e Monday (períodos seco e chuvoso) e P3, P4, P5 e P6 (período chuvoso) (Figura 48).

As famílias Trichoceridae, Colurellidae, Hexarthridae e, especialmente, Notommatidae, Euchlanidae e Testudinellidae correlacionaram positivamente com o eixo 2 (24,4% da variância), associadas com as variáveis: clorofila *a*, nitrogênio e fósforo total, turbidez e sólidos em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas) e com os pontos situados nos rios Iguaçu e Monday (fortes correlações para as últimas três famílias) (Figura 48).

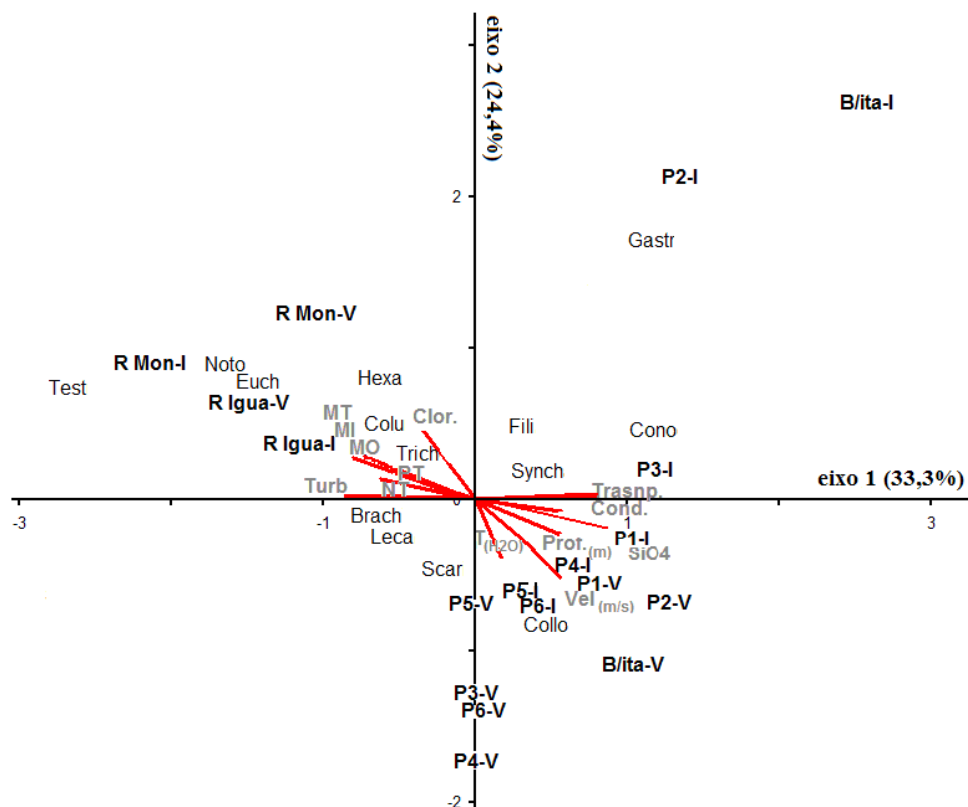


Figura 48. “Biplot” resultantes das análises de correspondência canônica entre as variáveis limnológicas e a abundância total de Rotifera nos diferentes pontos de amostragem, durante os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010).

5.7

Discussão

Um dos principais fatores que influenciaram na distribuição longitudinal e estruturação da comunidade zooplanctônica amostrada na zona lacustre do reservatório de Itaipu e trecho de jusante foi a variação nas condições hidrológicas.

A riqueza de espécies apresentou variações temporais significativas para os Copepoda e Cladocera, com valores mais elevadas no período chuvoso (verão). Especialmente, a variação da riqueza entre os diferentes pontos de amostragem no gradiente longitudinal considerado apresentou variação significativa para os três grupos zoológicos analisados (Copepoda, Cladocera e Rotifera).

Em termos de abundância, Cladocera e Rotifera apresentaram variações significativas de abundância entre os períodos seco e chuvoso. Longitudinalmente (entre os pontos de coleta), a variação da abundância foi significativa para Copepoda, Cladocera e Rotifera.

Neste trabalho, os maiores valores de riqueza e abundância das assembléias zooplanctônicas foram observados no período chuvoso. Provavelmente existe uma associação com os processos hidrodinâmicos, tendo em vista que o aumento no nível do reservatório e da vazão defluente, favorece a entrada de espécies a jusante, provenientes de outros compartimentos do reservatório e de outros ambientes laterais, como os tributários.

Além da hidrodinâmica, determinada fundamentalmente pela operação na barragem de Itaipu, outros fatores devem ser considerados tanto para os pontos do rio Paraná, como também para os rios Iguaçu e Monday. Particularmente para estes dois últimos ambientes a composição e abundância zooplanctônica, deve ter grande influência de condições locais e processos particulares nas respectivas bacias.

Composição taxonômica e frequência de ocorrência

Neste estudo os rotíferos apresentaram maior abundância e riqueza de espécies. Os grupos dos Cladocera e Copepoda menos diversos e abundantes, principalmente se tratando de ambientes lóticos como o rio Iguaçu e Monday. Resultados como estes foram observados por Basu & Pick (1996) e Thorp & Mantovani (2005) em rios temperados na América do norte.

A maioria dos táxons de rotíferos identificados é de habitat litorâneo e perífítico. Grupos de hábitos planctônicos foram constantes e estiveram presentes em grande parte dos pontos, em especial no rio Paraná. Raros foram os casos de táxons exclusivamente bentônicos e quando presentes estiveram associados aos ambientes estritamente lóticos sem o efeito da zona da barragem. Este é o caso das espécies *Lecane* cf. *arcula*, *Notommata* sp. e *Scaridium* sp., os quais foram encontrados apenas nos rios Iguaçu e Monday.

De forma geral, os rotíferos apresentaram uma ampla distribuição longitudinal nos pontos de amostragem do rio Paraná. Nos rios Iguaçu e Monday, os quais não sofrem influência da barragem, os rotíferos também foram freqüentes. De acordo com Pejler (1995), a maioria dos rotíferos é euriécia, apresentando, portanto, pouca restrição quanto ao tipo de habitat.

As famílias de rotíferos Brachionidae, Lecanidae foram as mais especiosas (10 e 11 espécies, respectivamente). De acordo com Turner (1992), esta composição, caracterizada pelo predomínio de espécies destas duas famílias, pode ser considerada típica de regiões neotropicais. A família Synchaetidae apresentou o maior número de indivíduos. O gênero *Synchaeta* foi o mais abundante dos Rotifera. A alta riqueza de espécies para rotíferos encontradas nesse trabalho, corrobora com os resultados encontrados por Ayoagui, (2007) e Bonecker *et al.* (2005) na planície de inundação do alto rio Paraná.

Os rotíferos são apontados por diversos autores como sendo, de uma forma geral, capazes de se adaptar rapidamente aos ambientes mais instáveis e dinâmicos, o que explica a presença de um grande número de espécies nos ambientes lênticos e lóticos. Espécies exóticas desse grupo também apresentam sucesso, maximizando o uso de recursos dos ambientes.

Um típico exemplo é o rotífero *Kellicottia bostoniensis*, espécie tipicamente plactônica na América do Norte, registrada pela primeira vez em 1907 – identificada nessa época como *Notholca bostoniensis* (Rousselet, 1908). Em 1938, recebeu o atual nome e entre as décadas de 40 a 90 dispersou por toda a Europa. Porém, em regiões neotropicais, foi registrada pela primeira vez como *K. longispina* (Paggi e Koste, 1995) no rio Paranapanema – estado de São Paulo. Atualmente, há registros de *K. bostoniensis* para o reservatório de Segredo, no Paraná Serafim Jr. *et al.* (2003b) lago do Nado na cidade de Belo Horizonte (Bezerra-Neto, 2001), como também neste estudo.

As espécies *Bosmina freyi*, *Bosmina hagmanni*, *Bosminopsis deitersi* foram os mais comuns entre os cladóceros nos pontos de amostragem da barragem de Itaipu e a jusante, principalmente no período chuvoso. Esses resultados estão relacionados com as características planctônicas dessas espécies e a capacidade de se alimentar de uma ampla variedade de alimentos. Esses resultados corroboram com os encontrados por Serafim Jr. *et al.* (2003b) no reservatório de Segredo (rio Iguaçu). Houve diferença significativa na abundância de *Bosmina hagmanni* entre os períodos seco e chuvoso, e também entre os diferentes pontos de amostragem.

A família Chydoridae ocorreu raramente no ponto lântico e sendo mais frequente nos pontos lóticos sem o efeito da barragem. A abundância total dessa família, como também de Moinidae, Sididae (exceto *Diaphanosoma birgei*) e Ilyocryptidae foi muito baixa. A presença de espécies não planctônicas no compartimento pelágico dos reservatórios, influenciando a riqueza do cladóceros, é considerada uma característica comum em reservatórios neotropicais (Elmoor-Loureiro *et al.*, 2004; Panarelli *et al.*, 2003).

As espécies *Ceriodaphnia cornuta cornuta*, *Ceriodaphnia cornuta* var. *rigaudi* e *Ceriodaphnia silvestrii*, da família Daphniidae estiveram presentes apenas no período chuvoso e foram mais comuns nos pontos do rio Paraná, a jusante da barragem de Itaipu. Houve diferença significativa na abundância desses táxons entre os períodos seco e chuvoso, e também entre os diferentes pontos de amostragem.

O predomínio numérico da espécie *Daphnia gesseneri* no reservatório de Itaipu, principalmente no período seco, pode estar relacionado com a redução do material em suspensão pelas condições de represamento. Alguns estudos mostram a redução da densidade de dafinídeos com o aumento da turbidez, principalmente durante o período chuvoso, pois altos valores de material em suspensão afetam a eficiência na assimilação e nas taxas de filtração desse grupo de organismos (Wolfenbarger, 1999).

Em relação aos copépodes a maioria dos táxons encontrados foi constante e está associado aos pontos de amostragem do rio Paraná, o qual sofre a influência da barragem. Náuplios e copepoditos de Calanoida e Cyclopoida co-existiram e foram os mais constantes nas amostras em todos os pontos de coleta. Os táxons raros foram encontrados exclusivamente nos rios Iguaçu e Monday, como é o caso dos indivíduos da ordem Harpacticoida, de natureza bentônica.

A grande dominância, em termos de abundância, de formas jovens de Copepoda, verificada no presente trabalho, é um padrão já relatado em diversos estudos. A elevada

produção de jovens pode ser considerada uma estratégia reprodutiva desse grupo zoológico (Viroux, 2002; Lansac-Tôha *et al.*, 2009, Nogueira *et al.*, 2006; 2008).

Em geral os copépodes adultos de Cyclopoida foram menos abundante nos pontos de amostragem. A espécie *Mesocyclops ogunnus* apresentou-se mais constante no período chuvoso, com apenas um registro no ponto P2 no período seco. *Microcyclops finitimus* apresentou o comportamento inverso citado para esta última espécie. *Thermocyclops decipiens* foi constante longitudinalmente nos ponto de amostragem do rio Paraná.

É provável que a predação seletiva de peixes planctívoros influencie na abundância destes indivíduos, como também dos outros grupos. Outra hipótese é que várias espécies de Cyclopoida são normalmente litorâneas ou bentônicas, e ficam a maior parte do tempo protegidas do fluxo da água. Com o período das chuvas, esses indivíduos são carregados para diversos compartimentos dos reservatórios e trechos de rios (Viroux, 2002).

Para os Calanoida, o gênero *Notodiaptomus* foi o mais constante nos pontos de amostragem, com exceção dos rios Iguaçu e Monday. Espécies deste gênero frequentemente são apontadas como dominantes entre os calanoidas em reservatórios da região neotropical (Bonecker *et al.*, 2005; Nogueira *et al.*, 2006). É importante destacar que a abundância e a frequência de ocorrência de fêmeas dos gêneros *Notodiaptomus* e *Argyrodiaptomus* foram elevadas nos pontos do rio Paraná.

Em geral os rotíferos, seguidos de *Bosmina* e náuplios de Cyclopoida tendem a ser mais abundante nos rios (Pace *et al.*, 1994; Thorp *et al.*, 1994). O que pode talvez justificar esse fato é que pequenos animais do plâncton, como os rotíferos, *Bosmina* e *Ceriodaphnia*, sejam favorecidos nos rios devido ao seu menor tempo de geração, podendo aumentar suas populações mesmo quando o tempo de residência é curto (Pace *et al.*, 1994; Wolfinbarger, 1999; Viroux, 2002).

Nos pontos do rio Paraná, e em alguns poucos casos nos rios Iguaçu e Monday, foram encontrados nas amostras neonatos e fêmeas de *Bosmina* com ovos. O sucesso no desenvolvimento da família *Bosminidae* em grandes rios pode ser um indicativo da adaptação desses organismos às adversidades ambientais, como por exemplo, os diversos efeitos físicos e químicos que ocorrem na água com a chegada do período de chuvas (Viroux, 2002). A Tabela 9 mostra a predominância da família *Bosminidae* em pesquisas realizados em grandes rios do mundo.

Tabela 9. Gêneros e famílias de Cladocera relatados como dominantes em termos de abundância nas águas dos rios de maior porte em todo o mundo (Viroux, 2002, modificado)

	Bosminidae	Ceriodaphnia	Chydoridae	Daphnia	Diaphanosoma	Moina	
Europa							
Danube							Gulyás, 1994; Reckendorfer <i>et al.</i> , 1999
Elbe							Meister, 1994
Loire							Pourriot <i>et al.</i> , 1982; Lair <i>et al.</i> , 1998, 1999
Marne							Pourriot <i>et al.</i> , 1997; Akopian <i>et al.</i> , 1999
Great Ouse							Bass <i>et al.</i> , 1997
Rhine							Admiraal <i>et al.</i> , 1994
Waal							Spaink <i>et al.</i> , 1998
América do Norte							
Columbia							Neitzel <i>et al.</i> , 1982
Hudson							Pace <i>et al.</i> , 1992
Mississippi							Pillard & Anderson, 1993
Ohio							Thorp <i>et al.</i> , 1994
América do Sul							
Apure							Saunders & Lewis, 1988a
Caura							Saunders & Lewis, 1988b
Orinoco							Saunders & Lewis, 1989; Vásquez & Rey, 1989
Paraná							Paggi & José Paggi, 1974; José de Paggi, 1980
Salado							José de Paggi & Paggi, 1998
Paranapanema							Nogueira, 2001
África							
Blue Nile							Talling & Rzóska, 1967
Sokoto							Holden & Green, 1960
Oceânia (Austrália)							
Darling							Shiel, 1985
Hawkesbury							Kobayashi <i>et al.</i> , 1998
Murray							Shiel <i>et al.</i> , 1982
Ásia							
Han							Yoo & Lim, 1991
Tigris							Sabri <i>et al.</i> , 1989

A distribuição e estrutura das populações são determinadas pela presença ou ausência de habitats adequados para sua reprodução e crescimento, embora existam outros fatores como, por exemplo competição. É possível fazer uma breve descrição da organização e distribuição das assembléias nos pontos e períodos de amostragem observando o índice de diversidade de Shannon Wiener (H') e a Equitabilidade (J').

No período seco, a maior diversidade (H') foi encontrada no ponto P2, já o menor valor foi verificado no ponto do rio Iguaçu. Em relação à equitabilidade (J'), para o mesmo período, o maior valor foi encontrado no ponto da barragem de Itaipu e o menor valor no rio Iguaçu.

Quanto ao período chuvoso, verifica-se que o maior valor de diversidade foi encontrado nos pontos P1 e P5, e o menor no rio Monday. Com relação à equitabilidade, os maiores valores foram registrados no ponto P4 e o menor valor no rio Monday.

Efeitos do represamento sobre as assembléias zooplanctônicas

Fatores que controlam a distribuição espacial e temporal das assembléias de zooplâncton e fitoplâncton são frequentemente citados na literatura mundial, quando se trata de ambientes lênticos (Huszar 1988; Akopian *et al.*, 1999; Guntzel, 2000; Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2003; Lansac-Tôha, 2009; Nogueira *et al.*, 2008). Para ambientes lóticos há um crescente número de estudos apontando os possíveis fatores reguladores desses organismos (Basu & Pick, 1996; Mituka & Henry, 2002; Viroux, 2002; Kwang-Hyeon *et al.*, 2008). No entanto não há um consenso geral entre os pesquisadores. Segundo estes mesmos autores tais fatores podem ser agrupados em duas categorias: (i) Abióticos – físicos e químicos e hidrológicos; (ii) Bióticos – relações inter/intra-específicas e atributos ecológicos. Deve-se levar em consideração a inter-relação entre esses fatores e o nível de influência da variação entre as espécies e o tipo de ambiente lêntico ou lótico (Reynolds, 1988; Reckendorfer *et al.*, 1999).

O tempo de residência da água nos ambientes é negativamente correlacionado com a descarga do rio ou velocidade de corrente. O potamoplâncton é diretamente correlacionado com a descarga e velocidade de corrente (Thorp *et al.*, 1994; Basu & Pick, 1996). Geralmente, os grupos zooplanctônicos possuem respostas diferentes para as variações no tempo de residência: os rotíferos dominam quando o tempo de residência da água é baixo ou médio, por outro lado quando o tempo de residência é alto a comunidade tende a ser dominada pelos microcrustáceos (Barany *et al.*, 2002).

O tempo médio de residência do canal principal no reservatório de Itaipu é de 40 dias, onde a velocidade da água pode alcançar 0,6 m/s (Agostinho *et al.*, 1999). Já nos pontos de amostragem do rio Paraná, a jusante da barragem os valores de velocidade de corrente apresentaram a mínima de 0,8 m/s entre os dois períodos amostrados.

De acordo com Rsozka (1978), a reprodução do zooplâncton e, portanto, o desenvolvimento da população é raramente observado em ambientes com velocidades superiores a 0,4 m/s. Sendo assim, é baixa a possibilidade do desenvolvimento de Copepoda, Cladocera – grupos de maior tamanho de corpo – e alguns rotíferos nos pontos a jusante do reservatório de Itaipu, no rio Paraná. Desta forma, a maioria dos indivíduos encontrados nestes pontos é, de fato, produto da exportação da barragem de Itaipu.

Em sistemas fluviais a presença de habitats lênticos a montante, tais como lagos e reservatórios artificiais, funciona como fonte de material orgânico, incluindo fitoplâncton e zooplâncton, que é exportado para jusante. Esses resultados já foram observados para ambientes Europeus e Asiáticos (Pourriot *et al.*, 1997; Doi *et al.*, 2008). Tal situação foi observada por Perbiche-Neves & Nogueira (2010) na sequência de reservatórios em cascata do rio Paranapanema (SP/PR).

Nos pontos do rio Paraná, a jusante da barragem, foi encontrado no período chuvoso espécies de Cladocera que não são consideradas típicas da comunidade de potamoplâncton, como o caso das *Bosmina*, *Moina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, todas de ambiente lêntico. Uma das razões é que no período das chuvas ocorre turbulência e consequentemente a mistura das zonas pelágicas e litorâneas. Esses e outros organismos ficam sujeitos a serem deslocados para as regiões da barragem dos reservatórios, onde de fato se desenvolvem e são exportadas para as regiões jusante da mesma.

Nos pontos analisados do rio Iguaçu e Monday, os quais não sofrem influência da barragem de Itaipu, a comunidade zooplânctônica foi constituída de organismos pequenos e típicos de ambiente lóticos. Ocorreu a presença de espécies da família Chydoridae tipicamente litorâneos (Elmoor-Loureiro, 1997), como também dos gêneros de Copepoda *Paracyclops* e *Macrocyclus* e indivíduos da ordem Harpacticoida, que segundo Reid (1985) são habitantes dos compartimentos bentônicos.

De maneira geral, a contribuição dos rios Iguaçu e Monday ficou mais evidente quando analisado os aspectos físicos e químicos dos três rios (ver item 4). Em relação à contribuição de fauna destes tributários, são poucos os táxons que foram encontrados no rio Paraná que se pode considerar como tendo origem nos rios Iguaçu e Monday. Apenas

Moina minuta e *Macrocyclus albidus* foram encontrados exclusivamente nos rios Iguaçu e Monday e posteriormente no rio Paraná, nos pontos pós-tributários (P4, P5 e P6).

Os náuplios de Cyclopoida e Calanoida que estiverem em 100% dos pontos nos dois períodos estudados.

A construção do reservatório de Itaipu no rio Paraná criou distintas condições físicas em relação ao livre fluxo de água. Ocorreu uma modificação no regime hidrológico podendo indiretamente alterar a composição (fauna e flora), estrutura e funcionamento aquático, como também das áreas adjacentes ao corpo da água. Esses impactos físicos nas características do habitat incluem mudanças nos fatores físicos e químicos da água, como por exemplo, a temperatura da água, material em suspensão, oxigênio dissolvido e concentrações de fósforo e nitrogênio (Rietzler & Espíndola 1998; Nogueira *et al.*, 2002 e Feitosa *et al.*, 2006). Esse fato pode ser observado para este trabalho no item 4.1.

A diversidade de táxons de Rotifera, como também a abundância de náuplios de Cyclopoida e Calanoida no rio Iguaçu, e especialmente no Monday, podem ser explicadas pelas condições físicas e químicas da água, que são muito diferentes das encontradas nos pontos de amostragem do rio Paraná. De maneira geral, a riqueza de espécies de Rotifera pode estar relacionada ao maior grau de trofia destes rios.

Ainda, estudos de padrões de distribuição da riqueza de espécies de rotíferos e tecamebas, realizados por Ayoagui (2007) e Bonecker *et al.* (2005) e Velho *et al.* (2007) na planície do alto rio Paraná, observaram elevada riqueza de espécies nos ambiente lóticos. Esses autores sugerem que os rios podem funcionar como um coletor de fauna das planícies de inundação. Ainda, Casanova (2005) registrou maiores valores desse atributo ecológico em ambientes conectados – rio-lagoa, e menores valores nas lagoas que permaneceram por um maior tempo com reduzido volume de água.

Interações biológicas e fatores físicos e químicos

O tempo de residência e a vazão do reservatório é, entretanto, apenas uma das causas da freqüente predominância de rotíferos no plâncton de rios. Outro fator pode ser a predação da fração maior do zooplâncton por peixes planctívoros na maioria das vezes jovens (Hynes, 1970; Vasquez & Rey, 1989). Durante o período chuvoso foi encontrado nos pontos de amostragem, várias larvas de peixes nas amostras coletadas para a análise do zooplâncton.

Em geral, os fatores limnológicos com maior correlação para a maioria das famílias de Rotifera foram o material em suspensão (frações orgânicas e inorgânicas), turbidez, Clorofila *a*, nitrogênio e fósforo total. Condições estas associadas aos pontos lóticos deste trabalho. Através destes resultados e das informações já comentadas anteriormente, fica claro o sucesso das populações de rotíferos em ambientes com características lóticas.

Um exemplo disto foi bem documentado por Kirk (1991), onde esse autor associou negativamente a quantidade de material em suspensão e a taxa de filtração e desenvolvimento de Cladocera. Os rotíferos são mais seletivos para material orgânico do que os cladóceros, essa seletividade pode estar correlacionada com a redução da ingestão de algas na presença de material em suspensão (frações inorgânicas). Este fato leva a uma interferência mecânica sobre os cladóceros, favorecendo os rotíferos (competição interespecífica). Ainda, Kirk & Gilbert (1990), em outro trabalho fornecem uma explicação mecanicista baseada nos modos de alimentação dos dois diferentes grupos.

A grande maioria dos táxons de microcrustáceos, de forma geral, correlacionou-se positivamente com os seguintes fatores: transparência da água, profundidade, temperatura da água, clorofila-*a* e, em menos intensamente, com as concentrações de nitrogênio e fósforo. Esses resultados corroboram com uma série de estudos já publicados para reservatórios de regiões neotropicais e temperados. Velho *et al.* (2005), para o reservatório de Corumbá (GO), observaram a maior abundância de Copepoda nas regiões lânticas, e associaram essa distribuição com valores de nutrientes, material em suspensão, turbidez decrescentes em direção a barragem.

A temperatura da água e a clorofila *a*, correlacionaram-se positivamente com a biomassa de zooplâncton em ambientes aquáticos de regiões temperadas, como relata Pace *et al.* (1992) no rio Hudson e Thorp *et al.* (1994) no rio Ohio.

A velocidade de corrente pode ter sido um fator negativo para a abundância total das assembléias de microcrustáceos nos pontos do rio Paraná, embora esta variável não se apresente como tal nas análises de ACCs. De maneira geral houve um decréscimo no número de indivíduos a jusante do reservatório de Itaipu – P1, P2, P3, P4, P5 e P6 –, trecho que compreende aproximadamente 30 km – principalmente no período seco.

No período seco, a abundância total de copepódes nessas áreas de amostragem, a partir da barragem de Itaipu (8.232 ind.m⁻³), correspondeu a 210, 159, 140, 85, 71, 85 ind.m⁻³, respectivamente. No período chuvoso os valores foram de 4844 ind.m⁻³ na

barragem de Itaipu e 1858, 915, 1078, 666, 1648 e 1016 ind.m⁻³. Para os cladóceros, foram observados os seguintes valores: período seco com 783 ind.m⁻³ na barragem de Itaipu, e 9, 7, 7, 2, 4 e 1 ind.m⁻³, respectivamente nos pontos a jusante. Já no período chuvoso 887 ind.m⁻³ (Barragem de Itaipu) e 438, 59, 101, 97, 246 e 118 ind.m⁻³. Essa diminuição da abundância a jusante da barragem, para copépodos, também foi relatada por Mitsuka & Henry (2002), no trecho de jusante do reservatório de Jurumirim.

Os cladóceros também apresentaram, longitudinalmente, uma diminuição no número de indivíduos em ambos os períodos. Na barragem de Itaipu no período seco foram contabilizados 783 ind.m⁻³. A jusante as abundâncias foram 9, 7, 7, 2, 4, 1 ind.m⁻³. No período chuvoso, ocorreu na barragem um total de 887 ind.m⁻³, e nos pontos de amostragem a jusante 220, 59, 101, 97, 246, 118 ind.m⁻³, respectivamente.

Finalmente, os rotíferos apresentaram abundância total no período seco de 4.266 ind.m⁻³ na barragem de Itaipu e 394, 480, 538, 190, 221 e 252 ind.m⁻³, respectivamente, nos pontos a jusante da mesma. No Período chuvoso, a barragem de Itaipu apresentou 486 ind.m⁻³, e os pontos a jusante 256, 205, 393, 100, 145 e 69 ind.m⁻³, respectivamente.

Esses resultados confirmam a hipótese de que a estrutura das assembléias zooplancônicas difere temporalmente, entre os períodos seco (inverno 2009) e chuvoso (verão 2010), e espacialmente, no gradiente longitudinal entre a zona da barragem de Itaipu, rio Paraná a jusante e zona de influência dos rios tributários – Iguaçu e Monday, devido às condições limnológicas intrínsecas de cada local de amostrado neste trabalho.

6

Conclusão

- Neste trabalho os parâmetros físicos e químicos da água diferem entre os pontos de amostragem no rio Paraná – na barragem de Itaipu e trecho a jusante – e nos rios tributários Iguaçu e Monday.
- O regime hidrológico (chuva, vazão) foi um dos principais fatores que influenciaram na variação dos parâmetros físicos e químicos da água em todos os pontos estudados.
- O reservatório de Itaipu influencia na carga de nutrientes e sedimentos ao longo do rio Paraná, atuando na retenção dessas substâncias, principalmente do material em suspensão. Isto pode ser observado quando comparado aos rios Iguaçu e Monday, sem influência da barragem no local de estudo.
- Após a passagem pela barragem de Itaipu, as concentrações de nutrientes e sedimentos tende a aumentar, mostrando que há o restabelecimento das características de um ambiente lótico.
- Os rios Iguaçu e Monday, por não terem influência de barragem nos trechos estudados, apresentaram características limnológicas bem distintas das do rio Paraná.
- A contribuição de nutrientes e sedimento dos rios Iguaçu e Monday sobre o rio Paraná, foi mais evidente no período seco (Inverno 2009).
- Através dos resultados obtidos neste trabalho, observa-se que as assembléias de zooplâncton diferem entre os pontos de amostragem no rio Paraná e os rios tributários Iguaçu e Monday. De maneira geral o rio Paraná apresentou uma comunidade zooplânctônica típica de ambientes lênticos, devido a influência do reservatório de Itaipu. Por outro lado, o rio Iguaçu e Monday apresentaram comunidades zooplânctônicas (potamoplâncton) típicas de rios.

- O regime hidrológico - vazão dos rios, foi um dos principais fatores que contribuíram no período chuvoso para o aumento da abundância total e riqueza de espécies nos pontos de amostragem.
- As assembléias de Cladocera e Copepoda apresentaram maiores abundâncias nos pontos do rio Paraná, os quais são influenciados pela barragem de Itaipu. A mesma influência ocorreu para a riqueza de espécies de microcrustáceos, principalmente de cladóceros. Isto pode ser observado quando comparado aos rios Iguaçu e Monday, sem influência da barragem no local de estudo.
- A abundância total do zooplâncton a jusante da barragem de Itaipu, apresenta um decréscimo no número de indivíduos, principalmente no período seco. Isto ocorre, pois, conforme vai se distanciando da zona lacustre da barragem, as assembléias vão sendo transformadas pelas características de um ambiente lótico.
- Devido às condições de fluxo rápido na maioria dos pontos de amostragem, os rotíferos foram mais abundantes e especiosos na comunidade de zooplâncton. Espécies grandes de Cladocera e Copepoda foram menos evidentes.

Referências Bibliográficas

- Agostinho, A. A.; Bini, L. M. & Gomes, L. C. 1997. Ecologia de comunidades de peixes da área de influência do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (Eds.) *Reservatório de Segredo: Bases ecológica para Manejo*. Maringá-PR: EDUEM, 1997, cap. 6, 97-111p.
- Agostinho, A. A.; Júlio, J. R. H. F. & Borghetti, J. R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. *Unimar*. 14:89-107p.
- Agostinho, A. A.; Liliana, R.; Luiz, C. G.; Thomaz, S. M.; Leandro, E.M. 2004. Estructure functioning of the Paraná River and its Floodplain. Maringá: EDUEM, 275p.
- Agostinho, A. A.; Gomes, L. C.; Pelicice, F. M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá, PR: Eduem, 501p.
- Agostinho, A. A.; Okada, E. K.; Gregoris, J. 1999. A pesca no reservatório de Itaipu: Aspectos sócios-econômicos e impactos do represamento. In: Henry, R. (Ed). *Ecologia de reservatórios: estruturas, função e aspectos sociais*. FUNDIBIO/FAPESP 800p.
- Agostinho, A. A.; Thomaz, S. M.; Nakatani, K. 2002. A planície de inundação do Alto rio Paraná - Site 6. In: Seeliger, U.; Cordazzo, C.; Barbosa, F. A. R. (Ed.). *Os Sites e o programa brasileiro de pesquisas ecológicas de longa duração*. Belo Horizonte: UFMG. Programa PELD. 101-124p.
- Akkopian, M.; Garnier, J.; Pourriot, R. 1999. A larger reservoir as a source of zooplankton for the river: structure of the populations and influence of fish predation. *J. of Plankton Res.* **21**, 285-297p.
- Allan, J. D. 1995. *Stream ecology – Structure and function of running waters*. London: Chapman e Hall. 388p.
- Andrade, L. F.; Brunkow, R. F.; Xavier, C. F.; Domingues, L.L. 1988. Fitoplâncton e características físico-químicas do reservatório de Itaipu. In: Tundisi, J. G. (Ed). *Limnologia e Manejo de represas*. Série: Monografias em Limnologia. 1.
- Aneel, 2007. Disponível em <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em 10/08/2010.
- Arcifa, M. S. & Northcote, T. G. 1997. Need for holistic approaches in food web experiments and biomanipulation in tropical lakes: a Brazilian reservoir experience. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **26**, 661-665p.

- Armitage, P. D. & Capper, M. H. (1976). The numbers, biomass and transport downstream of micro-crustaceans and Hydra from Cow Green Reservoir (Upper Teesdale). *Freshwater Biol.* **6**, 435-432p.
- Ayoagui, A. S. M.; 2007. Diversidade de Rotíferos na Planície de Inundação do Alto rio Paraná. (PR/MS-Brasil). . (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia.
- Barany, C.; Hein, T.; Holarek, C; Keckeis, S.; Schiemer, F. 2002: Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. – *Freshw. Biol.* **47**, 473–482p.
- Basu, B. K.; Pick, F.R. 1996. Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate river. *Journal of Plankton Research.* **19**, 237-253p.
- Barbosa, F.A.R.; Padisák, J.; Espíndola, E.L.G.; Borics, G.; Rocha, O. 1999. The Cascade Reservoir Continuum Concept (CRCC) and its applications to the River Tietê Basin, São Paulo State, Brazil. In: *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. (Eds) Tundisi, J.G. & Straškraba. 425-427pp. Brazilian Academy of Sciences, International Institute of Ecology and Backhuys Publishers.
- Bermann, C. 2007. *Impasses e controvérsias da hidreletricidade*. Estudos avançados. **59**,139-153p.
- Bezerra-Neto, J. F. 2001. *A influência da larva de Chaoborus (Insecta: Díptera) na distribuição espacial da comunidade zooplânctônica na lagoa do Nado, Belo Horizonte-MG*. (Dissertação Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Bonecker, C. C., C. L. Costa, L. F. M. Velho & F. A. Lansac-Tôha, 2005. Diversity and abundance of the planktonic rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Paraná State - Mato Grosso do Sul State, Brazil). *Hydrobiologia* **546**,405-414p.
- Brandt, S.A. 2000. Classification of geomorphological effects downstream of dams. *Catena.* **40**,375-401p.
- Bletter, M. C. C.; Bonecker, C. C. 2007. Longitudinal distribution of microcrustacean biomass in three tropical reservoirs (Paraná State, Brazil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences.* **29**, 279-304p.
- Brigante, J.; Espíndola, E. L. G. 2003 *Limnologia fluvial: um estudo de caso no rio Mogi-Guaçu*. RiMa Editora. São Carlos. 255p.
- Brzuostowski, J. 1997. *Krebs Ecological Methodology for Windows*. version 0.9.
- Cabo, L.; Puig, A.; Arreghini, S.; Olguín, F. H.; Seoane, R.; Obertello, T. 2003. Physicochemical variables and plankton from the lower Delta of the Paraná River (Argentina) in relation to flow. *Hidrological process.* **17**, 1279-1290p.

- Carvalho, O. A. 2006. *Água sobre terra: Lugar e territorialidade na implantação de grandes hidrelétricas*. Dissertação de mestrado. UFRGS/PPGEA.
- Calijuri, M. C. & Tundisi, J. G. 1990. Limnologia comparada das represas do logo (Broa) e Barra Bonita – Estado de São Paulo: Mecanismo de Funcionamento e bases para o gerenciamento. *Ver. Brasil. Biol.* **4**, 893-913.
- Cole, G.A. 1979. *Text of Limnology*. 2nd. Ed. Saint Louis. The C. V. Mosby Company. 426p.
- Casanova, S. M. C. 2000 *Distribuição Longitudinal da comunidade zooplantônica na região de transição Rio-Reservatório (Rio Paranapanema – Represa de Jurumirim)*. (Dissertação de Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Dajoz, R. 1983. *Ecologia Geral*. Petrópolis, Vozes. 4 ed. 472p.
- Doi, H.; Chang, K.; Ando, T.; Imai H.; Nakano, S.; Kajimoto, A.; & Katano, I, (2008). Drifting plankton from a reservoir subsidize downstream food webs and alter community structure. *Oecologia*. 156, 367-371p.
- Dussart, B. H. & Defaye, D. 1995. *Copepoda: introduction to the Copepoda*. The Hague: SPB Academic Publishing, 277p.
- Elwood, J. W.; J. D. Newbold, R. V. O'Neill, & W. Van Winkle. 1983. *Resource spiralling: An operational paradigm for analyzing lotic ecosystems*. In: T.D. Fontaine, III., and S. M. Bartell (eds.). Michigan. Newbold, J. D., P. J. Mulholland, J. W. Elwood, & R.V. 3-27p.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A. 1997. *Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil*. Taguatinga: Universa, 156p.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A.; Mendonça-Galvão, L. & Padovesi-Fonseca, C. 2004. New Cladoceran records from Lake Paranoá, Central Brazil. *Braz. J. Biol.* **64**, 415- 422.
- Elmoor-Loureiro, L.M.A. 2007. Phytophilous cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paranã River Valley, Goiás, Brazil. *Rev. Bras. de Zool.* **24**: 344-352p.
- Esteves, F. A. 1998. *Fundamentos em Limnologia*. 2a ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 602 p.
- Feitosa, M. F.; Nogueira, M. G. & Vianna, N.C. 2006. Transporte de Nutrientes e Sedimentos no Rio Paranapanema (SP/PR) e Seus Principais Tributários nas Estações Seca e Chuvosa. In: *Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata*. 2a ed Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin, A. (eds.). Rima, São Carlos, 435-459p.
- Fox, L. E. 1991. Phosphoro chemistry in the Tidal Hudson river. *Geochim. Cosmochim. Acta*. **55**, 1529-1538p.

- Fox, L. E. 1993. The chemistry of aquatic phosphate: inorganic process in rivers. *Hidrobiologia*. **253**, 1-16p.
- Frissel, C.A.; Liss, W.J.; Warren, C.E. And Hurley, M.D. 1986. A hierarchical framework for stream classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*. 10,199-214p.
- Froelich, G. M. 2001. *Ilha Solteira: Uma História de Riqueza e poder (1952-1992)*. São Paulo- EDUC, FAPESP. 286p.
- Garavello J.C.; Pavanelli, C.S.; Suzuki, H.I. 1997. Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçu. In: Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (eds), *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. EDUEM, Maringá, 61-84p.
- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. and Ohstad, M.A. 1978. *Methods for physical & chemical analysis of fresh water*. IBP N.8. 2nd. Ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 213. p.
- Gutnzell, A. 2000. *Variações espaço-temporais das comunidades zooplânctônicas nos reservatórios do médio e baixo rio Tietê/Paraná, SP*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 445p.
- Henry, R. & Maricatto, F. E., 1996, Sedimentation rates of tripton in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Limnologia*, **26**, 15-25p.
- Henry, R.; Nogueira, M. G.; Pompeo, M. L. L & Moschini-Carlos, V. 2006. Annual and short-term variability in primary productivity by phytoplankton and correlated abiotic factors in the Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Braz. J. Biol.* **66**, 239-261p.
- Henry, R. 1990. Amônia ou fosfato como agente estimulador do crescimento do fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP) *Rev. Bras. Biol.* **4** 883-892p.
- Horn, H. S. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Am. Nat.* **100** **914**, 419-424p.
- Huszar, V. L. M. e Esteves, F. A. 1988. Considerações sobre o Fitoplâncton de Rede de 14 lagos costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Brasil. *Acta Limnol, Brasill.* **11**, 323-345p.
- Hynes, H. B. N. 1970. *The Ecology of Running Waters*. University of Toronto Press. Toronto. 555p.
- Johnson, B. L.; William, B.W.; Naimo, T. J. 1995. Past, Present, and Future Concepts in Large River Ecology. *BioScience Ecology of Large Rivers* **45**, 134-141P.
- Junk, W. J.; Bayley, P. B. and Spark, R. E. 1989. The flood-pulse concept in river-floodplain systems. In Dodge (ed.) *Proceedings of the International Larger River Symposium*. Canadian Especial Publications Fisheries and Aquatic Sciences. 106:110-127p
- Kirk, K. L. 1991. Inorganic particles alter competition in grazing plankton: the role of selective feeding. *Ecology*. **72**, 915-923p.

- Kirk, K. L.; Gilbert, J. J. 1990. Suspended clay and the population dynamics of planktonic rotifers and cladocerans. *Ecology*. **7**, 1741-1755p.
- Koste, W. 1978a. *Rotatoria – die Redertiere Mitt Leuropas – I*. Text Band. 237 p.
- Koste, W. 1978b. *Rotatoria – die Redertiere Mitt Leuropas – II*. Text Band. 237 p.
- Lansac -Tôha, F. A.; Bonecker, C. C. ; Velho, L. F. M.; Silva, N. R. S.; Dias, J.; Alves, G. M; Takahashi, E. M .2009. Biodiversity of zooplankton community in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. *Brazilian Journal of Biology*. **69**, 539-549p.
- Latrubesse, E. ;Stevaux, J. C.; Sinha, R. 2005. *Tropical rivers* .*Geomorphology*. **70**, 187-206p.
- Marques, P. H. C.; Oliveira, H.T.; Machado E, C. 2003. Limnological study of Piraquara river (Upper Iguaçu basin): spatiotemporal variation of physical and chemical variables and watershed zoning *Brazilian Archives of Biology and Technology*. **46**, 383-394p.
- Mackreth, F. J. H.; Heron, J. and Talling, J. F. 1978. *Water analysis: some revised methods for limnologist*. Freshwater Biological Association. Scientific Publication n° 36. Kendall. Titus Wilson e Sons LTD. 120 p.
- Magurram, A.E. 1998. *Ecology diversity and its measurement*. 179 p.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twent years. *Hidrobiologia*. **504**, 215- 222p.
- Matsumura-Tundisi, T. e Silva, W. 1999. Copépodes Planctônicos. In: Ismael, D.; Valenti, W. C.; Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. *Invertebrados de água doce*. São Paulo, Fapesp. 91-100p.
- Margalef, R. 1983. *Limnologia*. Barcelona. Ediciones Omega. 1010p.
- Marzolf, R. G. 1990. Reservoir as environments for zooplankton. In: Thonton. K. W. 1990. Perspectives on reservoir limnology. In: Thorton, K. W.; Kimmel, B. L. & Payne, F. E. (eds). *Reservoir Limnology: ecological perspectives*. New York: John Wiley & Sons 195-208p.
- Meschiatti, A. J. and Arcifa, M. S. 2002. Early life stages of fish and the relationships with zooplankton in a tropical Brazilian reservoir: Lake Monte Alegre. *Braz. J. Biol.* **62**, 41-50p.
- Mitsuka, P. M.; Henry, R. 2002. The fate of copepod populations in the MParanapanema River (São Paulo, Brazil), downstream from the Jurumirim Dam. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. **45**, 479-490p.

- Moresco, C.; Rodrigues, L. 2006. Cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. **28**, 335-345p.
- Moretto, E. M. & Nogueira, M. G. 2003. Physical and chemical characteristics of Lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita Reservoir (São Paulo – Brazil). *Acta Limnol. Bras.* **15**, 27-39p.
- Minillo, A. 2005. *Análise da distribuição, densidade e toxicidade de florações de cianobactérias e suas toxinas nos reservatórios do médio e baixo rio Tietê (SP) e relação com as características limnológicas do sistema*. São Carlos, 2005. Tese de Doutorado -Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
- Naliato, D. A. O; Nogueira, M. G., Perbiche-Neves, G. 2009. Discharge pulses of hydroelectric dams and their effects in the downstream limnological conditions: a case study in a large tropical river (SE Brazil). *Lakes & Reservoirs: Research & Management*. **14**, 301-314p.
- Neiff, J.J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*. **15**, 424-441 p.
- Nogueira, M. G.; Jorcin, A.; Vianna, N. C. & Britto, Y. C. T. 2002 (a). Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema (SP-PR), Brasil. In: Cirelli, A. & Marquisa, G. (eds.). *El Agua en Iberoamerica, de la limnologia a la gestión en Sudamerica, Argentina*. Cyted XVII,. 91-106p.
- Nogueira, M. G., Jorcin, A., Vianna, N. C. e Britto, Y. C. T. 2006. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – Um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). Cap. 4. In: Nogueira, M. G., Henry, R. e Jorcin, A. (Eds). *Ecologia de reservatórios: Impactos Potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. 2ª ed. São Carlos: Rima. 83-126p.
- Nogueira, M. G. 2000. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environment compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo. Brazil. *Hydrobiologia*. **431**, 115-128p.
- Nogueira, M. G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo. Brazil. *Hydrobiologia*. **455**, 1-18p.
- Nogueira, M. G.; Reis Oliveira, P. C. & Britto, Y. T. 2008. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). *Limnetica*.
- NTSYSpc, Numerical Taxonomy System, Version 2.2 for Windows NT/2000/XP, Vista, & Win7.
- Odum, E. P. 2004. *Fundamentos de ecologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 927 p.
- Pace, M. J.; Vaqué, D. 1994. The importance of Daphnia in determining mortality rates of protozoans and rotifers in lakes. *Limnology and Oceanography*. **39**, 985-996p.

- Paggi, S. J.; Koste, W. 1995. Additions to the checklist of rotifers of the superorder Monogononta recorded from Neotropics. *Int. Revue. Ges. Hydrobio.* **80**, 133-140p.
- Paggi, S. J. & Paggi, J. C. Zooplankton. 2007. In: Iriondo, M. H.; Paggi, J. C.; Parma, M. J. (Eds.). *The Middle Paraná River: limnology of a subtropical Wetland*. New York: Springer. 229-245p.
- Pagioro, T. A.; Thomaz, S. M.; Roberto, M. C. 2005. Caracterização limnológica abiótica dos reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (Eds.). *Biocenose em reservatórios – Padrões espaciais em temporais*. Rima Editora, São Carlos, SP.
- Paiva, R.S.; Eskinazi-Leça, E.; Passavante, J.Z.O.; Silva-Cunha, M.G.G. e Correia de Melo, N.F.A. 2006. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. *Ciências Naturais*. Belém, n.2 1: 133-146p.
- Panarelli, E.; Casanova, S. M. C.; Nogueira, M. G.; Mitsuka, P. M & Henry, R. 2003. A comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no Rio Paranapanema/Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: Henry, R. (ed.). *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. São Carlos: Rima, 129-160p.
- Pedroso, F.; Bonetto, C. A.; Zalocar, Y. 1988. A comparative study on phosphorus and nitrogen transport in the Paraná, Paraguay and Bermejo rivers. In: Tundisi, J. G. *Limnologia e Manejo de Represas*. São Carlos:EESC/USP/CRHEA. 91-117.
- Pejler, B.1995. Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia*. **313**, 267-278p.
- Perbiche-Neves, G. & Nogueira, M. G. 2010. Multi-dimensional effects on Cladocera (Crustácea, Anomopoda) assemblages in two cascade reservoirs in Southeast Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. **15**, 139-152p.
- Pinto-Coelho, R. M.; Pinel-Alloul, B.; Méthot, G. & Havens, K. 2005. Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variation with trophic status. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **62**, 348-361p.
- Pinto-Coelho, R. M.; Azevedo, L. M. de A.; Rizzi, P. E. V.; Bezerra-Neto, J. F. & Rolla, M. E. 2006. Origens e efeitos do aporte externo de nutrientes em um reservatório tropical de grande porte: Reservatórios de São Simão (MG/GO). In: Nogueira, M. G.; Henry, R. & Jorcin, A. (eds). *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, Ações de manejo e Sistemas em Cascatas*. São Carlos: Rima, 127-164p.
- Pourriot, R.; Rougier, C.; Miquelis, A. 1997. Origin and development of river zooplankton: example of the Marne. *Hydrobiologia*. **345**, 143-148p.
- Reid, J.W. 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia, Universidade de São Paulo*. **9**,17-143p.
- Reynolds, C. S.; 1984. Plankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biology*. **14**, 111–142p.

- Reckendorfer, W.; Keckeis, H.; Winkler, G.; Schiemer, F. (1999) Zooplankton abundance in the River Danube, Austria: the significance of inshore retention. *Freshwater Biology*. **41**, 583–591.
- Rietzler, A.C.; Espíndola, E.L.G. 1998. Microcystis as a food source for copepods in a subtropical eutrophic reservoir. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **26**, 2001-2005p.
- Robertson, B.A. & Hardy, E.R. 1984. Zooplankton of Amazonia lakes and rivers. In: Sioli, H. (ed). *The Amazon*. Dordrecht: Springer-Verlag. 337-352p.
- Rocha, C.E.F. 1998. New morphological characters useful for the taxonomy of genus *Microcyclops* (Copepoda, Cyclopoida). *J. Mar. System.* **15**, 425-431p.
- Roche, K. F. & Rocha, O. 2005. *Ecologia trófica de peixes: com ênfase na planctivoria em ambientes lênticos de água doce no Brasil*. São Carlos: Rima, 146p.
- Rzoska, J. 1978. *On the nature of Rivers*. Junk, The Hague.
- Santos-Silva, E.N. 2000. *Revisão das espécies do “complexo nordestinus” (Wright, 1935) de Notodiaptomus Kiefer, 1936 (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae)*. Tese de doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 196p.
- Sartori, L. P. 2008. *Compartimentalização longitudinal do reservatório de Rosana (Rio Paranapanema, SP/PR) – Variáveis limnológicas e assembleias zooplânctônicas*. (Tese de Doutorado). Instituto de Biociências, Unesp-Universidade Estadual Paulista. 285p.
- Scherer-Warren, I. 1996. *Redes de Movimentos sociais*. São Paulo: Edições Loyola. 143p.
- Sendacz, S. & Kubo, E. 1982. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de reservatórios do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*. **9**, 51-189p.
- Sendacz, S.; Caleffi, S. and Santos-Soares, J. 2006. Zooplankton biomass of reservoirs in different trophic conditions in the state of São Paulo, Brazil. *Braz. J. Bio.* **66**, 337-350p.
- Sendacz, S. e Monteiro-Junior, A.J. 2003. Zooplâncton e características limnológicas da planície de inundação do rio Paraná. In: *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. Henry, R. (ed.). São Carlos: Rima. 61-82p.
- Serafim-Júnior, M; Lansac-Tohã, F. A.; Paggi, J. C.; Velho, L. F. M. and Robertson, B. 2003a. Cladocera fauna composition in a river-lagoon system of the upper Paraná River floodplain, with a new record for Brazil. *Braz. J. Bio.* **63**, 349-356p.
- Serafim-Junior, M; Neves, G. P.; Britto, L.; Ghidini, A. 2003b. Composição da comunidade zooplânctônica de um reservatório eutrofizado do Altíssimo Rio Iguaçu, região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. In: Andreoli, C. V.; Carneiro, C. (Eds) *IV seminário do projeto interdisciplinar de pesquisas em eutrofização de água de abastecimento público*. 27-29p.
- Souza Filho, E. E. & Stevaux, J. C. 1997. Geologia e geomorfologia do complexo do rio Baía, Curitiba, Ivinhema, In: Vazooler, A. E. A. M; Agostinho, A. A; Hahn, N. S. (Eds). A

planície de Inundação do Alto Rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá. EDUEM. 179-208p.

- StatSoft, Inc. 2002. *Statistica (data analysis software system)*. version 6.0 www.statsoft.com.
- Stevaux, J. C.; Souza-filho; Martins, D. P., Meurere, M. 2009. Changes in a large regulated tropical river: The Paraná River downstream from the Porto Primavera Dam, Brazil. *Geomorphology*. **113**, 230-238p.
- Stevaux, J. C.; Souza-filho, Edvard E.; Medeanic, S.; Yamskikh, G. 2004. In: Thomas. S. M.; Angelo A. A.; Segatti, N. H.; (Org.). Leiden: *Bckhuys Publishers*. 31-53p.
- Strickland, J. D. and Parsons, T. R. 1960. A manual of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bel. Can.* **125**, 1-185p.
- Talling J.F. and Driver, D. 1963. Some problems in the estimation of chlorophyll a in phytoplankton. In: *Proceedings, Conference of primary productivity measurements in marine and freshwater*. Hawa. 1961. USAEE. 142-146p.
- Taniguchi, G.M.; Bicudo, D.C. e Senna, P.A.C. 2005. Gradiente litorâneo-limnético do fitoplâncton e ficoperifíton em uma lagoa da planície de inundação do rio Mogi-guaçu. *Revista Brasil. Bot.* **28**, 137-147p.
- Thomaz, S. M.; Roberto, M. C.; Lانس-Tôha, F. A.; Lima, A.F.; Esterves, F. A. 1992. Características limnológicas de uma estação de amostragem do alto rio Paraná e outra do baixo rio Ivinhema – (PR, MS- Brasil). *Acta Limnol. Brasil.* **4**, 32-55p.
- Thornton, W. K. 1990. Perspectives on reservoir limnology. In: Thornton, K. W.; Kimmel, B.L. and Payne, E. F. (eds.). *Reservoir Limnology: ecological perspectives*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1-13p.
- Thomaz, S. M.; Takeda, A. M.; Bonecker, C. C.; Lانس-Tôha, F. A.; Higuti J.; Leandrini, J. A.; Rodrigues, L. ;Velho, L. F. M.; Rodrigues, L. C.; Pereira, S. R.S.; Train, S.; Jati, S. 1999. *Estudos Limnológicos na área de influência do reservatório de Corumbá (GO)*. UEM/Nupélia, Maringá.
- Thorp, J. P.; Black, A. R.; Haag, K. H. 1994. Zooplankton assemblages in the Ohio River. Seasonal, tributary, and navigation dam effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **51**, 1634-1643p.
- Thorp, J. M.; Mantovani, S. 2005. Zooplankton of turbid and hydrologically dynamic prairie river. *Freshwater Biology*. **50**, 1474-1491p.
- Tolmasquim, M. T.; Guerreiro, A. & Gorini, R. 2007. *Matriz energética brasileira: uma perspectiva*. Novos estud. – CEBRAP. n.79, 47-69p.
- Townsend, C. R. 1989. The patch dynamics concept of stream community ecology. *J. N. Am Benthol. Soc.* **8**, 51-63p.
- Tundisi, J. G. 2003 *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Paulo: Rima/IIIE. 247p.

- Tundisi, J. G. 2004. Gerenciamento integrado de Bacias Hidrográficas e reservatórios: estudos de casos de perspectivas. In: *Ecologia de reservatórios: Impactos Potencias, ações de manejo e sistemas em cascatas*. Instituto de Biociências – Unesp. Avaré-SP. 11p.
- Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. 2008. *Limnologia*. Oficina de textos: São Paulo. 631p.
- Turner, P. N; Da Silva, C. 1992. Littoral rotifers from the State of Mato Grosso, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. **27**, 227-241p.
- Vannote, R. L.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W.; Sedell, J. R. and Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **37**, 130-137p.
- Valderrama, J. G. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*. **10**, 109-122p.
- Vasquez E.; Rey J. 1989. A longitudinal study of zooplankton along the lower Orinoco River and its Delta (Venezuela). *Ann.Limnol.*, **25**, 107-120p.
- Velho, L. F. M; Lansac-Tôha, F. A.; Bonecker, C. C.; Bini, L. M. & Rossa, D. C. 2002. The longitudinal distribution of copepods in Corumbá Reservoir, State of Goiás, Brazil *Hydrobiology* **156**, 385-391p.
- Velho, L. F.; Lansac-Tôha, F. A. Bonecker, C. C. 2005. Distribuição Longitudinal da comunidade zooplancônica em reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (eds). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. Rima, São Carlos. 129-136p.
- Velho, L. F. M. ; Alves, G. M.; Lansac -Tôha, F. A; Joko, C. Y.; Costa, D. M. 2007. New records of testate amoebae (Protozoa: Testacealobosea and Testaceafilosea) for Upper Paraná River floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*. **19**, 175-195p.
- Viroux, L. 2002. Seasonal and longitudinal aspects of microcrustacean (Cladocera, Copepoda) dynamics in a lowland river. *J. of Plankton Res.* **26**, 281-292p.
- Ward, J. V. & Standford, J. A. 1983. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. Em Fontaine, T. D. & Bartell, S. M. (eds.) Dynamics of lotic ecosystems. *Ann Arbor Science, Ann Arbor Michigan*. 29-42p.
- Ward, J. V. & Standford, J. A. 1995. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplains rivers. *Regulated Rivers: Research & Management*. **10**, 159-168p.
- Ward J. V. 1989. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the north American Benthological society*. **8**, 2-8p.
- Wetzel, R.G. 1990. Reservoir ecosystems: Conclusions and especulations. In: Thornton, K. W.; Kimmel, B.L.; Pavne, F.E. (Eds.) *Reservoir Limnology: ecological perspectives*. Canada Wiley-Interscience Publication. 227-238p.

- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3rd ed. 391p.
- Winston, M. R.; Taylor, C. M. & PIGG, J. 1991. Upstream extirpation of four minnow species due to damming of a prairie stream. *Trans. Am. Fish. Soc.* **120**, 98-105p.
- Wolfenbarger, W. C. 1999. Influences of biotic and abiotic factors on seasonal succession of zooplankton in Hugo Reservoir, Oklahoma, U.S.A. *Hydrobiologia*. **400**, 13-31p.

8 Anexos

Tabela 8. Abundância total (média entre as trélicas) das espécies de Copepoda, Cladocera e Rotifera nos diferentes pontos de amostragem e durante os períodos seco e chuvoso.

		B/Ita	P1	P2	P3	R Igua	R Mon	P4	P5	P6
		Abundância total ind.m ⁻³ (média entre as trélicas)								
CLADOCERA										
Sididae										
	Inverno	21	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Diaphanosoma birgei</i>	Verão	113	37	9	15	1	1	21	46	7
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanosoma brevireme</i>	Verão	3	0	0	0	0	0	0	2	0
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	Verão	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Daphniidae										
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceriodaphnia cornuta. cornuta</i>	Verão	314	46	19	19	0	0	19	35	32
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceriodaphnia cornuta var. rigaudi</i>	Verão	44	18	3	8	0	0	3	30	10
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	Verão	3	7	4	1	0	1	0	3	6
	Inverno	762	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daphnia gessneri</i>	Verão	312	96	11	55	0	0	52	120	56
Bosminidae										
	Inverno	0	3	1	2	0	0	1	1	0
<i>Bosmina freyi</i>	Verão	19	4	9	2	0	1	0	4	3
	Inverno	0	1	0	1	0	0	0	1	0
<i>Bosmina hagmanni</i>	Verão	65	8	0	1	0	0	0	0	0
	Inverno	0	5	4	3	0	0	0	2	1
<i>Bosminopsis deitersi</i>	Verão	3	2	2	0	1	6	2	0	1
Moinidae										
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Moina micrura</i>	Verão	7	3	0	0	0	0	1	4	2
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Moina minuta</i>	Verão	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Chydoridae										
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alonella cf. dadayi</i>	Verão	0	0	1	0	2	4	0	0	1
	Inverno	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Alona guttata</i>	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inverno	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chydorus nitidulus</i>	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inverno	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Alona rectangula</i>	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephemeroporus hybridus</i>	Verão	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Inverno	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Leydigia ciliatta</i>	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inverno	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Leydigia propinqua</i>	Verão	0	0	0	0	0	1	0	0	0

		B/Ita	P1	P2	P3	R Igua	R Mon	P4	P5	P6
Abundância total ind.m ⁻³ (média entre as tréplicas)										
Ilyocryptidae										
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	1	0	0	0
COPEPODA										
Calanoida										
Náuplio Calanoida	Inverno	2.682	61	56	42	23	0	14	13	20
	Verão	1.919	423	280	236	0	53	139	367	199
Copepodito Calanoida	Inverno	1.705	17	17	12	0	0	10	9	11
	Verão	463	456	191	184	1	4	138	313	242
<i>Notodiaptomus henseni</i>	Inverno	57	0	1	0	0	0	1	0	1
	Verão	50	134	24	52	0	0	45	137	35
<i>Notodiaptomus iheringi</i>	Inverno	185	0	1	1	0	0	0	0	1
	Verão	24	24	16	16	0	0	15	38	18
<i>Notodiaptomus</i> ♀ sp.	Inverno	751	4	10	8	0	0	5	3	4
	Verão	60	77	0	41	0	0	43	118	42
<i>Argyrodiaptomus</i> ♀ sp.	Inverno	176	2	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	118	240	47	61	2	0	66	229	109
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i>	Inverno	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	10	5	0	2	0	0	8	9	5
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	Inverno	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	24	5	0	2	0	0	4	6	0
Cyclopoida										
Náuplio Cyclopoida	Inverno	1.519	117	67	71	131	59	53	42	43
	Verão	1.809	358	270	391	27	278	157	268	228
Copepodito Cyclopoida	Inverno	320	5	4	3	0	0	1	1	2
	Verão	173	74	52	38	0	3	26	80	87
<i>Macrocyclus albidus albidus</i>	Inverno	0	0	0	0	0	1	0	1	1
	Verão	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mesocyclops ogunnus</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	32	14	11	9	0	0	9	33	19
<i>Microcyclops finitimus</i>	Inverno	0	1	0	1	0	0	0	1	0
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paracyclops chiltoni</i>	Inverno	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thermocyclops decipiens</i>	Inverno	51	1	0	0	1	0	0	0	0
	Verão	73	30	6	10	0	1	3	27	14
<i>Thermocyclops minutus</i>	Inverno	778	2	3	2	0	0	1	2	2
	Verão	90	18	18	36	0	0	14	23	17
Harpacticoida										
Náuplio Harpacticoida	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	18	25	0	0	0
Copepodito Harpacticoida	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Harpacticoida	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ROTIFERA										
Brachionidae										
<i>Keratella americana</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Verão	14	0	0	3	0	5	0	0	0
<i>Kellicottia bostoniensis</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Verão	0	0	0	0	0	1	0	0	0

		B/Ita	P1	P2	P3	R Igua	R Mon	P4	P5	P6
		Abundância total ind.m ⁻³ (média entre as tréplicas)								
<i>Keratella cochlearis tecta</i>	Inverno	0	0	0	0	0	18	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Keratella lenzi</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Verão	14	0	0	3	0	5	0	0	0
<i>Keratella tropica</i>	Inverno	0	3	0	0	0	15	0	0	0
	Verão	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platyonus patulus patulus</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Platyonus patulus</i> var. <i>macranthus</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	3	0	0	1	3	0
<i>Platyias quadricornis</i>	Inverno	0	0	0	0	0	5	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>Trichotria tetractis</i>	Inverno	0	0	2	0	0	34	0	4	0
	Verão	0	0	0	0	2	38	0	3	0
Collothecidae										
<i>Collothea</i> sp.	Inverno	0	50	0	99	0	0	38	28	62
	Verão	140	45	40	77	3	0	23	13	15
Colurellidae										
<i>Lepadella</i> sp.	Inverno	0	0	4	3	10	37	3	7	7
	Verão	0	2	3	0	38	179	0	17	0
Conochilidae										
<i>Conochilus unicornis</i>	Inverno	163	5	19	12	0	0	9	2	0
	Verão	30	29	5	0	0	0	0	0	0
Euchlanidae										
<i>Euchlanis</i> sp.	Inverno	0	0	0	0	0	5	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	41	7	0	0	0
Filiniidae										
<i>Filinia longiseta</i>	Inverno	17	39	23	33	0	0	9	7	7
	Verão	0	7	3	0	4	157	0	5	0
<i>Filinia terminalis</i>	Inverno	17	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	12	0	0	0
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	Inverno	48	0	93	3	0	0	0	0	3
	Verão	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Hexarthridae										
<i>Hexarthra intermedia</i>	Inverno	0	3	0	2	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	2	95	0	0	0
Lecanidae										
<i>Lecane</i> cf. <i>arcula</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Lecane</i> cf. <i>closterocerca</i>	Inverno	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lecane</i> cf. <i>bulla</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	71	0	0	0
<i>Lecane</i> cf. <i>decipiens</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	6	0	0	0
<i>Lecane</i> cf. <i>flexilis</i>	Inverno	0	0	3	0	0	3	0	0	0
	Verão	9	26	5	9	9	131	6	13	7
<i>Lecane</i> cf. <i>hamata</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	8	0	17	4	0	0	0
<i>Lecane</i> cf. <i>ludwigii</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	9	0	0	0

		B/Ita	P1	P2	P3	R Igua	R Mon	P4	P5	P6
		Abundância total ind.m ⁻³ (média entre as trélicas)								
<i>Lecane lunaris</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	23	3	7	3	16	9	16	8
<i>Lecane cf. monostyla</i>	Inverno	0	0	19	8	49	124	15	37	19
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Lecane cf. signifera</i>	Inverno	0	0	3	0	14	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lecane sp.</i>	Inverno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	25	34	0	0	0
Notommatidae										
<i>Notommata sp.</i>	Inverno	0	0	0	0	7	7	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	20	0	0	0
Scaridiidae										
<i>Scaridum sp.</i>	Inverno	0	0	0	0	6	45	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	9	0	0	0
Synchaetidae										
<i>Ploesoma sp.</i>	Inverno	35	42	121	98	26	0	15	46	25
	Verão	0	5	5	0	2	0	0	0	0
<i>Polyarthra vulgaris</i>	Inverno	35	12	19	5	7	277	0	18	7
	Verão	69	41	64	193	0	1.524	24	24	16
<i>Synchaeta pectinata</i>	Inverno	564	14	22	22	3	0	6	5	2
	Verão	67	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Synchaeta stylata</i>	Inverno	500	8	0	2	0	0	0	0	2
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synchaeta sp.</i>	Inverno	2.905	144	141	147	7	8	47	53	57
	Verão	0	14	5	3	0	3	0	3	2
Testudinellidae										
<i>Pompholix sp.</i>	Inverno	0	0	0	0	0	29	0	0	0
	Verão	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichocercidae										
<i>Trichocerca sp.</i>	Inverno	0	6	3	0	3	21	9	0	0
	Verão	0	7	0	8	5	17	0	0	0