

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

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA ICTIOFAUNA DO TRECHO
MÉDIO DO RIO PARANAPANEMA E SUAS RELAÇÕES COM AS
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E LIMNOLÓGICAS DOS
COMPARTIMENTOS DA BACIA**

JOÃO HENRIQUE PINHEIRO DIAS

SÃO CARLOS

2003

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

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA ICTIOFAUNA DO TRECHO
MÉDIO DO RIO PARANAPANEMA E SUAS RELAÇÕES COM AS
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E LIMNOLÓGICAS DOS
COMPARTIMENTOS DA BACIA**

JOÃO HENRIQUE PINHEIRO DIAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

SÃO CARLOS

2003

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

D541de

Dias, João Henrique Pinheiro.

Distribuição espacial e temporal da ictiofauna do trecho médio do rio Paranapanema e suas relações com as características morfológicas e limnológicas dos compartimentos da bacia / João Henrique Pinheiro Dias. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

127 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Limnologia. 2. Médio Paranapanema. 3. Variações sazonais. 4. Heterogeneidade espacial. I. Título.

CDD: 574.52632 (20^a)

Orientador:

Prof. Dr. Julio Cesar Garavello

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Julio Cesar Garavello, pela orientação e amizade ao longo de mais de vinte anos de convivência.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Francisco Langeani Neto, Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta, Profa. Dra. Odete Rocha e Prof. Dr. José Roberto Verani, pelas importantes contribuições ao conteúdo e à forma deste trabalho.

À CESP (Companhia Energética de São Paulo) e à Universidade Federal de São Carlos, pela possibilidade de desenvolvimento deste estudo.

Aos colegas da área de Meio Ambiente da CESP, pelo auxílio, sempre que necessário, e pelo companheirismo permanente.

Aos colegas que, à época das coletas de campo, compunham a equipe da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura de Salto Grande: José Luiz Novelli (*in memoriam*), Marco Antonio Teixeira da Silva, Sandro Geraldo de Castro Britto, Norberto Castro Vianna, Débora Cristina Argenta, Mauro Silva Jardim e Antônio Carlos Mariano, que contribuíram diretamente para a geração dos dados aqui analisados, e aos demais, pela amizade e companheirismo.

Aos meus pais, Candido e Cleusa, minha esposa Rita de Cassia e meus filhos Guilherme, Olívia e Pedro.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

TABELA 1. Características gerais dos reservatórios das UHE's Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande), Complexo Canoas e Escola de Engenharia Mackenzie (Capivara).....	22
---	----

CAPÍTULO 2 DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

TABELA 1. Identificação, coordenadas geográficas e segmento das localidades de coleta utilizadas neste estudo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....	41
TABELA 2. Temperaturas médias mensais de duas localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995; Posto Canoas I, influenciando as estações de coleta PBR, BSG, JSG, CAII e CAI; Posto Capivara, influenciando as estações PAS, RTB e BCP.....	43
TABELA 3. Precipitações médias mensais de três localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995; Posto D6-011: Ourinhos, influenciando as estações de coleta PBR, BSG e JSG; Posto D7-053: Palmital, influenciando as estações CAII, CAI e PAS; Posto D8-013: Iepê, influenciando as estações RTB e BCP.....	43
TABELA 4. Vazões médias mensais de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. QMP: vazão média do período. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....	44
TABELA 5. Vazões médias diárias do período de outubro de 1993 a outubro de 1995 (QMP) e vazões médias de longo termo (QMLT) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....	44
TABELA 6. Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de transparência da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR:	

Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....48

- TABELA 7. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de temperatura da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.....50
- TABELA 8. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de temperatura da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.....51
- TABELA 9. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de pH da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.....53
- TABELA 10. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de condutividade da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....54
- TABELA 11. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de nitrogênio total na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....56
- TABELA 12. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de fósforo total na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande;

CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.....57

TABELA 13. Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de clorofila a na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.....59

TABELA 14. Correlações lineares de Pearson entre as vazões médias relativas e os atributos limnológicos de oito estações de coleta no médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995; valores em negrito são significativos ($\alpha < 0,05$). PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....62

CAPÍTULO 3 COMPOSIÇÃO, DOMINÂNCIA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA ICTIOFAUNA EM DOIS RESERVATÓRIOS E UM TRECHO LÓTICO NO CURSO MÉDIO DO RIO PARANAPANEMA.

TABELA 1. Identificação, coordenadas geográficas e segmento das localidades de coleta utilizadas neste estudo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....77

TABELA 2. Frequência relativa das espécies da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....88

TABELA 3. Constância das espécies da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995; C: espécie constante; A: espécie acessória; a: espécie accidental. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....93

- TABELA 4. Porcentagem de espécies constantes e acessórias por localidade do curso médio da bacia do Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....95
- TABELA 5. Similaridade entre locais de coleta nos reservatórios de Salto Grande e Capivara e no trecho do Complexo Canoas, obtidos no período de 1993 a 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....98
- TABELA 6. Contribuição dos peixes de diferentes hábitos alimentares à biomassa da ictiofauna das localidades do curso médio da bacia do Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. N.I.: não identificado. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....100
- TABELA 7. Contribuição dos diferentes comportamentos reprodutivos à biomassa da ictiofauna das localidades do curso médio da bacia do Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. MSCP: espécies migratórias, sem cuidado parental; NMSP: não migratórias, sem cuidado parental; NMCP: não migratório, com cuidado parental; N.I.: FI: fecundação interna; NI: não identificado. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....100
- TABELA 8. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléia de peixes de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....102
- TABELA 9. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) das espécies migratórias na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....105
- TABELA 10. Número de espécies (S), número de exemplares (N), índices de diversidade (H'), equitatividade (E) e riqueza (R), e captura por unidade de esforço (CPUEn) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....106
- TABELA 11. Matriz de correlações entre variáveis hidrológicas e limnológicas em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. QMM: vazão média mensal; TRANSP: transparência da água; TEMP: temperatura da água; OD: oxigênio

dissolvido; PH: potencial hidrogeniônico; COND: condutividade elétrica; NT: nitrogênio total; PT: fósforo total; os valores em negrito são significativos para $\alpha < 0,05$. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....110

TABELA 12. Características morfométricas e ictiofaunísticas das localidades da bacia do médio Paranapanema, agrupadas nos sistemas Salto Grande, Canoas e Capivara, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....113

TABELA 13. Correlações (Pearson) entre as características morfométricas e ictiofaunísticas das localidades da bacia do médio Paranapanema, agrupadas nos sistemas Salto Grande, Canoas e Capivara, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. IDM: índice de desenvolvimento de margens. Valor em negrito: significativo para $\alpha < 0,05$113

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO GERAL

- Figura 1. Localização geográfica da bacia hidrográfica do Paranapanema.....17
- Figura 2. Localização das estações de coleta no reservatório de Salto Grande, médio curso do rio Paranapanema (adaptada de CESP, 1998).....24
- Figura 3. Localização das estações de coleta no trecho fluvial correspondente ao atual Complexo Canoas, médio curso do rio Paranapanema (adaptada de CESP, 1998).....25
- Figura 4. Localização das estações de coleta no reservatório de Capivara, médio curso do rio Paranapanema (adaptada de CESP, 1998).....26

CAPÍTULO 2. DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

- Figura 1. Temperaturas médias mensais dos postos meteorológicos de Canoas I (A) e Capivara (B), no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995.....45
- Figura 2. Precipitações médias mensais de três localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995; A: Posto D6-011: Ourinhos, influenciando as estações de coleta PBR, BSG e JSG; B: Posto D7-053: Palmital, influenciando as estações CAII, CAI e PAS; C: Posto D8-013: Iepê, influenciando as estações RTB e BCP.....45
- Figura 3. Vazões médias mensais das localidades do reservatório de Salto Grande (A), Canoas (B), e Capivara (C), e vazões médias do período de outubro de 1993 a outubro de 1995 nas localidades (D). QMP: vazão média do período; QMLT: vazão média de longo termo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....46
- Figura 4. Valores médios de transparência da água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....48

- Figura 5. Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da transparência da água, de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....49
- Figura 6. Valores médios de temperatura da água a superfície (A) e fundo (B) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....50
- Figura 7. Valores médios de concentração do oxigênio dissolvido na água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....52
- Figura 8. Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da concentração de oxigênio na água (amostras de fundo), de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....52
- Figura 9. Valores médios de pH da água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....54
- Figura 10. Valores médios de condutividade da água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....55
- Figura 11. Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da condutividade da água (amostras de fundo), de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....55
- Figura 12. Valores médios da concentração de nitrogênio total na água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no

período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....57

Figura 13. Valores médios de fósforo total da água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....58

Figura 14. Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da concentração de fósforo total na água (amostras de fundo), de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....59

Figura 15. Valores médios de clorofila *a* à superfície (A) e fundo (B) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....60

Figura 16. Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), considerando o conjunto das variáveis, de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. A: amostras de superfície; B: amostras de fundo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.....61

CAPÍTULO 3. COMPOSIÇÃO, DOMINÂNCIA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA ICTIOFAUNA EM DOIS RESERVATÓRIOS E UM TRECHO LÓTICO NO CURSO MÉDIO DO RIO PARANAPANEMA.

Figura 1. Composição taxonômica da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....82

Figura 2. Frequência relativa das espécies da ictiofauna, do conjunto de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. S.in: *S. insculpta*; P.sq: *P. squamosissimus*; I.la: *I.*

labrosus; M.in: *M. intermedia*; A.al.: *A. altiparanae*; A.la: *A. lacustris*;
P.ma: *P. maculatus*; S.na: *S. nasutus*; S.sp: *S. spilopleura*; A.af: *A. affinis*..90

- Figura 3. Resultados de distribuição de frequência de espécies, por grupo de localidades (A: PBR e BSG = trecho de Salto Grande; B: JSG, CAII, CAI = trecho de Canoas; C: PAS, RTB e BSG = trecho de Capivara), na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....91
- Figura 4: Porcentagem de espécies constantes e acessórias do conjunto de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....95
- Figura 5: Resultados de dominância nas localidades do reservatório de Salto Grande, na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....96
- Figura 6: Resultados de dominância nas localidades do trecho lótico do médio rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....96
- Figura 7: Resultados de dominância nas localidades do reservatório de Capivara, na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....97
- Figura 8: Análise de Componentes Principais, com base na dominância de espécies, entre oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....98
- Figura 9: Proporção, em biomassa, entre hábitos alimentares (A), e comportamentos reprodutivos (B) na assembléia de peixes de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. NMSP: espécies não migratórias, sem cuidado parental; NMCP: não migratórias, com cuidado parental; MSCP: migratórias, sem cuidado parental; FI: fecundação interna; NI: hábito alimentar ou comportamento reprodutivo não identificado.....101
- Figura 10: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléia de peixes e logaritmo natural da vazão média mensal (Q) nas localidades do reservatório de Salto Grande, bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....103
- Figura 11: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléia de peixes e logaritmo natural da vazão média mensal (Q) nas localidades do segmento lótico do médio rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....103
- Figura 12: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléia de peixes e logaritmo natural da vazão média mensal (Q) nas localidades do reservatório de Capivara, bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....105

- Figura 13: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) das espécies migratórias, nas localidades do reservatório de Capivara, bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....106
- Figura 14. Número de espécies (A); Captura Por Unidade de Esforço (CPUE_n), em número (B); correlação (Pearson) entre os logaritmos naturais da CPUE_n e do número de espécies (S) por local de coleta (C) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.....107
- Figura 15: Índices de diversidade (H'), equitatividade (E) e riqueza (R) (A); regressão linear da relação entre o logaritmo natural da abundância (CPUE_n) e a diversidade de espécies (H') em oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a 1995 (B).....110

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

CAPÍTULO 1. LIMNOLOGIA DE DOIS RESERVATÓRIOS E UM SEGMENTO LÓTICO DO MÉDIO PARANAPANEMA: PADRÕES DE VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL.

1	INTRODUÇÃO.....	36
2	METODOLOGIA.....	41
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
3.1	Temperatura, Precipitação e Hidrologia.....	42
3.2	Transparência.....	47
3.3	Estrutura Térmica.....	49
3.4	Oxigênio Dissolvido.....	51
3.5	Potencial Hidrogeniônico.....	52
3.6	Condutividade.....	54
3.7	Nitrogênio Total.....	56
3.8	Fósforo Total.....	57
3.9	Clorofila <i>a</i>	59
3.10	Agrupamento das Localidades.....	60
3.11	Correlações Entre Variáveis Hidrológicas e Limnológicas.....	62
4	CONCLUSÕES.....	64
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

CAPÍTULO 2. COMPOSIÇÃO, DOMINÂNCIA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA ICTIOFAUNA EM DOIS RESERVATÓRIOS E UM TRECHO LÓTICO NO CURSO MÉDIO DO RIO PARANAPANEMA.

1	INTRODUÇÃO.....	73
2	METODOLOGIA.....	77
2.1	Estrutura da Ictiofauna.....	78
2.2	Guildas Tróficas e Reprodutivas.....	79
2.3	Atividade Reprodutiva.....	80
2.4	Correlações Entre Atributos da Ictiofauna e Aspectos Morfométricos, Hidrológicos e Limnológicos dos Ambientes.....	81
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
3.1	Composição da Ictiofauna.....	81
3.2	Distribuição e Frequência das Espécies.....	88
3.3	Constância.....	92
3.4	Espécies Dominantes.....	95
3.5	Similaridade.....	97
3.6	Guildas Tróficas e Reprodutivas.....	98
3.7	Estrutura da Comunidade.....	106
3.8	Relações Entre Assembléia de Peixes e Variáveis Hidrológicas e Limnológicas.....	110
4	CONCLUSÕES.....	115
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117

1 INTRODUÇÃO GERAL

O rio Paranapanema (FIGURA 1) é um importante afluente da margem esquerda do rio Paraná, fazendo parte da Bacia do Alto Paraná. A partir de sua nascente, na vertente ocidental da Serra de Paranapiacaba, no município de Capão Bonito, SP, o Paranapanema percorre uma extensão de cerca de 660 km, com orientação geral a noroeste. Ao longo dessa extensão apresenta um desnível de 542 m, e aflui ao rio Paraná na divisa entre os municípios de Rosana, SP, e Marilena, PR. Sua área de drenagem abrange uma superfície em torno de 109.600 km² (SAMPAIO, 1944), estabelecendo a divisa natural entre os Estados de São Paulo e Paraná ao longo de 329,9 km, desde a foz do rio Itararé até sua confluência com o rio Paraná (MAACK, 1981). Essa drenagem é assimétrica, sendo mais desenvolvida no Estado do Paraná, de onde afluem os rios Itararé, Cinzas, Tibagi e Pirapó. No Estado de São Paulo há um único afluente de maior porte, que é o rio Pardo.

No aspecto geológico, o rio Paranapanema situa-se na Bacia Sedimentar do Paraná, que é o mais amplo domínio geológico das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Essa bacia, formada a partir do Siluriano Inferior, assenta-se em terrenos pré-cambrianos, abrangendo litologias sedimentares acumuladas daquele período até o Triássico, rochas efusivas que cobriram as formações sedimentares a partir do Jurássico Superior, e ainda rochas sedimentares do Cretáceo e do Cenozóico (KAUL, 1990).

Quanto a geomorfologia, a Bacia Sedimentar do Paraná drena uma extensa área de planalto, com relevo suavizado, caracterizado por vales pouco encaixados, com uma sub-unidade representada pelas "cuestas" basálticas da Formação Serra Geral, e outra pelos planaltos sedimentares interiores, com altitudes entre 200 e 800 m.s.n.m. (BARTORELLI, 1983).

O relevo dessa bacia é acidentado nas vertentes leste e sudeste, devido à ocorrência de rochas cristalinas e à taxa de ascensão mais elevada, e nas demais áreas predominam formas tabulares arredondadas, com suave inclinação rumo ao rio Paraná, localmente interrompidas pelas escarpas da Serra Geral (SOUZA FILHO & STEVAUX, 1997).

Segundo SOARES & LANDIM (1976, citados por Souza Filho & Stevaux, 1997), a configuração da bacia hidrográfica do Alto Paraná decorre do maior

soerguimento das serras circundantes (serras do Mar e da Mantiqueira, a leste, da Canastra, a norte, e de Maracaju e do Caiapó, a oeste) com relação à calha da bacia.

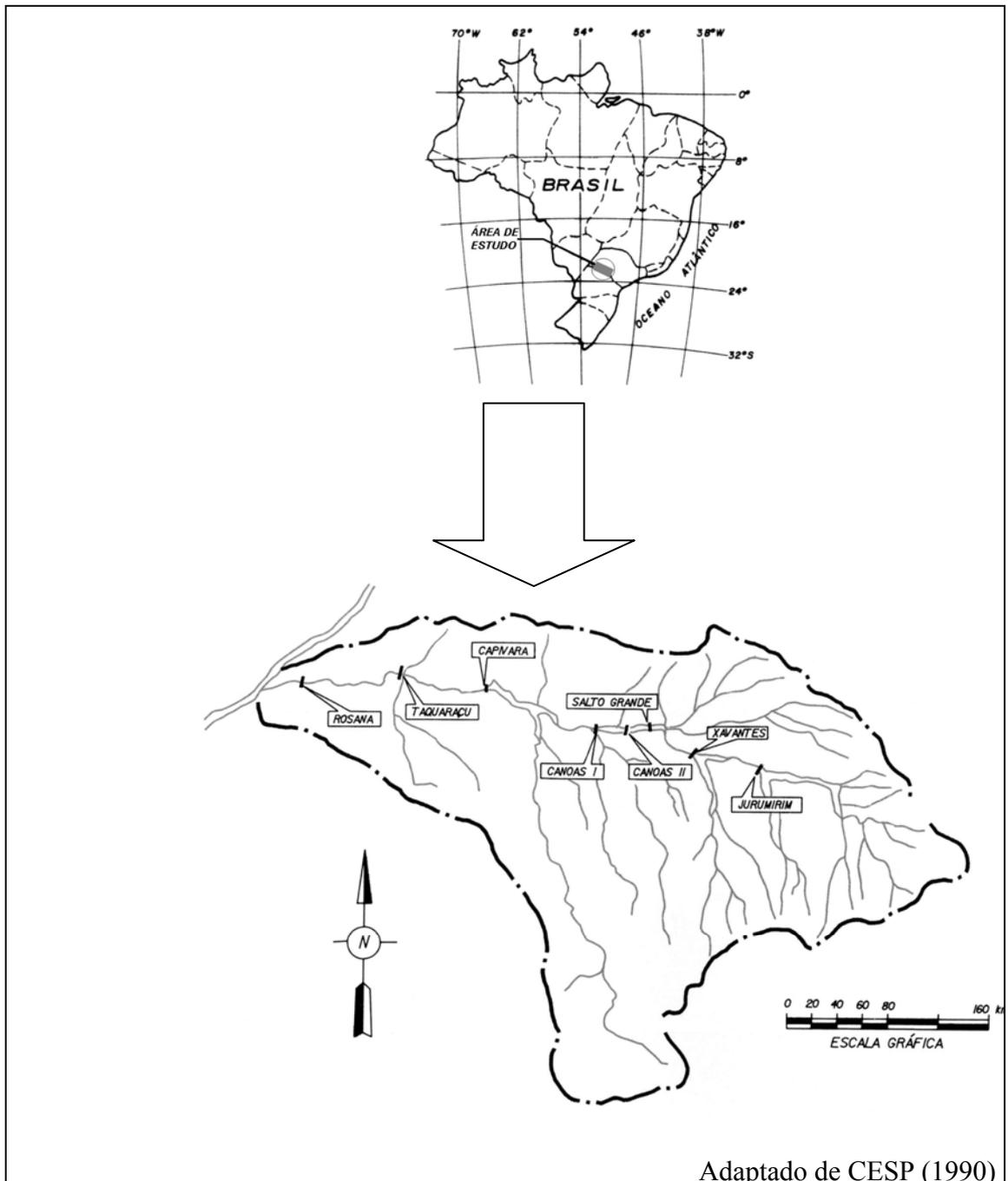


Figura 1: Localização geográfica da bacia hidrográfica do Paranapanema.

O aproveitamento hidroelétrico do rio Paranapanema iniciou-se com a inauguração da usina Paranapanema, em Piraju, SP, em 1936 (ZOCCHI, 2002). Em

1958 entrou em operação a UHE Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande). Atualmente, existem nesse rio dez usinas em operação: Paranapanema, UHE Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande), UHE Armando Avellanal Laydner (Jurumirim), inaugurada em 1962, UHE Chavantes, inaugurada em 1970, UHE Escola de Engenharia Mackenzie (Capivara), de 1977, UHE Rosana (1987), UHE Escola Politécnica (Taquaruçu, inaugurada em 1992), UHE's Canoas II e Canoas I, inauguradas em 1999, e UHE Piraju, inaugurada em 2002. Há ainda uma usina em construção (Ourinhos) e outra em projeto (Confluência).

Desde 1986, é exigido o Estudo de Impactos Ambientais para os empreendimentos hidroelétricos, abrangendo, entre outros aspectos, um prognóstico sobre os efeitos sobre a ictiofauna e outros componentes da biota aquática, bem como a proposição de programas mitigatórios para esses efeitos. O Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Manejo e Repovoamento da Ictiofauna, previsto no EIA/RIMA do Complexo Canoas (CESP, 1990) e que gerou os dados tratados neste trabalho, busca atender essa legislação.

A área contemplada neste estudo é o médio curso do rio Paranapanema, no trecho compreendido entre o remanso do reservatório de Salto Grande, formado pela UHE Lucas Nogueira Garcez, e a barragem da UHE Escola Mackenzie, que forma o reservatório de Capivara, abrangendo ainda a área do empreendimento do Complexo Canoas, que é um sistema de duas usinas hidroelétricas construídas pelo Consórcio Canoas, formado à época pela CESP - Companhia Energética de São Paulo, e pela CBA – Companhia Brasileira de Alumínio, e hoje operada pela Duke Energy Geração Paranapanema.

De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Complexo Canoas (CESP, 1990), o clima da região em que o empreendimento está inserido, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, e apresenta precipitação média anual de 1260 mm, temperatura média anual em torno de 22 °C, com média do mês mais frio em torno de 18 °C e do mês mais quente próxima a 25 °C.

No aspecto geológico, a área de influência dos reservatórios de Canoas I e II apresenta ampla predominância de rochas basálticas da Formação Serra Geral, ocorrendo ainda, em menores proporções, as Formações Adamantina e Marília, pertencentes ao Grupo Bauru, formado por arenitos, e ainda depósitos aluvionares

terciários e quaternários ao longo dos rios. Ainda conforme o referido RIMA, a geomorfologia da área de influência apresenta dois compartimentos de relevo: o Planalto Ocidental Paulista, caracterizado por colinas amplas e morros, onde ocorrem áreas críticas quanto à erosão, e o Terceiro Planalto Paranaense, com morrotes e colinas.

Quanto à pedologia, predominam os latossolos roxo e vermelho escuro e os nitossolos (terra roxa estruturada, na classificação anterior), ocorrendo ainda gleissolos (solos hidromórficos) junto aos cursos d'água.

A hidrografia regional é dominada pelo rio Paranapanema, o qual apresenta apenas pequenos afluentes na área diretamente afetada, como o rio Pari-Veado e o ribeirão Queixada, ambos na margem direita.

O reservatório de Salto Grande, a montante do Complexo Canoas, apresenta bacia de drenagem assimétrica, bem mais desenvolvida do Estado de São Paulo que no Paraná (IPT, 1981). Na margem direita dessa bacia predominam rochas basálticas da Formação Serra Geral ao longo do corpo do reservatório e principais tributários, e rochas sedimentares das Formações Adamantina e Marília entre as drenagens principais e nos interflúvios, respectivamente; na margem esquerda, predominam rochas da Formação Serra Geral.

Quanto à geomorfologia, a margem direita apresenta predomínio de colinas amplas, ocorrendo secundariamente colinas médias e morrotes nos cursos médios dos rios São João e Alambari, cujas nascentes drenam o relevo escarpado da Província Geomorfológica das Cuestas Basálticas (IPT, 1981), enquanto à margem esquerda comparece o relevo de colinas do bloco planáltico de Cambará, subzona do Terceiro Planalto ou Planalto do Trapp do Paraná (MAACK, 1981); os processos erosivos, em ambas as margens, são pouco significativos, devendo se manifestar de modo mais intenso nos solos arenosos associados às Formações Adamantina e Marília (IPT, 1981). Na drenagem do reservatório de Salto Grande predominam solos arenosos, das classes Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo (solos podzolizados, na classificação anterior), esses associados aos afluentes.

O reservatório de Salto Grande não tem afluentes na margem esquerda, mas a margem direita é drenada pelo ribeirão dos Bugres e pelos rios Pardo e Novo. O rio Pardo é a bacia mais desenvolvida, recebendo, por sua vez, afluentes de maior porte, como os rios Turvo, Alambari e São João.

Esse reservatório opera no sistema fio-d'água, o que significa baixo tempo de residência da água e pequena variação no nível fluviométrico. Do ponto de vista do tempo de residência, situa-se na classe A (tempo de residência inferior a duas semanas) *sensu* STRAŠKRABA (1999).

Quanto ao reservatório de Capivara, sua bacia de drenagem assenta-se sobre rochas da Formação Serra Geral desde o eixo da barragem até o médio curso dos principais afluentes da margem direita; daí até suas cabeceiras ocorrem rochas sedimentares da Formação Adamantina, propiciando solos arenosos. Na margem esquerda predominam as rochas basálticas, com ocorrências localizadas de arenitos da Formação Caiuá (IPT, 1981).

O relevo na margem paulista apresenta predominância de colinas amplas, ocorrendo secundariamente colinas médias, morros amplos, morros sedimentares e o relevo escarpado das “cuestas” basálticas nas cabeceiras dos tributários Jaguaretê e Capivara (IPT, 1981); no Estado do Paraná predomina relevo colinoso do bloco do planalto de Apucarana, subzona do Terceiro Planalto do Paraná (MAACK, 1981). Os processos erosivos são predominantemente laminares, nas áreas de culturas e pastagens, e ocorrem solapamentos por embate de ondas nas encostas mais íngremes do reservatório; há assoreamento marcante nos diversos tributários do reservatório (IPT, 1981). Nessa drenagem, ocorrem solos arenosos das classes Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho nas colinas, e solos argilosos da classe Nitossolo Vermelho, nos vales.

Ao contrário do reservatório de Salto Grande, o de Capivara recebe em sua margem esquerda seus mais importantes afluentes, os rios Cinzas e Tibagi. Na margem direita há o rio Capivara e alguns cursos d'água de pequena importância. O rio Cinzas drena uma área de 9.658 km² (FRANÇA, 2002), e aflui ao Paranapanema imediatamente a jusante da UHE Canoas I. O rio Tibagi, que é o maior afluente do rio Paranapanema, tem um percurso de 531 km, ao longo do qual sofre uma queda de 792 m (MAACK, 1981), e forma uma bacia de drenagem de 24.712 km² (FRANÇA, 2002).

O reservatório de Capivara opera no sistema de acumulação, implicando em tempo médio de residência longo (classe B, *sensu* STRAŠKRABA, 1999) e maiores variações no nível fluviométrico.

Com referência à qualidade da água, desde 1974 a CETESB (Companhia de Tecnologia Ambiental e Saneamento Básico de São Paulo) vem monitorando dois pontos nesse rio, localizados nos reservatórios de Salto Grande e Capivara, que apresentam boa qualidade de água (SÃO PAULO, 1997).

A área contemplada neste estudo é o médio curso do rio Paranapanema, no trecho compreendido entre o remanso do reservatório de Salto Grande, formado pela UHE Lucas Nogueira Garcez, e o de Capivara, formado pela UHE Escola de Engenharia Mackenzie, e abrangendo as áreas do empreendimento do Complexo Canoas.

O Complexo Canoas é um sistema de duas usinas hidroelétricas construídas pelo Consórcio Canoas, formado pela CESP – Companhia Energética de São Paulo, cujas usinas do rio Paranapanema compuseram a Companhia de Geração de Energia Elétrica Paranapanema, e pela CBA - Companhia Brasileira de Alumínio.

Esse trecho de rio está composto, desta forma, por três segmentos distintos, os quais foram consideradas áreas de influência do empreendimento.

O primeiro segmento, a montante do Complexo Canoas, é o reservatório da UHE Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande), com operação hidráulica do tipo fio d'água, baixo tempo de residência, baixas profundidades, transparência elevada, larguras moderadas e abundância de macrófitas na sua porção intermediária.

O segundo compreende o trecho hoje correspondente ao Complexo Canoas, desde a jusante do reservatório de Salto Grande até o remanso do reservatório de Capivara. Esse segmento apresentava, no período dos estudos, as características lóticas de rio, com baixas profundidades, águas correntes, e fundo predominantemente rochoso.

O terceiro segmento é formado pelo reservatório da UHE Escola de Engenharia Mackenzie (Capivara), que é um reservatório de acumulação, com tempo de residência elevado, profundidades maiores, predomínio de ambientes lenticos, fundo areno-lodoso com afloramentos pontuais de rochas, larguras consideráveis em alguns pontos, e sem ocorrência significativa de macrófitas. A Tabela 1 apresenta as principais características desses segmentos.

TABELA 1. Características gerais dos reservatórios das UHE's Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande), Complexo Canoas e Escola Mackenzie (Capivara).

CARACTERÍSTICAS	Salto Grande	Canoas II	Canoas I	Capivara
Superfície (km ²)	12,20	22,51	30,85	515,00
Cota Normal de Operação (m.a.n.m.)	384,67	366,00	351,00	334,00
Cota Máxima Maximorum (m.a.n.m.)	386,17	-	-	336,00
Tipo de Operação	Fio d'água	Fio d'água	Fio d'água	Reservatório
Área Bacia de Drenagem (km ²)	38.765	39.556	40.920	85.000
Perímetro (km)	81	98,8	120,3	1.550
Volume (m ³ .10 ⁶)	44,2	149	215	10.540
Vazão Média (m ³ .s ⁻¹)	413	421	437	1.024
Tempo Médio de Residência (dias)	1,5	5,5	3,8	119
Potência (MW/h)	70,38	72	82,5	640
Ano de Inauguração	1958	1999	1999	1975

Fonte: CESP (1988; 1993; 1998).

A despeito da importância dessa bacia hidrográfica, os estudos limnológicos e ictiológicos no rio Paranapanema são ainda restritos ou incipientes. TUNDISI (1981) estudou as principais características limnológicas de diversos reservatórios no Estado de São Paulo, incluindo os do rio Paranapanema, em um abrangente estudo sobre tipologia de reservatórios no Sudeste do Brasil. MATSUMURA-TUNDISI et al. (1981) estudaram a produção primária e a assimilação do carbono pelo fitoplâncton, bem como a estrutura térmica desses reservatórios. ESTEVES et al. (1981) estudaram metais pesados nos reservatórios do Paranapanema. HENRY (1992, 1995, 2003), HENRY & GOUVEIA (1993), HENRY & NOGUEIRA (1999), HENRY et al. (1999) e NOGUEIRA et al. (1999), entre outros, vêm estudando

aspectos limnológicos do reservatório de Jurumirim. YABE & GIMENEZ (2002) estudaram o rio Tibagi, incluindo seu trecho represado pelo reservatório de Capivara. VIANNA et al. (1994) estudaram aspectos limnológicos do médio curso do rio Paranapanema. ROMANINI et al. (1994) apresentaram um importante estudo que contemplou as alterações limnológicas e ictiológicas promovidas pela formação do reservatório de Rosana, no baixo Paranapanema.

A ictiofauna do rio Paranapanema vem sendo estudada por CRUZ et al. (1991), MOREIRA et al. (1993), CESP (1996, 1998), DIAS (1995), DIAS et al. (1995), BRITTO & DIAS (1997), CARVALHO et al. (1998), DIAS & GARAVELLO (1998), DIAS & BRITTO (1999a, 1999b), CARVALHO & SILVA (1999) e CARVALHO et al. (2003). Contribuições para o conhecimento da composição, estrutura e aspectos biológicos da ictiofauna do rio Tibagi, principal afluente do rio Paranapanema, foram apresentadas por BENNEMANN et al. (1995), BENNEMANN et al. (2000), BENNEMANN & SHIBATTA (2002), ORSI et al. (2002) e SHIBATTA et al. (2002).

No período em que se desenvolveu o presente trabalho o trecho do rio Paranapanema onde hoje está implantado o Complexo Canoas, apresentava condições lóticicas, com uma superfície de 17,01 km² (excluídas as áreas das ilhas então existentes), e um perímetro aproximado de 147 km. A vazão média no posto fluviométrico do Porto Almeida, a jusante do eixo de Canoas II, durante o período deste estudo, foi de 565 m³.s⁻¹.

Foram selecionadas, nesse trecho do rio Paranapanema, oito localidades para o desenvolvimento do presente estudo:

PBR (Pedra Branca): localizada no segmento fluvial do reservatório de Salto Grande (FIGURA 2), em torno das coordenadas 22° 57' 01" S e 49° 58' 06" W. Apresenta características predominantemente lóticicas. A largura do rio nesse segmento varia entre 400 e 800 m, e a profundidade atinge até 10 m. O leito é rochoso, e as margens são ocupadas por pastagens, canaviais e remanescentes florestais. Há ocorrência de macrófitas aquáticas e lagoas marginais.

BSG (Barragem de Salto Grande): imediatamente a montante da UHE Lucas Nogueira Garcez (FIGURA 2), próximo às coordenadas 22° 54' 19" S e 49° 59' 51" W, no segmento lacustre do reservatório, o que confere à essa estação características lênticas. A largura atinge até 800 m e a profundidade até 15 m. O leito é

rochoso na margem esquerda, e arenoso na direita. As margens são ocupadas pelo núcleo urbano de Salto Grande e por propriedades de lazer, ocorrendo árvores esparsas. Não há lagoas ou alagadiços marginais. Há abundância de macrófitas aquáticas, com predomínio do aguapé *Eichhornia azurea*. Essa estação é influenciada pela afluência dos rios Novo e Pardo, principal tributário da margem direita do Paranapanema.

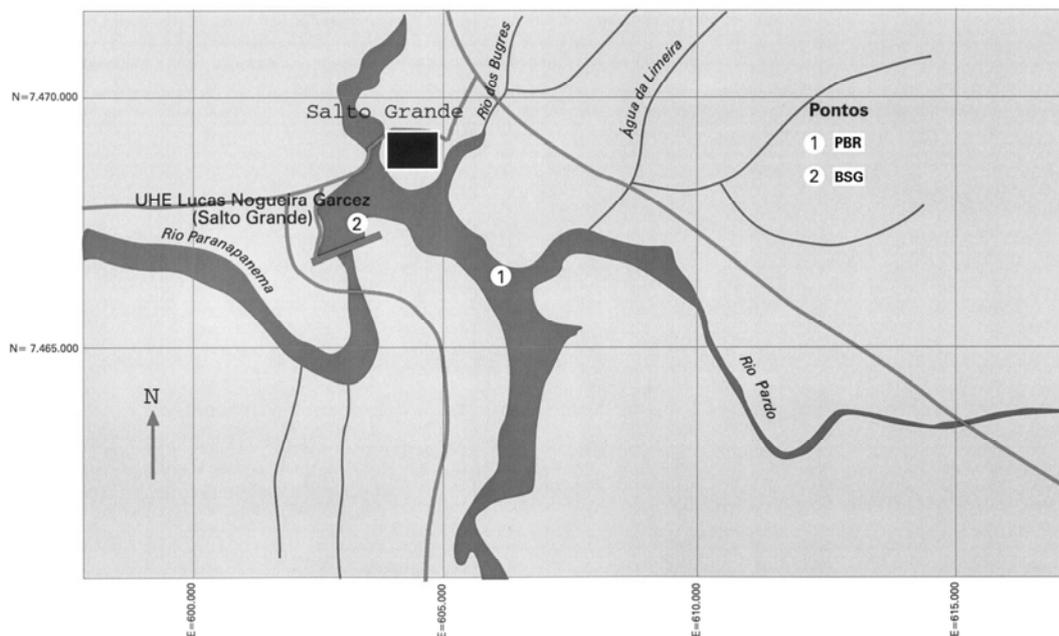


FIGURA 2. Localização das estações de coleta no reservatório de Salto Grande, médio curso do rio Paranapanema (adaptada de CESP, 1998).

JSG (Jusante de Salto Grande): ambiente lótico, a jusante da UHE Lucas Nogueira Garcez (FIGURA 3), nas coordenadas $22^{\circ} 57' 10''$ S e $50^{\circ} 31' 10''$ W. Apresenta largura em torno de 300 m, e profundidade de até 5 m. O leito é arenoso, com afloramentos localizados de rochas. As margens são ocupadas por pastagens, com escassos remanescentes de vegetação ciliar. Não há tributários, alagadiços ou lagoas marginais. Macrófitas aquáticas têm ocorrência pontual.

CAII (Canoas II): ambiente lótico do rio Paranapanema, nas imediações do eixo da UHE Canoas II (FIGURA 3), nas coordenadas $22^{\circ} 56' 25''$ S e $50^{\circ} 14' 47''$ W. Sua largura está em torno de 300 m, e a profundidade atinge 5 m. O leito é arenoso, com afloramentos localizados de rochas. As margens são ocupadas por pastagens, com

remanescentes escassos de vegetação ciliar. Lagoas e alagadiços marginais estão ausentes, e há ocorrência pontual de macrófitas aquáticas.

CAI (Canoas I): ambiente lótico no rio Paranapanema, nas imediações da foz do ribeirão Queixada (FIGURA 3), nas coordenadas $22^{\circ} 57' 10''$ S e $50^{\circ} 31' 10''$ W. A largura está em torno de 300 m, e a profundidade atinge até 5 m. O leito também é arenoso com afloramentos localizados de rochas. As margens são ocupadas por pastagens, com remanescentes de vegetação ciliar. Lagoas marginais estão ausentes, ocorrendo pontualmente macrófitas aquáticas.

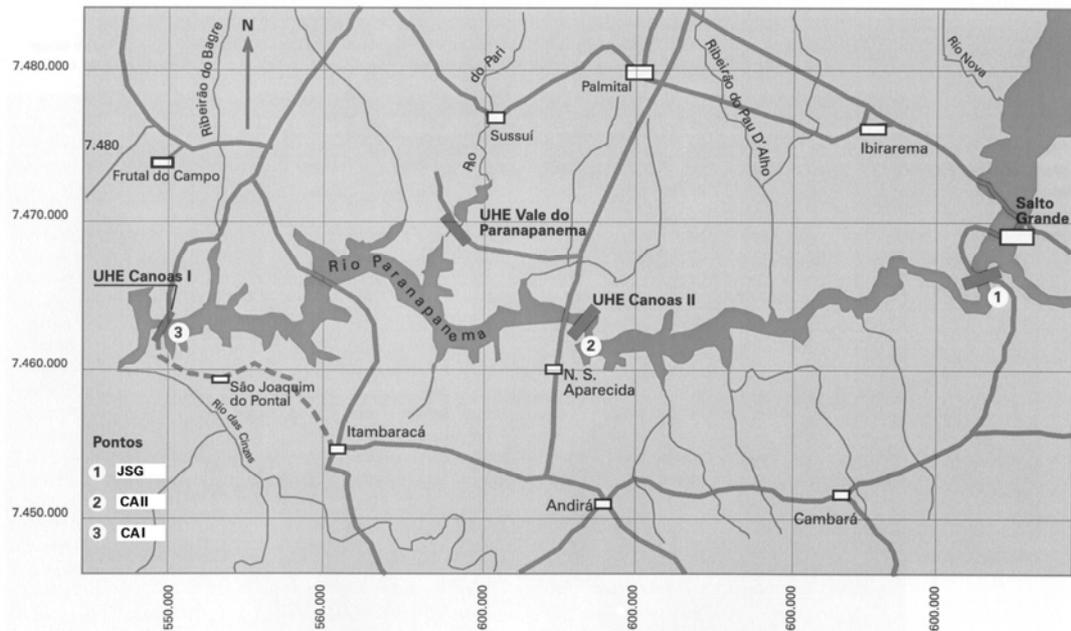


FIGURA 3. Localização das estações de coleta no trecho fluvial correspondente ao atual Complexo Canoas, médio curso do rio Paranapanema (adaptada de CESP, 1998).

PAS (Ponte Assis Sertanópolis): segmento fluvial do reservatório de Capivara (UHE Escola Mackenzie), nas coordenadas $22^{\circ} 54' 30''$ S e $50^{\circ} 47' 20''$ W (FIGURA 4). Ambiente lótico, com largura variando de 600 a 1000 m, e profundidade de até 25 m. As margens são ocupadas por pastagens e culturas agrícolas. Macrófitas aquáticas e lagoas marginais ausentes.

RTB (Tibagi): no reservatório da UHE Escola Mackenzie, nas imediações da foz do rio Tibagi (FIGURA 4), próximo às coordenadas $22^{\circ} 51' 42''$ S e $51^{\circ} 01' 22''$ W. O ambiente é lântico, com largura de 2000 a 3000 m, e profundidade até 40 m. O leito é areno-lodoso. As margens também são ocupadas por pastagens e culturas agrícolas, não ocorrendo lagoas marginais. Macrófitas aquáticas ocorrem nos remansos e braços do reservatório.

BCP (Barragem de Capivara): no reservatório da UHE Escola Mackenzie, imediatamente a montante da barragem (FIGURA 4), em torno das coordenadas $22^{\circ} 38' 30''$ S e $51^{\circ} 20' 14''$ W. Ambiente lântico, com largura variando de 800 a 1000 m, e profundidade de até 30 m. Leito areno-lodoso, com afloramentos de rochas; margens ocupadas por pastagens, com poucos remanescentes de mata ciliar; macrófitas aquáticas e lagoas marginais ausentes.

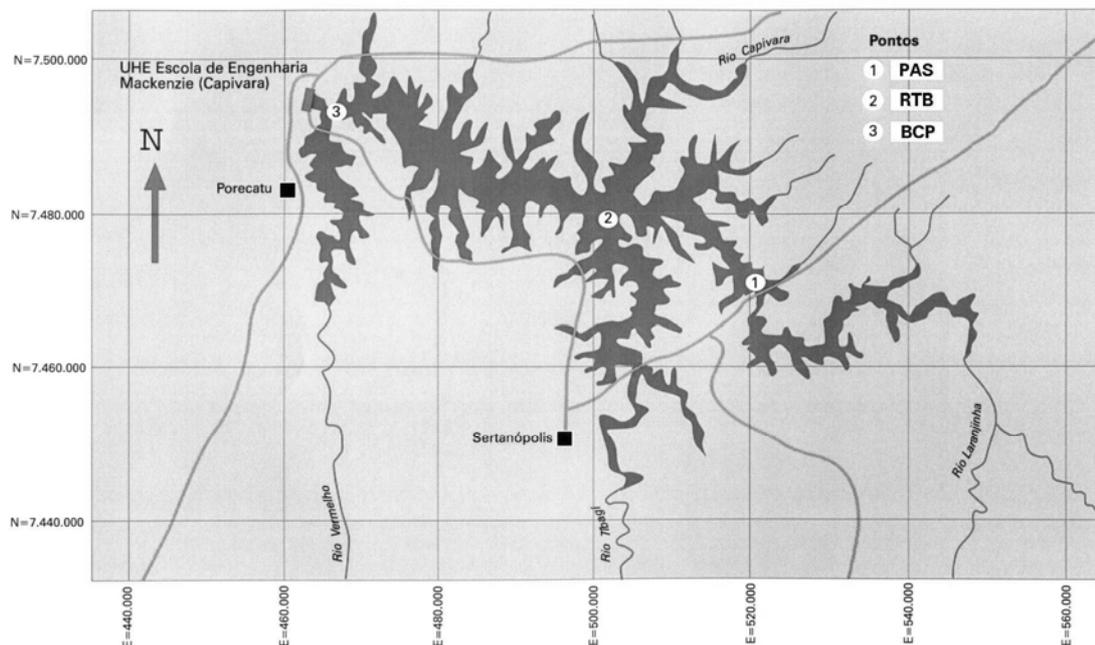


FIGURA 4. Localização das estações de coleta no reservatório de Capivara, médio curso do rio Paranapanema (adaptada de CESP, 1998).

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTORELLI, A. Geologia da Bacia do Alto Paraná. In: **Simpósio Sobre a Geotecnia da Bacia do Alto Paraná, São Paulo. Cadastro Geotécnico das Barragens da Bacia do Alto Paraná**. S.Paulo: ABMS/ABGE/CBMR, 1983. p.11-15.

BENNEMANN, S.T. **Dinâmica trófica de uma assembléia de peixes de um trecho do rio Tibagi (Sertanópolis - Paraná)**. 1996. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências), Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

BENNEMANN, S.T.; SILVA-SOUZA; A.T., ROCHA, G.R.A. Composición ictiofaunística em cinco localidades da la cuenca del rio Tibagi, PR - Brasil. **Interciencia** v.20, n.1, p. 7-13, 1995.

BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A.; GARAVELLO, J.C. **Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica**. Londrina: Ed. UEL, 2000. 62 p.

BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A. Dinâmica de uma assembléia de peixes do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E. et al. (Ed.) **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 433-442.

BRITTO, S.G.C.; DIAS, J.H.P. Ictiofauna do médio curso do rio Paranapanema, Bacia do Alto Paraná: prováveis impactos da implantação do Complexo Canoas. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 22. São Paulo. **Anais**, Vol.1, S. Paulo, p. 85-94.

CARVALHO, E.D.; SILVA, V.F.B. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do reservatório de Jurumirim. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. p. 769-800.

CARVALHO, E.D. et al. Study on the ichthyofauna of the Jurumirim reservoir (Paranapanema river, São Paulo State, Brazil): fish production and dominant species in three sites. **Verh.Internat. Verein.Limnol.** n. 26, p. 2100-2202, 1998.

CARVALHO, E.D. et al. A estrutura da ictiofauna nas zonas de ecótono da represa de Jurumirim (Alto Paranapanema, SP). In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. S. Carlos: RiMa, 2003. p. 249-278.

CESP. **Aproveitamento hidrelétrico do rio Paranapanema – Complexo Canoas – UHE's Canoas I e II – Estudos de Viabilidade**: Relatório Final – Volume 1 (Texto). São Paulo: CESP, 1988. 342 p.

CESP. **Aproveitamento hidrelétrico do rio Paranapanema – Complexo Canoas. Projeto Básico – Usinas: Canoas I – II**. São Paulo: CESP-ENGEVIX. 3 Volumes, 5 Anexos, 1990.

CESP. **Informações Gerais**. CESP. **Companhia Energética de São Paulo**. 1993. S. Paulo: CESP, 1993, 73 p.

CESP. **Aspectos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros de reservatórios da CESP no período de 1986 a 1994**. São Paulo: CESP, 1996, 81 p.

CESP. **Conservação e manejo nos reservatórios**: limnologia, ictiologia e pesca. São Paulo: CESP (Série Divulgação e informação, 220), 1998. 166 p.

CRUZ, J.A. et al. Avaliação dos impactos ambientais produzidos pela construção da UHE Rosana, Baixo Paranapanema, SP/PR. IV: ictiofauna. ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, IX. 1991, Maringá. **RESUMOS**. Maringá: Soc.Bras.Ictiol./UEM, p. 151.

DIAS, J.H. **Estudos ecológicos na comunidade de peixes do reservatório de Salto Grande, Médio Paranapanema (Estados de São Paulo e Paraná)**. , 1995. 107 f.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

DIAS, J.H., BRITO, S.G.C., NOVELLI, J.L. Ictiofauna do reservatório da UHE Taquaruçu, Baixo Paranapanema (Estados de São Paulo e Paraná). In: Encontro Brasileiro de Ictiologia, 11, Campinas. **Resumos...(Adendo)** Campinas: SBI/PUCCamp, 1995. p.10.

DIAS, J.H. & BRITTO, S.G.C. Ictiofauna do reservatório de Taquaruçu, Baixo Paranapanema (Estados de São Paulo e Paraná). In: Encontro Brasileiro de Ictiologia, 8, São Carlos. **Resumos**. São Carlos, 1999a. p. 192.

DIAS, J.H. & BRITTO, S.G.C. Ictiocenose do Médio Curso do rio Paranapanema, Bacia do Alto Paraná: aspectos da estrutura e distribuição espacial. In: Encontro Brasileiro de Ictiologia, XIII, São Carlos. **Resumos**. São Carlos, 1999b. p. 193.

DIAS, J.H.; GARAVELLO, J.C. Ecological studies on the fish community of Salto Grande reservoir, Paranapanema river basin, São Paulo, Brazil. **Verh.Internat. Verein.Limnol.** n. 26, p. 2228-2231, 1998.

ESTEVEVES, F.A. *et al.* Análises preliminares sobre o teor e distribuição de metais em sedimentos de represas do Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 2, 1981. SÃO CARLOS. **ANAIS**. São Carlos: UFSCar, 1981. p. 323-345.

FRANÇA, V. O rio Tibagi no contexto hidrográfico paranaense. In: MEDRI, M.E. et al. (Ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 45-61.

HENRY, R.; GOUVEIA, L. Os fluxos de nutrientes e seston em cursos de água do Alto Paranapanema (São Paulo) - sua relação com usos do solo e morfologia das bacias de drenagem. **An.Acad.Bras.Ci.** v. 65, n. 4, p.439-451, 1993.

HENRY, R.; NOGUEIRA, M.C. A represa de Jurumirim (São Paulo): primeira síntese sobre o conhecimento limnológico e uma proposta preliminar de manejo ambiental. In: HENRY, R. (ed.) **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP/FUNDBIO, 1999. p. 653-685.

HENRY, R. The oxygen deficit in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River, São Paulo, Brazil). **Jpn. J. Limnol.** v. 53, p. 379-384, 1992.

HENRY, R. The thermal structure of some lakes and reservoirs in Brazil. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.351-363.

HENRY, R.; SANTOS, A.A.N.; CAMARGO, Y. Transporte de sólidos suspensos, N e P total pelos Rios Paranapanema e Taquari e uma avaliação de sua exportação na Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: HENRY, R. (ed.) **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP/FUNDBIO, 1999. p. 687-719.

HENRY, R. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim. In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. S. Carlos: RiMa, 2003. p. 1-28.

IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000**. S. Paulo: IPT, 2 vol., 1981. 126 p., il.

KAUL, P.F. Geologia. In: **Geografia do Brasil**. Vol.2: Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2, 1990. p. 29-54.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2^a Ed., Rio de Janeiro: José Olímpio; Curitiba: Secret. Cult. Esp. Est. Paraná, 1981. 450 p.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; HINO, K.; CLARO, S.M. Limnological studies at 23 reservoirs in southern part of Brasil. Stuttgart, **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, Stuttgart, v.21, p. 1040-1047, 1981.

MOREIRA, J.A., CRUZ, J.A. & GIRARDI, L. Aspectos populacionais da ictiofauna no reservatório de Jurumirim (rio Paranapanema, SP): composição, frequência e constância de captura. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 10, 1993, São Paulo. **Anais...** S. Paulo: SBI, 1993. p. 111.

NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; MARICATTO, F.E. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim reservoir, São Paulo, Brazil. **Lakes & Reservoirs: Res. and Man.** v. 4, p.107-120, 1999.

ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A.; SILVA-SOUZA, A.T. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. In: MEDRI, M.E. *et al.* (Ed.) **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 425-432.

ROMANINI, P.U. *et al.* **Alterações ecológicas provocadas pela construção da barragem da UHE de Rosana sobre o Baixo Rio Paranapanema, SP/PR**. São Paulo: CESP, 1994. 153 p.

SAMPAIO, T. Relatório dos rios Itapetininga e Paranapanema. **Rev. Inst. Geogr. Geol.** S.Paulo, v. II, n. 3, p. 222-271 + il., 1944.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria de Meio Ambiente. **Gestão das águas: seis anos de percurso**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, 1997, 128 p.

SHIBATTA, O.A. *et al.* Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E. *et al.* (Ed.) **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 403-423.

SOUZA FILHO, E.E; STEVAUX, J.C. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.) **A planície de inundação do alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997. p. 3-46.

STRAŠKRABA, M. Retention time as a key variable of reservoir limnology. In: TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA, M. (Ed.) **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: IEE/Backhuys Publishers/ABC, 1999. p. 385-410.

TUNDISI, J.G. Typology of reservoirs in Souther Brasil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, Stuttgart, v. 21, p. 1031-1039, 1981.

VIANNA, N.C.; DIAS, J.H.; NOVELLI, J.L. Características limnológicas de dois reservatórios e um trecho lótico do curso médio do rio Paranapanema (Estados de São Paulo e Paraná). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2, LONDRINA. **Anais. V. 2**. Londrina: SBE, 1994. p. 513.

YABE, M.J.S.; GIMENEZ, S.M.N. Caracterização físico-química da água da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E. *et al.* (Ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 355-371.

ZOCCHI, P. **Paranapanema**: da nascente à foz. São Paulo: Audichromo, 2002. 132 p.

CAPÍTULO 1

**LIMNOLOGIA DE DOIS RESERVATÓRIOS E UM SEGMENTO LÓTICO DO
MÉDIO PARANAPANEMA: PADRÕES DE VARIAÇÃO ESPACIAL E
TEMPORAL.**

RESUMO

Características hidrológicas e limnológicas de dois reservatórios e um trecho lótico da bacia do médio rio Paranapanema foram estudados com o objetivo de se caracterizar a heterogeneidade dos ambientes e as variações temporais. Foram realizadas 18 campanhas de coletas, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995, em oito localidades ao longo dessa bacia. Foram mensuradas a transparência e temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, pH, condutividade, nitrogênio total, fósforo total e clorofila *a*. Foram constatadas diferenças significativas entre as localidades para transparência, oxigênio dissolvido (amostras de fundo), condutividade e fósforo total (amostras de fundo). Há evidências de estar ocorrendo retenção de fósforo no reservatório de Salto Grande, e aporte desse nutriente à bacia através do rio Tibagi, seu principal afluente. Não houve evidências de relações entre as variáveis limnológicas e a vazão. Transparência, nitrogênio total, fósforo total e clorofila *a* apresentaram os coeficientes de variação mais elevados, indicando maior heterogeneidade. A localidade situada no reservatório de Capivara apresentou os menores coeficientes de variação, o que pode estar associado ao tempo de residência mais longo. O rio Tibagi registrou as maiores concentrações de nutrientes, sugerindo que essa bacia seja o principal vetor de eutrofização no sistema.

Palavras-chave: limnologia, médio Paranapanema, heterogeneidade espacial, mudanças sazonais.

ABSTRACT

Eight sites in medium Paranapanema basin were studied, in order to evaluate the environmental heterogeneity and temporal variations. Eighteen collects were carried out from October 1993 to October 1995. Water transparency and temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity, total nitrogen, total phosphorus and *a* chlorophyll were measured. Transparency, dissolved oxygen (bottom samples), conductivity and total phosphorus showed significant differences among sampling sites. There are indications of phosphorus retention in Salto Grande reservoir, and contribution of phosphorus for the basin since the Tibagi River. Dependence of limnological variables on discharge was not verified. Transparency, total nitrogen, total phosphorus and *a* chlorophyll showed the higher coefficients of variation. The lowest coefficient of variation was found in the site located at Capivara reservoir, possibly due this longest retention time. The highest concentration of nutrients was found in Tibagi River, suggesting that Tibagi basin would be the chief vector of eutrophication of the system.

Key-words: limnology, medium Paranapanema, heterogeneity, temporal variation.

LIMNOLOGIA DE DOIS RESERVATÓRIOS E UM SEGMENTO LÓTICO DO MÉDIO PARANAPANEMA: PADRÕES DE VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL.

1 INTRODUÇÃO

Rios são sistemas lineares que drenam a água precipitada sobre as massas continentais até os oceanos (WELCOMME, 1985). De acordo com o conceito de continuidade fluvial, proposto por VANOTTE et al. (1980), os rios são organizados longitudinalmente na forma de um contínuo, que é determinado pela ordem do rio, padrões de fluxo de água e características do leito. O transporte e transformação de materiais ocorrem predominantemente ao longo de um gradiente longitudinal e os processos de produção primária e respiração e as estruturas das comunidades aquáticas respondem a esse gradiente de forma previsível (THOMAZ & BINI, 1999). Em rios de planície, além da dimensão longitudinal estabelecido pelo conceito de continuidade fluvial, deve-se considerar também a dimensão lateral, isto é, o aumento sazonal da conectividade entre o rio e a planície adjacente e suas lagoas, canais, alagadiços etc, propiciado pelos pulsos de inundação (JUNK et al., 1989; NEIFF, 1990). Segundo esse conceito, as inundações, previsíveis ou estocásticas, são as principais funções de força responsáveis pela produtividade, estrutura e dinâmica da biota em rios de planície, cujas comunidades estão estruturadas para conviver com oscilações dos níveis da água e para utilização da zona de transição entre os ambientes aquático e terrestre. No rio Paraná, nos períodos de seca, as concentrações de nutrientes são significativamente distintas entre os diversos ambientes da planície, como rios, canais e lagoas (THOMAZ et al., 1997a) e a composição de espécies é mais heterogênea. Isso ocorre devido a processos locais e isolados, como chuvas, vento, efeito de borda, predação e outros. Entretanto, nos períodos chuvosos, essa distinção é abrandada pela elevação do nível fluviométrico do rio Paraná, quando o afluxo das águas do rio aos ambientes da planície eleva a capacidade de tamponamento e reduz as concentrações locais de fósforo e nitrogênio. As cheias aumentam, portanto, a conectividade e homogeneização dos componentes dos sistemas formados por rios e suas planícies aluvionares (NEIFF, 1990; THOMAZ et al., 1997a).

Já os reservatórios são corpos d'água com características estruturais e dinâmicas distintas daquelas dos rios que lhes dão origem, sem, entretanto, apresentarem atributos lacustres (AGOSTINHO, 1992). Quando os reservatórios são formados, ocorre, primariamente, um aumento do tempo de residência da água, implicando alterações das suas características limnológicas, tais como os padrões de circulação de massas d'água, o comportamento térmico, o transporte de sedimentos e a dinâmica de gases e nutrientes (AGOSTINHO et al., 1992; Tundisi et al., 1993, citados por THOMAZ et al., 1997b).

Segundo THORNTON (1990), nos reservatórios ocorrem gradientes longitudinais dos atributos limnológicos, em função de diferenças no tempo de residência da água e na velocidade da corrente, que resultam no estabelecimento de três compartimentos distintos quanto às propriedades físicas, químicas e biológicas: a zona fluvial (no trecho mais a montante, onde as características de rio estão ainda presentes), a zona de transição (no trecho intermediário) e a zona lacustre (no trecho mais próximo à barragem, onde predominam características de ambientes lênticos).

Na zona fluvial a advecção é forte o suficiente para arrastar uma grande quantidade de partículas suspensas, o que implica em baixa penetração de luz e produção primária limitada. A decomposição do material alóctone promove demanda bioquímica de oxigênio, mas esse gás apresenta concentrações elevadas devido à turbulência da água. Essa zona normalmente é rasa e não apresenta estratificação.

Na zona de transição a advecção é abrandada, reduzindo a velocidade e a capacidade de transporte da água, o que resulta em significativa sedimentação, com conseqüente incremento na penetração da luz.

Na zona lacustre a principal função de força de movimentação de massas d'água passa a ser a convecção. Ocorrem baixas taxas de sedimentação e alta penetração de luz, e a disponibilidade de nutrientes passa a ser o fator limitante para a produção primária. Pode ocorrer estratificação térmica, e conseqüente definição de camadas (epilímnio, metalímnio e hipolímnio).

Essa estratificação longitudinal propicia também uma zonação longitudinal da produção primária (KIMMEL et al., 1990) e secundária, com reflexos

também na produção pesqueira, uma vez que se estabelece uma ordenação espacial das assembléias de peixes (AGOSTINHO et al., 1999).

Os atributos originais da água, aliados à configuração do reservatório, ao seu tempo de residência, ao percentual da cobertura de vegetação a ser inundada e, ainda, às características da barragem e ao tipo de operação, definem as condições limnológicas do novo ambiente. Além disso, o maior tempo de residência pode amplificar os efeitos de impactos decorrentes dos outros usos dos recursos da bacia hidrográfica (assoreamento, contaminação por efluentes domésticos, agrícolas e industriais *etc.*).

Quanto à dimensão temporal, se em regiões temperadas as variações temporais das variáveis limnológicas resultam basicamente de alterações de temperatura e fotoperíodo (Payne, 1986, citado por THOMAZ et al., 1997b), em ambientes tropicais estão associadas principalmente às variações do nível fluviométrico, conforme o conceito de pulso de inundação, que abrange uma fase de inundação e outra de seca (NEIFF, 1990), definindo, quanto à dimensão temporal, duas condições distintas, associadas à presença ou ausência do pulso de inundação.

A geologia, o relevo e a pedologia da bacia de drenagem do reservatório também devem ser considerados para entendimento da produção, transporte e deposição de sedimentos e os nutrientes associados (principalmente o fósforo), bem como seus impactos na concentração de sólidos em suspensão, que interfere na penetração da radiação solar e, por conseqüência, na produção primária. FARIA & OLIVEIRA (1994) descreveram as influências do tamanho, relevo, geologia, pedologia e uso do solo de sub-bacias no assoreamento do reservatório de Capivara, da CESP, demonstrando o papel da bacia de drenagem nesses processos. HENRY et al. (1999) apresentam uma revisão de literatura que demonstra que (i) bacias sedimentares transportam mais fósforo que bacias de rochas ígneas; (ii) bacias florestadas tendem a exportar menos fósforo que áreas de pastagens ou agricultura; (iii) o regime de precipitação, devido a eventuais diferenças em intensidade ao longo do ano ou entre locais da bacia (especialmente daquelas de grandes áreas), vai condicionar a dinâmica de erosão e transporte de materiais e nutrientes em suspensão em uma bacia e (iv) em condições similares de tipo e uso de solo, bacias com maior extensão ou densidade exportam mais

fósforo que aquelas menores ou menos densas. AGOSTINHO et al. (1995) consideram o fósforo o principal nutriente associado aos processos de eutrofização na bacia do alto rio Paraná, e atribuem aos reservatórios dessa bacia o papel de retenção desse nutriente, devido à sedimentação. Tal retenção implicaria em um impacto negativo sobre a produção primária nos trechos a jusante desses reservatórios.

As características hidrográficas (extensão, perímetro, profundidade média, lagoas marginais, tributários etc.) e hidrológicas (vazões, tempo de residência e variações de nível) têm profunda repercussão na composição e dinâmica da ictiofauna. O grau de complexidade do ambiente propicia diferentes habitats, que podem ser ocupados por distintas espécies, incrementando a diversidade biológica, conforme demonstrado por AGOSTINHO et al. (1997a) para a planície aluvionar do Alto Paraná. Além disso, os processos reprodutivos dos peixes, especialmente das espécies reofílicas, estão sincronizados com o ciclo das cheias, sendo desencadeados por fatores ambientais como fotoperíodo, temperatura e, em especial, o nível fluviométrico (VAZZOLLER et al., 1993). AGOSTINHO & ZALEWSKI (1995) consideram a intensidade da cheia como o principal fator determinante para o acesso dos peixes aos recursos do ecótono mata ciliar/planície de inundação do alto rio Paraná, e, em consequência, para a produção pesqueira nessa bacia.

Os padrões de uso e ocupação da bacia (vegetação, atividades antrópicas, fontes de poluição) podem incrementar os aportes de material alóctone, cujas principais fontes são os tributários, os produtos de erosão, a vegetação ciliar, os esgotos domésticos e industriais e a agropecuária (PIECZINSKA, 1990). Esses aportes podem alterar as características físicas, a composição química e a disponibilidade de matéria orgânica no corpo d'água.

Finalmente, as características limnológicas do reservatório e seus tributários também são variáveis de alto valor para entendimento dos processos associados à disponibilidade de gases e nutrientes, produção primária e da estrutura e dinâmica de diversas comunidades, como o fitoplâncton, o zooplâncton, o perifíton e o zoobentos. A dinâmica dessas comunidades vai influir na disponibilidade de recursos tróficos para importantes grupos da ictiofauna. Assim, podem ser estabelecidas

correlações consistentes entre os aspectos limnológicos de um dado corpo d'água e a estrutura e dinâmica de sua ictiofauna.

Os processos de construção de barragens e conseqüente formação de reservatórios, para fins hidroelétricos, promovem alterações das características físicas, químicas, biológicas e sanitárias dos rios. Como observa BIANCHINI JR. (1994), nas regiões de maior densidade de ocupação humana essas alterações se somam a outras já existentes, oriundas de outros usos dos recursos da bacia hidrográfica (abastecimento, contaminação por esgotos urbanos e industriais, resíduos agrícolas, ocupação de margens, assoreamento etc.), amplificando os impactos sobre a biota aquática.

Também as características climáticas, hidrológicas, litológicas, pedológicas e de ocupação e uso do solo nas suas bacias de drenagem vão se refletir nas características limnológicas e ictiológicas dos reservatórios (DIAS, 1995; HENRY et al., 1999). Nessa linha, TUNDISI (1988) atribui aos reservatórios o caráter de "coletores de eventos" ao longo da bacia hidrográfica onde foram construídos. Na bacia do Alto Paraná, AGOSTINHO et al. (1995) apontam o uso intensivo dos corpos d'água como receptáculos de materiais de origem agrícola e industrial e de águas servidas, assim como a construção de reservatórios, como fatores que têm tido significativa influência nos seus padrões de funcionamento ecológico e nas suas características limnológicas.

TUNDISI (1988) assinala que a formação de reservatórios apresenta grande interesse científico, uma vez que possibilita o acompanhamento da colonização e da evolução das comunidades nos ecossistemas. Para BIANCHINI JR. (1994), estudos das relações entre condicionantes limnológicos, enquanto causas, e as respostas fisiológicas de organismos aquáticos, como efeitos, podem otimizar a conservação de espécies e o manejo de recursos em reservatórios, e devem ser priorizados dentre as estratégias e diretrizes do setor elétrico.

Este trabalho buscou verificar as variações espaciais e temporais de algumas características limnológicas do segmento da bacia do rio Paranapanema compreendido entre os reservatórios de Salto Grande e Capivara, incluindo o trecho lótico onde hoje se situam os reservatórios do Complexo Canoas, e identificar os principais condicionantes essas variações.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas 18 campanhas mensais de coletas, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995, em oito localidades, sendo duas a montante e uma a jusante da UHE Lucas Nogueira Garcez (reservatório de Salto Grande), duas junto aos eixos das UHE's Canoas I e II, à época em construção, duas a montante da UHE Escola de Engenharia Mackenzie (Capivara) e uma no rio Tibagi, principal afluente do reservatório de Capivara. Essas localidades estão descritas na TABELA 1, e seu enquadramento como zonas fluviais, de transição e lacustres foi feito *a priori*, em caráter indicativo.

TABELA 1. Identificação, coordenadas geográficas e segmento das localidades de coleta utilizadas neste estudo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

LOCALIDADE	CÓDIGO	COORDENADAS		ZONA
		GEOGRÁFICAS		
Pedra Branca	PBR	22° 57' 01" S e 49° 58' 06" W		Fluvial
Barragem de Salto Grande	BSG	22° 54' 19" S e 49° 59' 51" W		Lacustre
Jusante de Salto Grande	JSG	22° 57' 10" S e 50° 31' 10" W		Fluvial
Canoas II	CAII	22° 56' 25" S e 50° 14' 47" W		Fluvial
Canoas I	CAI	22° 57' 10" S e 50° 31' 10" W		Fluvial
Ponte Assis Sertanópolis	PAS	22° 54' 30" S e 50° 47' 20" W		Transição
Rio Tibagi	RTB	22° 51' 42" S e 51° 01' 22" W		Lacustre
Barragem de Capivara	BCP	22° 38' 30" S e 51° 20' 14" W		Lacustre

Os dados de temperaturas e precipitações médias mensais nas regiões de Salto Grande, Canoas e Capivara foram obtidos a partir de séries históricas da CESP e do DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, sendo utilizadas as fontes mais próximas dos locais de coletas.

Os dados de vazão foram obtidos através das estações fluviométricas da CESP e do DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, na bacia, usando-se sempre a estação mais próxima das localidades estudadas. Foram calculadas,

por localidade, as vazões médias dos cinco dias anteriores às coletas, aqui denominadas vazões relativas. Foram utilizadas ainda as médias mensais.

As amostras de água foram coletadas em garrafas tipo Van Dorn nas porções superior, intermediária e inferior da coluna d'água, em horários compreendidos entre as 10:00 e as 15:00 horas. A temperatura da água, concentração de O₂, pH e condutividade foram medidas através de analisador eletrônico HORIBA U-10. A transparência da água foi determinada por desaparecimento visual de disco de Secchi (média de três medidas). As concentrações de fósforo total e nitrogênio total foram determinadas no Laboratório de Limnologia da Estação de Hidrobiologia e Aquicultura de Salto Grande, adotando-se as técnicas descritas por MACKERETH et al. (1978).

Os resultados obtidos foram submetidos a testes estatísticos não paramétricos (Kruskal-Wallis) para comparação entre localidades e períodos de coletas. As variáveis que apresentaram diferenças significativas entre localidades foram submetidas à análise de agrupamento, utilizando a distância euclidiana e o método pela associação média (UPGMA), utilizando tais variáveis como descritores da estrutura do sistema (VALENTIN, 2000). Análises de agrupamento foram executadas também para o conjunto das variáveis, com prévia padronização dos dados através de logaritmização, para tentar obter uma descrição geral do conjunto das localidades, com base em suas semelhanças ou diferenças, em função dos atributos limnológicos. As médias de superfície e fundo, para cada variável, foram comparadas através do teste *t* para dados pareados.

Foi construída ainda uma matriz de correlações lineares de Pearson entre os dados de vazão relativa e os dados limnológicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Temperatura, Precipitação e Hidrologia

As temperaturas médias mensais de duas localidades da região de abrangência deste estudo estão apresentadas na TABELA 2 e Figura 1. A TABELA 3 e a Figura 2 expõem os dados de precipitações médias mensais em três localidades da mesma região. As vazões médias de longo termo do rio Paranapanema, nas seções correspondentes às UHE's Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande), Canoas I e UHE Escola de Engenharia Mackenzie (Capivara), estão discriminadas na TABELA 4. As

vazões médias mensais do período de outubro de 1983 a outubro de 1995, quando se desenvolveu este estudo, estão expostas na TABELA 5. Na Figura 3 pode-se observar as vazões correspondentes a cada localidade estudada, comparadas com a média de longo termo de cada segmento.

TABELA 2. Temperaturas médias mensais de duas localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995; Posto Canoas I, influenciando as estações de coleta PBR, BSG, JSG, CAII e CAI; Posto Capivara, influenciando as estações PAS, RTB e BCP.

Posto Mês	CANOAS I			CAPIVARA		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
Jan	-	24,6	25,6	27,4	26,0	27,2
Fev	-	26,0	24,6	25,0	27,5	26,0
Mar	-	24,1	24,5	26,3	25,6	25,5
Abr	-	23,0	21,7	24,8	24,6	22,6
Mai	-	20,7	19,4	21,6	22,3	20,3
Jun	-	17,0	18,4	19,0	19,4	20,7
Jul	17,1	17,9	19,4	18,6	19,8	21,9
Ago	18,4	19,8	21,5	20,2	21,7	23,8
Set	20,4	23,1	21,1	22,1	24,8	23,2
Out	24,3	24,7	22,4	25,4	26,0	23,3
Nov	26,5	25,0	25,2	26,8	26,3	25,6
Dez	25,2	26,0	25,6	26,6	27,5	26,5

TABELA 3. Precipitações médias mensais de três localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995; Posto D6-011: Ourinhos, influenciando as estações de coleta PBR, BSG e JSG; Posto D7-053: Palmital, influenciando as estações CAII, CAI e PAS; Posto D8-013: Iepê, influenciando as estações RTB e BCP.

Posto Mês	D6-011			D7-053			D8-013		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
Jan	226.1	252.5	225.5	292.7	279	203.8	127.9	233.2	318.8
Fev	319.1	126.3	213.2	297.4	214.6	153	274.2	147	261.2
Mar	253.1	121.1	231.4	191.9	104.3	128.3	67	45.4	111.2
Abr	94.7	87.9	79.6	155.1	109.2	106.8	71.4	104.9	99.7
Mai	113.3	78.3	48.7	84.7	84.7	43.9	76.4	107.6	94.6
Jun	78.5	62	15	62.1	70	32.7	111.9	103	42.4
Jul	24	18.6	109.3	16.4	21.3	45	22.4	15.6	56.3
Ago	44.8	0	5.8	52.3	0	0	34	0	10.7
Set	123.6	20.2	100	98.5	17.2	125.9	84.9	25.2	115.5
Out	86.7	100.3	162.3	95.9	143.5	149.8	165.3	65.3	235
Nov	145.7	273.5	48.9	86.7	123.8	158.6	46.5	116	81.7
Dez	168.7	227.7	185.9	146.8	163.6	117.6	134.8	136.7	112

TABELA 4. Vazões médias mensais de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. QMP: vazão média do período. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
OUT 93	518	674	673	681	681	884	1209	2094
NOV	439	554	556	569	569	719	270	989
DEZ	316	433	433	484	484	654	432	1086
JAN 94	353	506	506	556	556	938	401	1340
FEV	522	731	730	771	771	998	586	1584
MAR	361	545	546	602	602	785	323	1108
ABR	219	367	367	420	420	605	218	824
MAI	210	332	332	393	393	557	238	785
JUN	200	312	312	371	371	611	550	1161
JUL	243	339	338	390	390	522	577	1099
AGO	256	340	340	404	404	496	271	768
SET	289	354	353	406	406	489	145	635
OUT	319	376	377	434	434	553	157	710
NOV	238	324	324	391	391	528	243	771
DEZ	263	372	372	436	436	545	226	771
JAN 95	891	1160	1161	1196	1196	1796	1499	3308
FEV	749	1097	1097	1089	1089	1687	793	2480
MAR	368	564	564	625	625	820	387	1208
ABR	523	769	769	807	807	1110	320	1431
MAI	401	564	563	617	617	808	191	999
JUN	296	423	423	478	478	661	193	854
JUL	280	411	411	468	468	695	484	1180
AGO	318	406	405	461	461	581	185	767
SET	337	422	423	479	479	673	262	935
OUT	427	555	554	593	593	971	687	1658
QMP	373	517	517	565	565	787	434	1222

TABELA 5. Vazões médias diárias do período de outubro de 1993 a outubro de 1995 (QMP) e vazões médias de longo termo (QMLT) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
QMP	360	500	500	551	551	775	403	1178
QMLT	-	413	-	421	437	-	-	1024

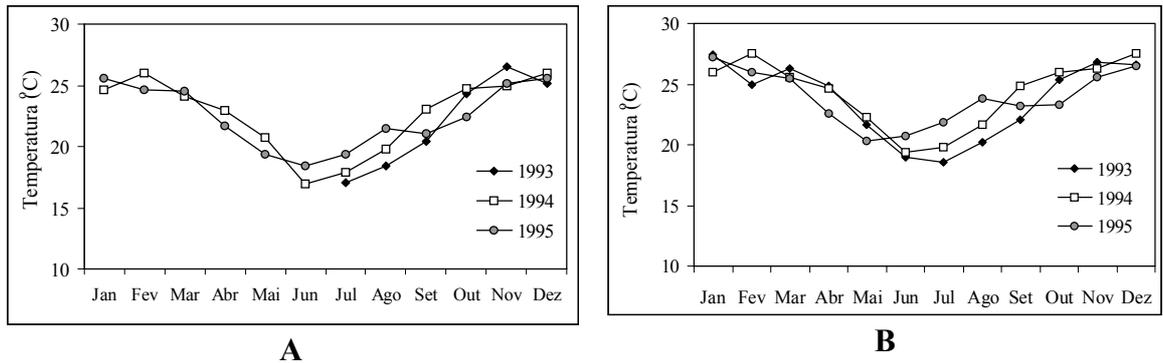


Figura 1: Temperaturas médias mensais dos postos meteorológicos de Canoas I (A) e Capivara (B), no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995.

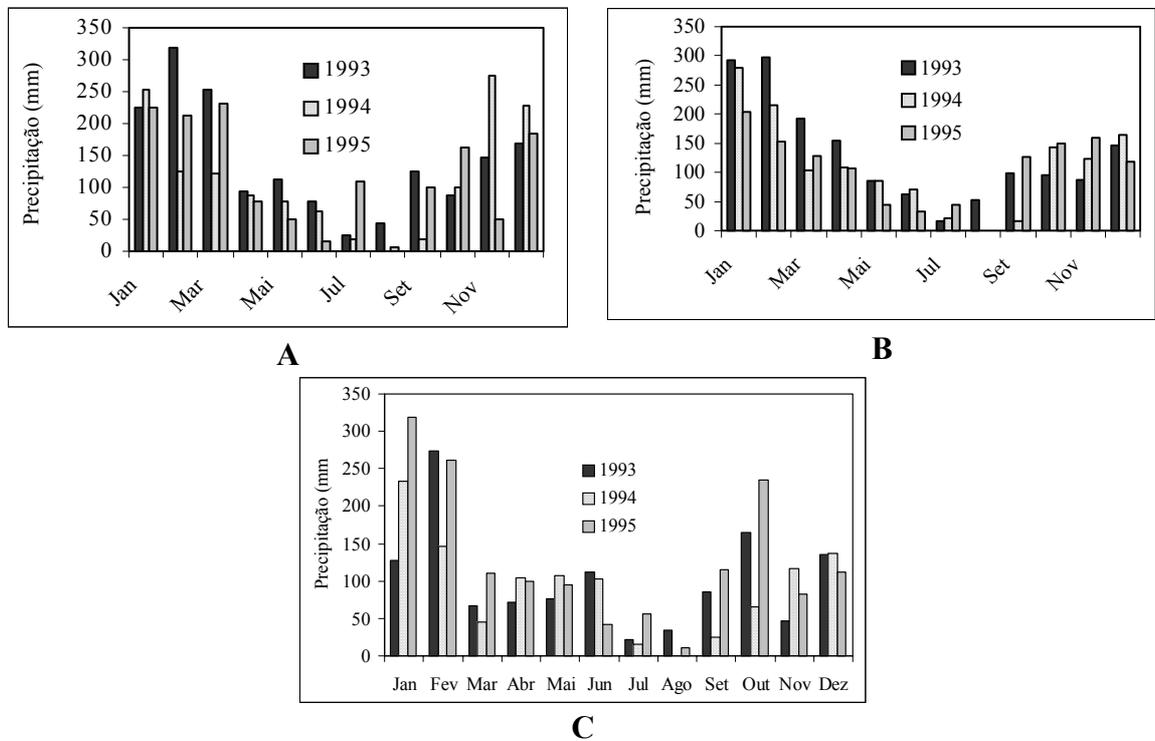


Figura 2: Precipitações médias mensais de três localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de janeiro de 1993 a dezembro de 1995; A: Posto D6-011: Ourinhos, influenciando as estações de coleta PBR, BSG e JSG; B: Posto D7-053: Palmital, influenciando as estações CAII, CAI e PAS; C: Posto D8-013: Iepê, influenciando as estações RTB e BCP.

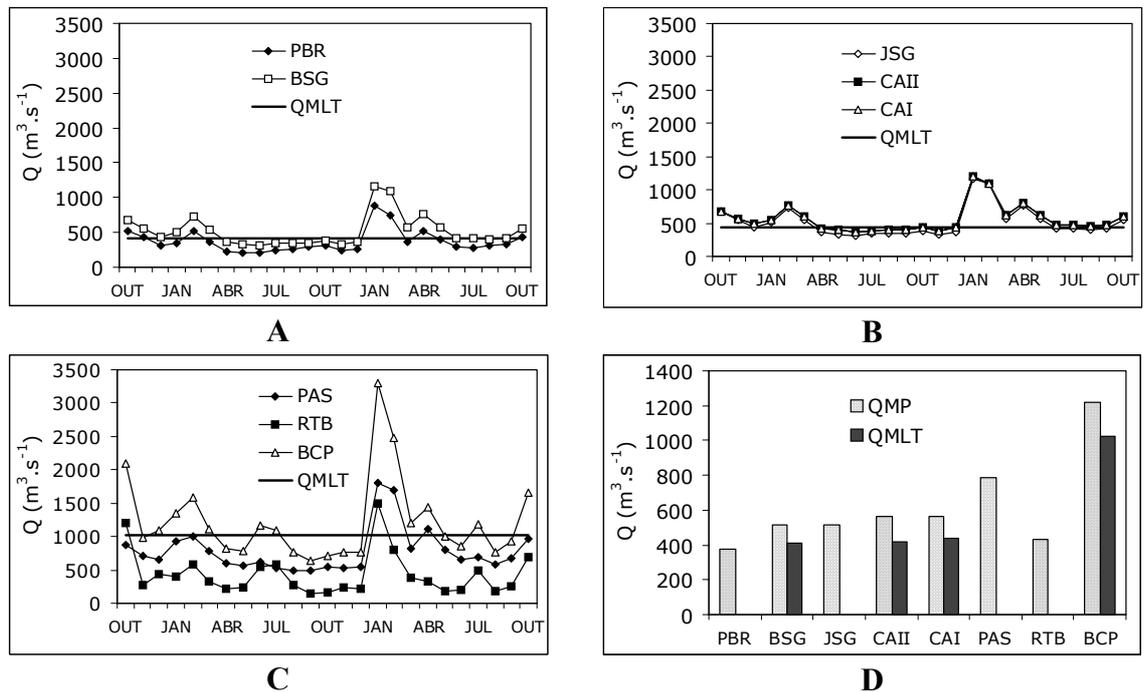


Figura 3: Vazões médias mensais das localidades do reservatório de Salto Grande (A), Canoas (B), e Capivara (C), e vazões médias do período de outubro de 1993 a outubro de 1995 nas localidades (D). QMP: vazão média do período; QMLT: vazão média de longo termo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

No ano de 1994 as vazões médias mensais foram abaixo da média de longo termo, caracterizando-se como um ano de seca no rio Paranapanema. Essa condição foi observada também para o rio Tibagi (ORSI et al., 2002), principal afluente do Paranapanema, e pode ter implicado em um abrandamento do pulso de inundação e de todos seus atributos no período.

O trecho entre as localidades PBR e BSG apresenta significativa vazão incremental (que é o acréscimo de vazão entre os pontos, principalmente pela contribuição dos afluentes), devido ao afluxo do rio Pardo. Nesse trecho, ainda em função desse afluxo, e também da grande quantidade de material em suspensão oriundo da drenagem do rio Pardo, que aflui muito próximo à barragem da UHE Lucas Nogueira Garcez, não se verifica o padrão de estratificação longitudinal apresentado por THORNTON (1990) para reservatórios.

A vazão incremental entre as localidades JSG e CAI é composta apenas por pequenos afluentes, sendo muito pouco significativa. Entre CAI e PAS ocorre a

afluência do rio Cinzas, segunda maior bacia contribuinte do rio Paranapanema no Estado do Paraná (FRANÇA, 2002), gerando uma vazão incremental da ordem de 40% da vazão média do período.

A localidade RTB refere-se ao trecho inferior do rio Tibagi, represado pela UHE Escola de Engenharia Mackenzie (Capivara), e a vazão reportada para aquela localidade compreende a contribuição de toda a bacia daquele rio. Na localidade BCP ocorre vazão do rio Paranapanema a partir da seção correspondente à localidade PAS, e toda a vazão incremental proporcionada pelos rios Tibagi e Capivara, este oriundo do Estado de São Paulo.

3.2 Transparência

Os valores de transparência foram significativamente distintos entre as localidades estudadas ($H = 27,1$; $p < 0,05$). Essa distinção decorre, essencialmente, dos valores elevados dessa variável na localidade PBR (TABELA 6, Figura 4), que recebe basicamente a vazão do rio Paranapanema, após o reservatório de Chavantes, que tem elevado tempo de residência, funcionando como ambiente de sedimentação e retendo os materiais em suspensão, que interferem nessa variável. Já a localidade BSG recebe as águas da bacia do rio Pardo, que drena solos arenosos, carreando concentrações significativas de material suspenso. Essa condição é distinta do modelo de estratificação longitudinal de reservatórios, mas está relacionada com a singularidade de existir o afluxo do rio Pardo, a poucos quilômetros a montante da barragem, e à condição de reservatório do tipo fio d'água, com baixo tempo de residência, o que aumenta a capacidade de arraste e, em consequência, reduz a sedimentação.

O gradiente geral de transparência é coerente tanto com os conceitos de contínuo quanto de estratificação longitudinal de reservatórios. Águas de cabeceiras tendem a ser mais lípidas, devido ao menor aporte de material da drenagem e, portanto pela menor quantidade de partículas transportadas pela correnteza (BARRELLA, 1997). Abaixo de Salto Grande o ambiente de transição entre os segmentos fluvial e lacustre é a localidade PAS, a jusante da qual ocorre um aumento da transparência média, constatado no ponto BCP.

TABELA 6. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de transparência da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	Média	<i>s</i>	min	máx	c.v.
PBR	2,37	1,11	0,50	4,00	46,71
BSG	1,42	0,76	0,22	2,70	53,16
JSG	1,33	0,69	0,42	2,50	52,01
CAII	1,20	0,58	0,30	2,30	48,16
CAI	1,21	0,66	0,34	3,00	54,80
PAS	1,17	0,58	0,40	2,10	49,94
RTB	1,02	0,56	0,40	2,50	55,03
BCP	1,47	0,41	0,90	2,50	27,74

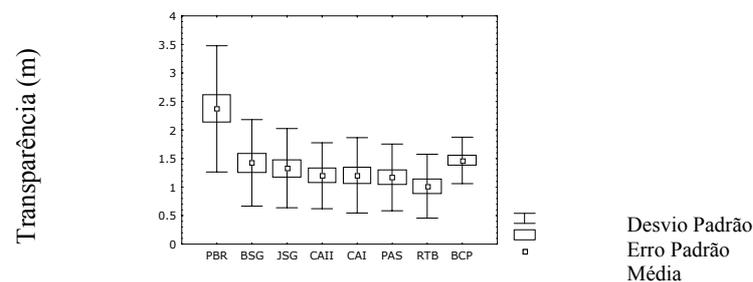


Figura 4: Valores médios de transparência da água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

A análise de agrupamento baseada na transparência da água (Figura 5) confirma essa distinção, mostrando que a localidade PBR se segrega das demais com relação a essa variável. Quanto ao aspecto temporal, houve também variações significativas de transparência ($H = 89,2$; $p < 0,05$), o que se refletiu nos elevados coeficientes de variação obtidos em todas as localidades. A menor amplitude de variação da transparência ocorreu na localidade BCP (TABELA 6), o que deve estar associado à influência do rio Pardo, conforme já descrito em Hidrologia.

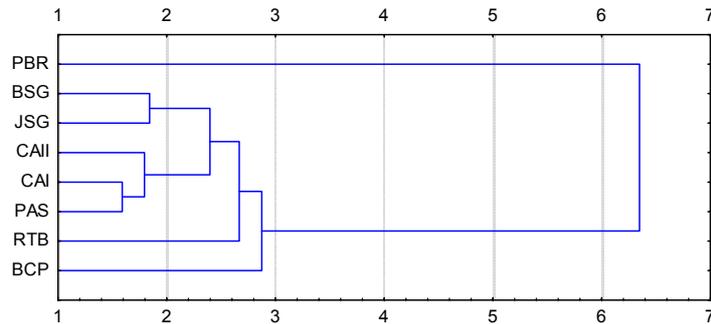


Figura 5: Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da transparência da água, de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

3.3 Estrutura Térmica

Os valores de temperatura obtidos (TABELA 7 e Figura 6), não foram significativamente distintos entre localidades ($H = 1,05$; $p = 0,99$ para superfície; $H = 6,4$; $p = 0,49$ para fundo). Entretanto, foram fortemente sazonais tanto para superfície ($H = 146,9$; $p < 0,05$), quanto no fundo ($H = 124,2$; $p < 0,05$). Foi constatada estratificação térmica da coluna d'água (diferenças de temperatura iguais ou maiores que $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) na maioria das coletas nas localidades BSG, RTB e BCP, representativas de ambientes lânticos, tanto nos períodos secos quanto chuvosos. Nessas localidades, ocorreram também diferenças significativas entre as temperaturas médias de superfície e de fundo ($p > 0,05$).

Os fatores que promovem mudanças na estrutura térmica em ecossistemas aquáticos são as variações sazonais da penetração da radiação solar e sua penetração seletiva na coluna d'água, a turbulência, decorrente da ação de ventos e ondas, e correntes internas (ESTEVES, 1988; HENRY, 1995). De acordo com HENRY (op. cit.), reservatórios com tempos de residência elevados apresentam estruturas térmicas mais similares às de lagos, o que parece estar ocorrendo no sistema estudado: embora em todos os ambientes tenham ocorrido gradientes térmicos, os ambientes lânticos apresentaram tais gradientes na maioria das coletas, além de diferenças significativas entre as temperaturas médias da superfície e do fundo, já referidas acima.

TABELA 7. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de temperatura da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.

Superfície	Média	<i>s</i>	min	max	c.v.
PBR	23,3	2,9	18,5	27,6	12,5
BSG*	23,3	3,1	17,4	28,5	13,1
JSG	23,5	2,6	17,5	28,2	11,2
CAII	23,3	3,2	17,0	28,7	13,8
CAI	23,3	3,0	16,0	28,0	12,8
PAS	23,0	5,7	2,6	28,0	24,7
RTB*	23,8	3,2	16,0	27,7	13,4
BCP*	24,0	2,8	20,0	29,0	11,6
Fundo					
PBR	23,2	2,8	18,5	27,3	12,0
BSG*	23,0	2,9	17,4	27,0	12,4
JSG	23,4	2,4	17,4	27,6	10,4
CAII	23,3	2,8	18,0	28,2	12,0
CAI	23,3	2,7	17,0	27,8	11,8
PAS	22,0	2,6	17,0	26,5	11,9
RTB*	22,4	2,7	17,0	25,5	11,9
BCP*	22,7	2,5	17,0	26,5	10,9

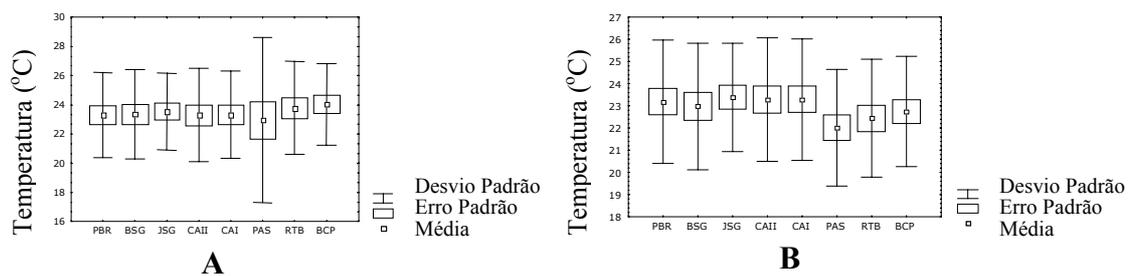


Figura 6: Valores médios de temperatura da água a superfície (A) e fundo (B) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

3.4 Oxigênio Dissolvido

Os valores de concentração de oxigênio dissolvido à superfície (TABELA 8, Figura 7A) não foram significativamente distintos entre as localidades ($H = 4,7$; $p = 0,69$), mas essa variável apresentou variações sazonais significativas ($H = 94,7$; $p < 0,05$). Os valores obtidos de amostras de fundo (Figura 7B), entretanto, foram significativamente distintos tanto entre as localidades ($H = 25,8$; $p < 0,05$) quanto entre os meses ($H = 87,8$; $p < 0,05$).

TABELA 8. Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de temperatura da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.

Superfície	média	s	mín	máx	c.v.
PBR	7,9	0,6	6,8	9,2	7,9
BSG	7,6	0,9	5,0	9,0	11,6
JSG	7,9	0,8	6,4	9,3	10,0
CAII	7,7	0,9	6,0	9,2	12,2
CAI	7,7	0,7	6,5	8,8	8,9
PAS*	7,7	0,8	6,6	8,9	9,9
RTB*	7,7	0,9	6,3	9,0	11,9
BCP*	7,7	0,8	5,7	9,2	10,6
Fundo					
PBR	7,9	0,7	7,0	9,3	8,8
BSG	7,7	0,9	5,5	8,9	11,1
JSG	7,9	0,7	7,0	9,2	8,3
CAII	7,7	0,9	6,0	9,0	11,3
CAI	7,6	0,9	5,4	8,8	11,7
PAS*	7,0	1,2	4,9	8,9	17,1
RTB*	6,4	2,1	2,2	9,9	32,7
BCP*	7,0	1,4	4,3	9,3	19,6

Nas localidades PAS, RTB e BCP ocorreram diferenças significativas entre as concentrações médias de superfície e de fundo. Essas diferenças provavelmente acompanham a estratificação térmica (ESTEVES, 1988).

A Figura 7B evidencia um gradiente de concentração de oxigênio nas amostras de fundo dos ambientes lóticos para os lênticos.

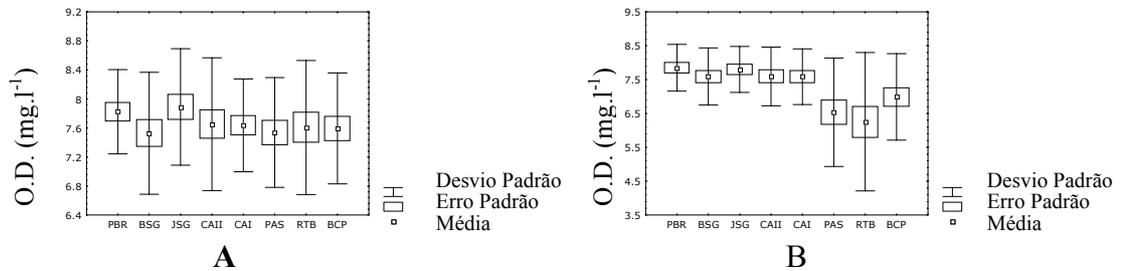


Figura 7: Valores médios de concentração do oxigênio dissolvido na água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

A Figura 8 mostra que essa variável discrimina um agrupamento formado pelas localidades PAS e RTB, caracterizadas por concentrações médias mais baixas de oxigênio.

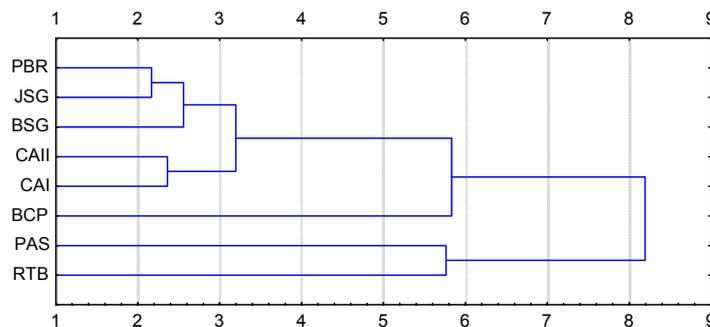


Figura 8: Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da concentração de oxigênio na água (amostras de fundo), de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

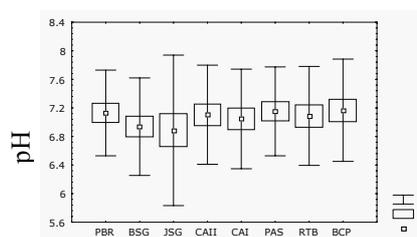
3.5 Potencial Hidrogeniônico

O pH, cujos valores estão apresentados na TABELA 9 e Figura 9, não apresentou variações significativas entre as localidades, tanto à superfície ($H = 2,4$; $p =$

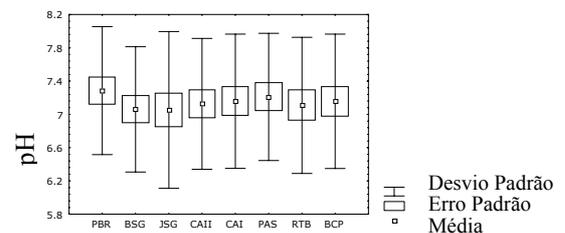
0,94), quanto no fundo ($H = 1,1$; $p = 0,99$). Essa variável também apresentou sazonalidade tanto à superfície ($H = 112,9$; $p < 0,05$) quanto no fundo ($H = 133,4$; $p < 0,05$). Ocorreram diferenças significativas entre as médias de superfície e fundo nas localidades PBR, BSG e PAS.

TABELA 9. Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de pH da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.

Superfície	Média	s	mín	máx	c.v.
PBR*	7,1	0,6	5,9	8,3	8,4
BSG*	6,9	0,7	5,0	7,9	9,9
JSG	6,9	1,1	3,2	8,1	15,3
CAII	7,1	0,7	5,9	8,0	9,8
CAI	7,0	0,7	5,5	7,9	9,9
PAS*	7,2	0,6	5,9	8,0	8,7
RTB	7,1	0,7	5,9	7,9	9,8
BCP	7,2	0,7	5,9	8,1	10,0
Fundo					
PBR*	7,3	0,8	6,0	9,0	10,6
BSG*	7,1	0,8	5,0	8,3	10,7
JSG	7,1	0,9	5,0	9,0	13,3
CAII	7,1	0,8	6,0	8,1	11,0
CAI	7,2	0,8	5,5	8,4	11,3
PAS*	7,2	0,8	5,8	8,8	10,6
RTB	7,1	0,8	5,9	8,4	11,5
BCP	7,2	0,8	5,1	8,3	11,3



A



B

Figura 9: Valores médios de pH da água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

3.6 Condutividade

Os valores de condutividade (TABELA 10, Figura 10) apresentaram variação sazonal entre os períodos de coleta, tanto a superfície ($H = 107,1$; $p < 0,05$) quanto nas amostras de fundo ($H = 86,6$; $p < 0,05$). Já entre as localidades, as diferenças foram significativas apenas para amostras de fundo ($H = 14,6$; $p = 0,05$; para as amostras de superfície $H = 13,7$; $p > 0,05$).

TABELA 10. Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de condutividade da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

Superfície	média	s	mín	máx	c.v.
PBR	53,2	11,6	31,0	88,0	21,9
BSG	54,3	9,1	38,0	72,0	16,8
JSG	53,8	7,8	42,0	71,0	14,5
CAII	57,2	8,6	47,0	74,0	15,1
CAI	57,2	8,6	47,0	74,0	15,1
PAS	59,7	9,6	40,0	75,0	16,1
RTB	51,0	7,9	34,0	68,0	15,5
BCP	55,4	9,9	38,0	77,0	17,8
PBR	55,1	10,9	32,0	77,0	19,8
Fundo	média	s	mín	máx	c.v.
BSG	54,3	8,9	39,0	71,0	16,5
JSG	54,3	7,8	40,0	72,0	14,3
CAII	58,3	7,6	48,0	74,0	13,0
CAI	58,3	7,6	48,0	74,0	13,0

Continua

TABELA 10 (Continuação). Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) dos valores de pH da coluna d'água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

Fundo	média	s	mín	máx	c.v.
-------	-------	-----	-----	-----	------

PAS	59,3	8,8	37,0	77,0	14,9
RTB	50,9	9,7	34,0	69,0	19,1
BCP	54,7	8,7	37,0	69,0	16,0

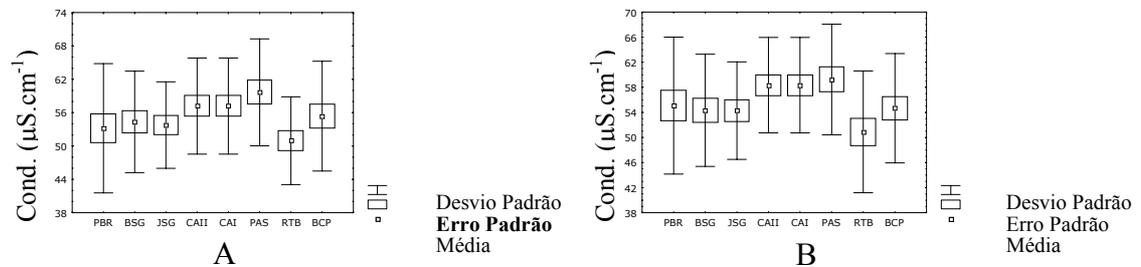


Figura 10: Valores médios de condutividade da água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

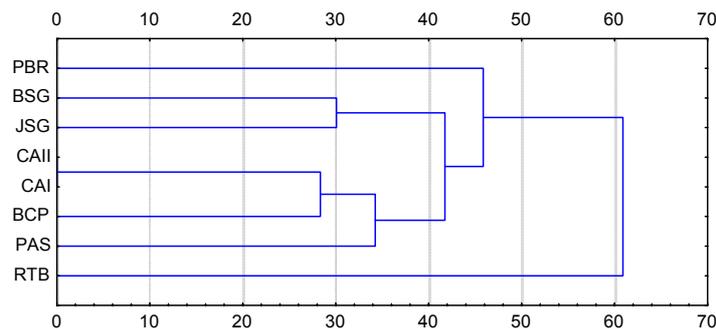


Figura 11: Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da condutividade da água (amostras de fundo), de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

A Figura 11 apresenta o dendrograma de similaridade das localidades com base nessa variável, mostrando que a localidade RTB se segrega das demais.

3.7 Nitrogênio Total

As concentrações de nitrogênio total (TABELA 11, Figura 12) não apresentaram diferenças significativas entre os locais, tanto em amostras de superfície ($H = 5,1$; $p = 0,65$) quanto de fundo ($H = 7,5$; $p = 0,38$). Já entre os meses, as diferenças

foram significativas tanto para superfície ($H = 104,2$; $p < 0,05$) quanto para fundo ($H = 106,2$; $p < 0,05$).

TABELA 11. Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de nitrogênio total na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

Superfície	Média	s	mín	Max	c.v.
PBR	498,0	210,9	168,0	1120,0	42,4
BSG	454,3	194,4	53,3	1092,0	42,8
JSG	533,7	229,6	238,0	1148,0	43,0
CAII	495,0	145,8	322,0	896,0	29,5
CAI	469,4	170,2	238,0	966,0	36,3
PAS	507,4	186,3	196,0	1064,0	36,7
RTB	534,7	200,0	224,0	1148,0	37,4
BCP	444,7	179,6	266,0	1092,0	40,4
Fundo					
PBR	509,9	197,3	182,0	1162,0	38,7
BSG	517,9	201,7	182,0	1134,0	38,9
JSG	506,4	210,3	238,0	1162,0	41,5
CAII	466,9	176,2	224,0	966,0	37,7
CAI	466,7	192,7	255,0	1036,0	41,3
PAS	507,9	195,6	201,0	1064,0	38,5
RTB	551,7	187,7	266,0	1134,0	34,0
BCP	463,0	184,6	210,0	1106,0	39,9

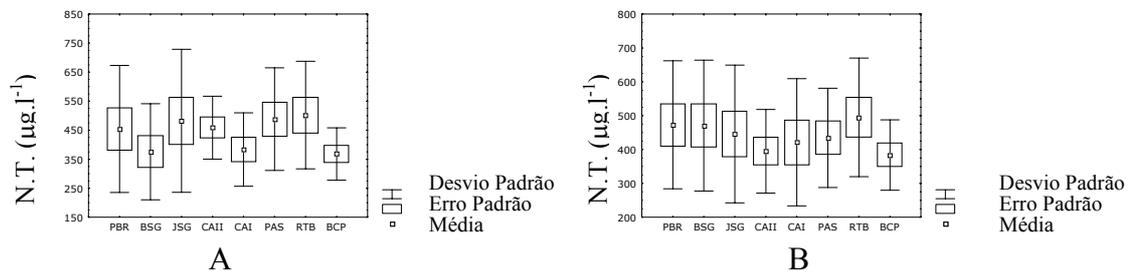


Figura 12: Valores médios da concentração de nitrogênio total (N.T.) na água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

3.8 Fósforo Total

As concentrações de fósforo total (TABELA 12, Figura 12) não apresentaram diferenças significativas entre as localidades, nas amostras de superfície ($H = 5,05$; $p = 0,65$). Entretanto, entre as amostras de fundo as diferenças foram significativas ($H = 23,9$ $p < 0,05$), o que implica em que essa variável também discriminou as localidades estudadas.

As diferenças de concentração entre superfície e fundo foram significativas entre as localidades dos reservatórios de Salto Grande (PBR e BSG) e de Capivara (PAS, RTB e BCP).

Entre os meses também ocorrem diferenças significativas, tanto para superfície ($H = 94,6$; $p < 0,05$) quanto para amostras de fundo ($H = 82,4$; $p < 0,05$), denotando que as concentrações de fósforo têm comportamento fortemente sazonal.

TABELA 12. Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de fósforo total na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.

Superfície	Média	s	mín	máx	c.v.
PBR*	27,5	26,3	4,8	99,0	95,6
BSG*	24,2	17,2	4,8	74,6	71,3

Continua

TABELA 12. (Continuação) Valores médios, desvios padrão (s), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de fósforo total na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.

Superfície	Média	s	mín	máx	c.v.
JSG	26,0	15,4	7,7	66,4	59,0
CAII	28,0	18,4	6,4	79,7	65,7
CAI	24,5	16,6	5,1	65,3	67,9
PAS*	31,1	17,1	10,3	63,6	55,1
RTB*	32,6	19,2	8,7	83,1	58,9
BCP*	21,9	11,3	8,2	53,4	51,8

Fundo					
PBR*	36,0	29,1	4,8	99,0	80,8
BSG*	41,8	36,5	9,8	156,6	87,3
JSG	24,7	14,1	9,8	59,8	57,3
CAII	29,6	24,6	6,6	103,9	82,8
CAI	26,0	18,1	5,1	68,6	69,7
PAS*	46,2	20,3	14,0	95,7	43,9
RTB*	63,3	46,2	18,3	218,6	72,9
BCP*	32,5	20,1	10,3	80,2	61,6

Os valores médios da concentração de fósforo foram superiores ao estabelecido na Resolução CONAMA n° 20, de 18 de junho de 1986, na maioria das localidades estudadas.

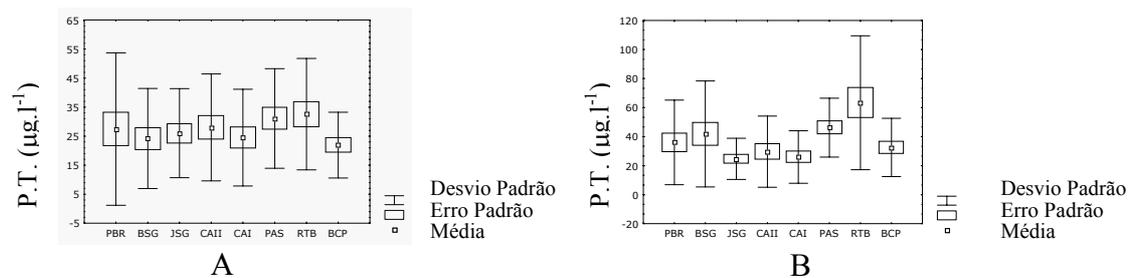


Figura 13: Valores médios de fósforo total (P.T.) da água à superfície (A) e fundo (B), em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

A Figura 14 apresenta o dendrograma de similaridade entre as localidades com base nessa variável, mostrando que a localidade RTB se segrega das demais.

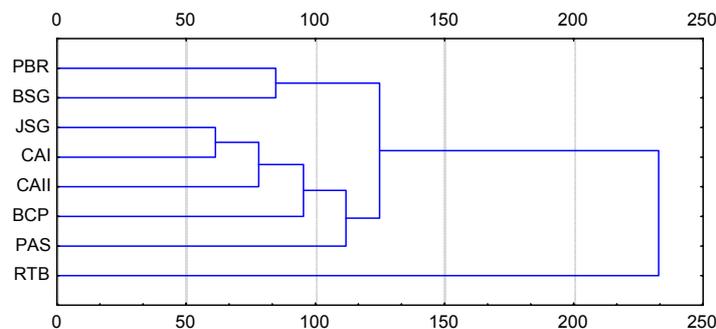


Figura 14: Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), em função da concentração de fósforo total na água (amostras de fundo), de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

3.9 Clorofila *a*

Os resultados de concentração de clorofila *a* (TABELA 13, Figura 15) não apresentaram diferenças significativas entre as localidades nem à superfície ($H = 9,0$; $p = 0,25$) nem nas amostras de fundo ($H = 5,8$; $p = 0,56$). Os valores de clorofila *a* também não apresentaram variações sazonais significativas à superfície ($H = 23,8$; $p = 0,12$), mas houve sazonalidade nas amostras de fundo ($H = 30,5$; $p = 0,02$). Na localidade PAS as médias de superfície e fundo foram significativamente distintas ($p < 0,05$).

TABELA 13. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de clorofila *a* na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.

Superfície	média	<i>S</i>	mín	máx	c.v.
PBR	0,6	0,4	0,0	1,6	60,1

Continua

TABELA 13. Valores médios, desvios padrão (*s*), amplitude de variação (mín.–máx.) e coeficiente de variação (c.v.) das concentrações de clorofila *a* na água em oito localidades da bacia do médio Paranapanema. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara; as localidades assinaladas com asteriscos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados de superfície e de fundo.

Superfície	média	<i>S</i>	mín	máx	c.v.
BSG	0,8	1,0	0,0	4,8	128,4
JSG	0,5	0,4	0,0	1,1	76,1
CAII	0,6	0,3	0,0	1,1	44,9
CAI	0,9	0,5	0,0	1,6	57,2

PAS*	1,1	0,5	0,5	2,1	50,2
RTB	1,3	1,3	0,0	5,9	102,9
BCP	1,2	1,1	0,0	4,3	93,6
Fundo					
PBR	0,6	0,5	0,0	1,6	73,8
BSG	0,5	0,4	0,0	1,6	84,4
JSG	0,4	0,4	0,0	1,1	104,1
CAII	0,7	0,4	0,0	1,6	57,8
CAI	0,9	1,2	0,0	5,3	130,8
PAS*	0,7	0,7	0,0	2,1	90,5
RTB	0,8	0,7	0,0	2,1	77,5
BCP	0,9	0,9	0,0	4,3	101,7

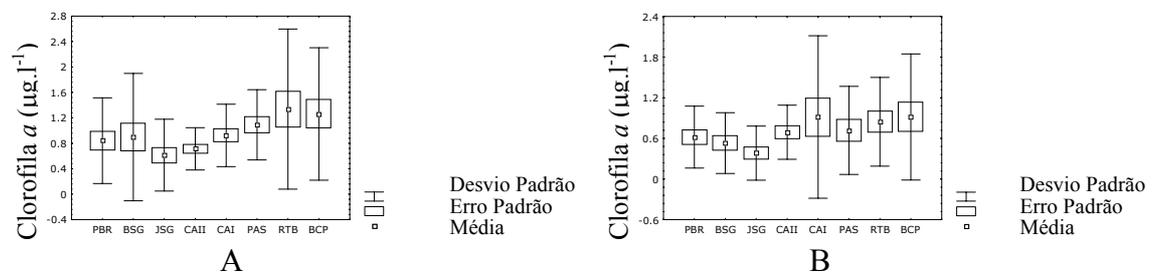
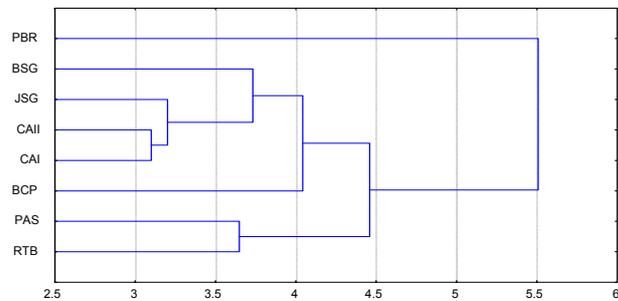


Figura 15: Valores médios de clorofila *a* à superfície (A) e fundo (B) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

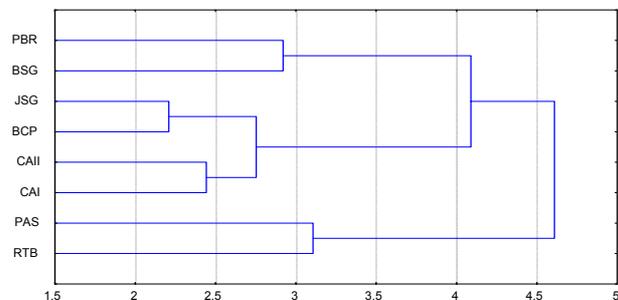
3.10 Agrupamento das localidades

A ecologia busca agrupar amostras que apresentem as mesmas características bióticas ou abióticas, visando descrever a estrutura dos ecossistemas (VALENTIN, 2000). Nesse sentido, foi executada uma análise de agrupamento, considerando o conjunto das variáveis estudadas, conforme apresentado na Figura 14, abaixo. Verifica-se que ocorreu uma discriminação entre a localidade PBR e as demais, quando consideradas as amostras de superfície. Além disso, estruturaram-se dois outros grupos: o primeiro agrupou as localidades BSG, JSG, CAII, CAI e BCP, sendo que essa última se distinguiu das demais dentro desse grupo, e o segundo grupo abrangeu as localidades PAS e RTB, respectivamente zona de transição e afluente do reservatório de Capivara. Com relação às amostras de fundo, também se constituíram três agrupamentos, correspondendo aos reservatórios de Salto Grande (PBR e BSG), ao

trecho lótico (JSG, CAII e CAI), ao qual foi agrupado o segmento lacustre do reservatório de Capivara (BCP), e finalmente, as localidades PAS e RTB, agrupadas similarmente ao ocorrido com as amostras de superfície.



A



B

Figura 16: Dendrograma de similaridade (distância euclidiana, UPGMA), considerando o conjunto das variáveis, de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. A: amostras de superfície; B: amostras de fundo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

3.11 Correlações entre variáveis hidrológicas e limnológicas

A TABELA 14 apresenta os resultados de correlações lineares de Pearson entre os dados de vazão e as variáveis limnológicas obtidas nas oito localidades estudadas, visando investigar a influência dos pulsos de inundação no sistema formado pelos reservatórios de Salto Grande e Capivara e no trecho lótico do rio Paranapanema correspondente ao atual Complexo Canoas.

TABELA 14. Correlações lineares de Pearson entre as vazões médias relativas e os atributos limnológicos de oito estações de coleta no médio

Parapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995; valores em negrito são significativos ($\alpha < 0,05$). PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

		PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
Transparência		-0,04	-0,46	-0,57	-0,36	-0,22	-0,51	-0,36	-0,51
Temperatura	S	0,50	0,26	0,27	0,57	0,48	0,09	0,11	0,25
	F	0,49	0,29	0,19	0,55	0,38	0,56	0,13	0,33
Oxigênio Dissolvido	S	-0,46	-0,15	-0,06	0,05	-0,14	-0,38	-0,61	-0,12
	F	-0,19	-0,55	0,13	-0,03	-0,10	-0,06	-0,42	-0,58
pH	S	-0,26	-0,63	-0,03	-0,02	0,09	-0,24	-0,18	0,08
	F	-0,25	-0,60	-0,18	-0,03	0,13	-0,18	-0,34	-0,08
Condutividade	S	-0,30	-0,23	-0,15	0,15	0,16	-0,42	-0,44	-0,18
	F	-0,20	-0,23	-0,18	0,14	0,15	-0,49	-0,51	-0,34
Nitrogênio Total	S	-0,01	-0,20	0,02	-0,12	-0,02	-0,27	-0,22	-0,19
	F	-0,07	-0,11	0,00	-0,15	-0,06	0,03	-0,33	-0,23
Fósforo Total	S	0,44	0,36	0,15	0,00	0,07	0,28	0,46	0,05
	F	0,29	0,05	0,26	0,15	-0,11	0,66	-0,07	0,22

Nas localidades JSG, PAS e BCP foram constatadas correlações negativas, ainda que brandas, entre a transparência da água e as vazões relativas. Na localidade PBR, cuja vazão é basicamente a defluente da UHE Chavantes, parece estar ocorrendo o efeito de retenção dos materiais em suspensão pela cascata de reservatórios a montante. Na localidade BSG a transparência é fortemente influenciada pela adução do rio Pardo, que não contribui significativamente para a vazão (Figura 3A), mas transporta grande quantidade de material suspenso. Na localidade JSG, a correlação entre vazão e transparência deve estar ainda relacionada à influência do rio Pardo, que aporta à localidade através da vazão defluente da UHE Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande). Nas localidades CAII, distante 25 km de Salto Grande, e CAI, a 54 km do mesmo ponto, a pequena vazão incremental, que implica em poucos aportes a partir da bacia de drenagem, e a distância do reservatório de montante, o que pode implicar em sedimentação, parecem contribuir para que as correlações entre vazão e transparência sejam gradativamente abrandadas. Já nas localidades PAS, RTB e BCP essas correlações se elevam, possivelmente como efeito das vazões incrementais nesses pontos, e das contribuições das bacias de drenagem, que são maiores, mais densas (maior número de cursos d'água), e que, no Estado de São Paulo, drenam terrenos arenosos, mais suscetíveis à erosão.

As correlações verificadas entre temperatura e vazão nas localidades PBR, CAII e PAS devem estar mais relacionadas ao fato de que as maiores vazões coincidem com a estação quente.

Correlações negativas entre vazão e concentração de oxigênio dissolvido foram verificadas nas localidades BSG, RTB e BCP, todas localidades em ambientes lóticos. Para YABE & GIMENEZ (2002), ocorre intenso aporte de material em suspensão no reservatório de Capivara através do rio Tibagi. O aporte de materiais varia com a vazão, e pode implicar em demanda de oxigênio, devido à decomposição da matéria orgânica, o que justificaria essa correlação.

Os valores de fósforo total demonstraram correlação com a vazão apenas na localidade PAS. AGOSTINHO et al. (1995) consideram que o fósforo é o principal nutriente associado aos processos de eutrofização na bacia do alto rio Paraná, e atribuem aos reservatórios dessa bacia o papel de retenção desse nutriente, devido à sedimentação. Tal retenção implicaria em um impacto negativo sobre a produção primária nos trechos a jusante desses reservatórios. Essa situação foi verificada no segmento estudado da bacia do médio Paranapanema, como se constata na Figura 13. Há um incremento de PBR a BSG, no reservatório de Salto Grande; as concentrações diminuem a jusante, voltando a ser incrementadas no sentido de montante para jusante no trecho lótico, e no rio Tibagi (RTB), havendo uma redução significativa na localidade BCP. Esse comportamento corresponde ao descrito por Straškraba (1990, citado por BARBOSA et al., 1999): ao longo de uma série de reservatórios, a concentração de fósforo tende a decrescer fortemente com o decréscimo da turbidez e pelo consumo pelo fitoplâncton.

A inexistência de uma clara dependência entre as variáveis limnológicas e a vazão, distintamente do que ocorre em rios de planície, como assinalado por JUNK et al. (1989), NEIFF (1990), THOMAZ et al. (1997b), entre outros, pode ser creditada ao fato de que o rio Paranapanema entalha seu leito mais em regiões planálticas, sendo escassos os depósitos aluvionares e os sistemas ecotonais que se estruturam sobre esses depósitos, e ao efeito da cascata de reservatórios, que regulariza vazões e propicia a retenção de nutrientes (BARBOSA et al., 1999).

Transparência, nitrogênio total, fósforo total e clorofila *a* apresentaram os coeficientes de variação mais elevados. Isso denota serem as variáveis mais influenciadas pela sazonalidade do sistema. Os coeficientes de variação da transparência da água foram da mesma ordem de grandeza nas localidades, salvo em BCP, que apresentou variação bem menor que as demais. Os coeficientes de variação do nitrogênio total também foram similares nas diversas localidades, mas os de fósforo total foram de 51,8% em BCP a 95,6% em PBR. Pode-se interpretar, a partir desses dados, que a localidade BCP é a mais estável, o que poderia estar relacionado ao caráter lântico e ao tempo de residência mais longo. De fato, STRAŠKRABA (1999) assinala que a capacidade de retenção do fósforo por reservatórios depende fortemente do tempo de residência.

4 CONCLUSÕES

O sistema formado pelos reservatórios de Salto Grande e Capivara, com um trecho lótico intermediário à época do desenvolvimento deste estudo (hoje ocupado pelos reservatórios do Complexo Canoas), apresentou diferenças longitudinais significativas para transparência, oxigênio dissolvido (nas amostras de fundo), condutividade e fósforo total (amostras de fundo), indicando que ocorre uma estratificação longitudinal dessas variáveis, possivelmente como efeito da cascata de reservatórios.

A localidade PBR, na zona fluvial do reservatório de Salto Grande, discrimina-se das demais quando consideradas apenas as amostras de superfície, o que pode ser atribuído à significativa diferença de transparência entre essa localidade e as demais. Outros agrupamentos se formaram: um com as localidades BSG, JSG, CAII, CAI e BCP, sendo essa última discriminada das demais, e outro as localidades PAS e RTB, que são respectivamente zona de transição e afluente do reservatório de Capivara.

As amostras de fundo também propiciaram a formação de três agrupamentos, correspondendo aos reservatórios de Salto Grande (PBR e BSG), ao trecho lótico (JSG, CAII e CAI), ao qual foi agrupada a zona lacustre do reservatório de Capivara (BCP), e finalmente, as localidades PAS e RTB, agrupadas similarmente ao ocorrido com as amostras de superfície. Assim, embora a localidade BCP se situe em

zona lacustre, suas características limnológicas se aproximam daquelas existentes no trecho lótico.

A localidade situada no rio Tibagi registrou as maiores concentrações de nutrientes, o que sugere que essa bacia, caracterizada por densa urbanização e por práticas agrícolas intensivas, especialmente em seu baixo curso, é o principal compartimento indutor de eutrofização no sistema.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A.A. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In AGOSTINHO, A.A. & BENEDITO-CECÍLIO, E. (ed.) **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil**. Maringá: EDUEM, 1992. p.106-121.

AGOSTINHO, A.A.; JULIO JR. H.F.; BORGHETTI, J.R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **UNIMAR** n. 14 (Suplemento), p. 89-107 , 1992.

AGOSTINHO, A.A.; ZALEWSKI, M. The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Parana River, Brasil. Hydrobiologia n. 303, p. 141-148, 1995.

AGOSTINHO, A.A. et al. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Ed.) **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: IEE/Backhuys Publishers/ABC, 1999. p. 227-265.

AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A.M.; THOMAZ, S.M. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.;

MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds.) **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.59-103.

BARBOSA, F.A.R. et al. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê basin, São Paulo State, Brazil. *in*: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Ed.) **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: IEE/Backhuys Publishers/ABC, 1999. p. 425-437.

BARRELLA, W. **Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema (SP), devido à poluição e ao represamento**. 1997. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). UNESP, Rio Claro.

BIANCHINI JR., I. A água como ambiente para manutenção da fauna aquática. In: **SEMINÁRIO SOBRE FAUNA AQUÁTICA E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**, Rio de Janeiro: COMASE/ELETOBRÁS, Caderno 1: Fundamentos, p 11-19, 1994.

DIAS, J.H. **Estudos ecológicos na comunidade de peixes do reservatório de Salto Grande, Médio Paranapanema (Estados de São Paulo e Paraná)**. , 1995. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575 p.

FARIA, B.; OLIVEIRA, A.M.S. The role of drainage basins in the silting-up of reservoirs: the Capivara pilot project. **Acta Limnol. Brasil**. vol. V, p. 103-111, 1994.

FRANÇA, V. O rio Tibagi no contexto hidrográfico paranaense. In: MEDRI, M.E. et al. (Ed.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 45-61.

HENRY, R. The thermal structure of some lakes and reservoirs in Brazil. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.351-363.

HENRY R.; SANTOS, A.A.N.; CAMARGO, Y. Transporte de sólidos suspensos, N e P total pelos Rios Paranapanema e Taquari e uma avaliação de sua exportação na Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: HENRY, R. (ed.) **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP/FUNDBIO, 1999. p. 687-719.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Can.Spec.Publ.Fish.Aquat.Sci.**, v. 106, p. 110-127.

KIMMEL, B.L.; LIND, O.T.; PAULSON, L.J. Reservoir primary production. In: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L.; PAYNE, F.E. (Ed.) **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 133-194.

MACKERETH, F.Y.H.; HERON, J.G.; TALLING, J.J. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Ambleside: Freshwater Biological Association (Scientific Publications 36), 1978, 120 p.

NEIFF, J.J. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. **Interciencia** v. 15, n. 6, p. 424-441, 1990.

ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A.; SILVA-SOUZA, A.T. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. In: MEDRI, M.E. *et al.* (Ed.) **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 425-432.

PIECZINSKA, E. Littoral habitats and communities. In: JØRGENSEN, S.E. & LÖFFLER, H. (Eds.). **Guidelines of lake management. Vol. 3: Lake shore management.** Shiga: ILECF/UNEP, p. 39-71, 1990.

STRAŠKRABA, M. Retention time as a key variable of reservoir limnology. In: TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA, M. (Ed.) **Theoretical reservoir ecology and its applications.** São Carlos: IEE/Backhuys Publishers/ABC, 1999. p. 385-410.

THOMAZ, S.M.; ROBERTO, M.C.; BINI, L.M. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLLER, A.E.A.M.;

AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Maringá: EDUEM, 1997a. p. 73-102.

THOMAZ, S.M.; ROBERTO, M.C.; BINI, L.M. Limnologia do reservatório de Segredo: padrões de variação espacial e temporal. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. (Eds.) **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo.** Maringá: EDUEM, 1997b. p. 19-37.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. Limnologia: enfoques e importância para o manejo de recursos hídricos. **Cadernos da Biodiversidade** v.2, n.1, p. 11-26, 1999.

THORNTON, K.W. Perspectives on reservoir limnology. In: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L.; PAYNE, F.E. (Ed.). **Reservoir limnology: ecological perspectives.** New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 1-13.

TUNDISI, J.G. Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas. In: ____ (Ed.). **Limnologia e manejo de represas.** Vol.1, Tomo 1. S.Carlos: EESC-USP/CRHEA (Série Monografias em Limnologia)., 1988. p. 01-75

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

VANOTTE, R.L. et al. The river continuum concept. **Can.J.Fish.Aquat.Sci.** 37, p. 130-137, 1980.

VAZZOLLER, A.E.A.M. et al., 1993. Comunidades ícticas dominantes na planície de inundação do alto rio Paraná. In: **ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 10, 1992, SÃO PAULO. RESUMOS...** S. Paulo: SBI, 1993. p. 209.

WELCOMME, R.L. River fisheries. **FAO Fish. Tech. Pap.** (262), 1985, 330 p.

YABE, M.J.S.; GIMENEZ, S.M.N. Caracterização físico-química da água da bacia do rio Tibagi. In: In: MEDRI, M.E. *et al.* (Ed.). **A bacia do rio Tibagi.** Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 355-371.

CAPÍTULO 2

**COMPOSIÇÃO, DOMINÂNCIA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA
ICTIOFAUNA EM DOIS RESERVATÓRIOS E UM TRECHO LÓTICO NO
CURSO MÉDIO DO RIO PARANAPANEMA.**

RESUMO

Foi estudada a ictiofauna de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, abrangendo os reservatórios de Salto Grande e Capivara, e o trecho onde hoje estão implantados reservatórios do Complexo Canoas, visando investigar as relações entre os atributos estruturais e dinâmicos das assembléias de peixes e os aspectos morfométricos, hidrológicos e limnológicos. Nas amostras padronizadas foram coletadas 74 espécies. As espécies dominantes foram *Acestrorhynchus lacustris* e *S. insculpta* no reservatório de Salto Grande, cascudos do gênero *Hypostomus* e *Prochilodus lineatus* no segmento lótico e *Plagioscion squamosissimus*, *Steindachnerina insculpta*, *Iheringichthys labrosus* e *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Capivara. As localidades situadas nos reservatórios apresentaram maiores proporções de espécies constantes. Espécies piscívoras, onívoras e detritívoras compuseram a maior porcentagem da biomassa nos reservatórios, enquanto espécies detritívoras predominaram nos ambientes lóticos. Quanto ao comportamento reprodutivo, predominaram as espécies não migratórias, sem cuidado parental, com a maior proporção de migratórias nos ambiente lóticos. A atividade reprodutiva da comunidade foi mais intensa nos meses chuvosos (outubro a março). Os ambientes lóticos apresentaram os maiores valores de diversidade, mas as maiores abundâncias foram registradas nos ambientes lênticos. Não foram verificadas relações significativas entre a estrutura da ictiofauna e as variáveis limnológicas, mas as variáveis morfométricas parecem ter maior influência.

Palavras-chave: Paranapanema, ictiofauna, dominância, estrutura trófica, estrutura reprodutiva.

ABSTRACT

Two reservoirs and a lotic stretch of the medium Paranapanema basin was studied, in order to investigate the relationships among structural and dynamic attributes of fish assemblage and the morphometrical, hydrological and limnological aspects. Standard samples allowed the capture of 74 species of fishes. Dominant species were *Acestrorhynchus lacustris* and *S. insculpta* in Salto Grande reservoir. In lotic stretch the suckermouth catfishes of *Hypostomus* genus and *Prochilodus lineatus* were dominant. In Capivara reservoir the dominant species were *Plagioscion squamosissimus*, *Steindachnerina insculpta*, *Iheringichthys labrosus* and *Pimelodus maculatus*. Sampling sites located in reservoirs presented higher proportion of constant species. Concerning to trophic structure, piscivores, omnivores and detritivores species achieved the most percent of biomass in reservoirs. Detritivores species were predominant in the lotic stretch. About reproductive behavior, it was verified a predominance of non migratory species, without parental care. The larger proportion of migratory species was verified in the lotic stretch. Reproductive activities were most intensive in rainy season, from October to March.. The lotic environments showed highest values of diversity, but in lentic environments there was more abundance. It was not verified significant relationships between fish assemblage structure and limnological variables, but there was evidence of influence of morphometric features.

Key words: Paranapanema, fish fauna, dominance, trophic structure trófica, reproductive structure.

COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE E DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES DA ICTIOFAUNA EM DOIS RESERVATÓRIOS E UM TRECHO LÓTICO NO CURSO MÉDIO DO RIO PARANAPANEMA.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com MENEZES (1996), a bacia do Paraná, Paraguai e Uruguai, contém cerca de 500 espécies conhecidas, o que seria uma estimativa modesta dada a complexidade e peculiaridades ecológicas dos vários, pouco conhecidos e pouco estudados ecossistemas dentro da bacia, mas o Alto Paraná seria menos diversificado, tendo sofrido diversos e severos impactos sobre a ictiofauna. Nesse segmento ocorrem mais de 250 espécies (AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999), sendo que 125 são registradas nos seus diversos reservatórios (AGOSTINHO et al., 1995). Esses autores observam que os levantamentos na bacia são ainda incompletos, e algumas espécies têm sua posição taxonômica ainda polêmica, de modo que é possível ser atingido um total de até 300 espécies na bacia. Os reservatórios são os ambientes predominantes nessa bacia, e as assembléias de peixes que os habitam são consideravelmente alteradas, principalmente quanto à composição e estrutura, pela excessiva proliferação de algumas espécies e depleção ou mesmo extinção local de outras (AGOSTINHO et al., 1992). Isso corrobora a asserção de BÖHLKE et al. (1978), de que a medida mais importante, dentre os estudos da fauna de peixes da América do Sul, é inventariar as áreas que estão em perigo imediato de alteração ambiental.

O conjunto de espécies de uma dada área resulta dos processos de especiação e de colonização; entretanto, fatores contemporâneos podem fazer da assembléia de peixes de um determinado local um subconjunto do estoque total de espécies da área (WOOTTON, 1990). A formação de reservatórios pode ser considerada como um dos mais significativos dentre esses fatores contemporâneos. As assembléias de peixes de reservatórios resultam dos processos de reorganização daquelas que anteriormente ocupavam os segmentos dos rios barrados (WELCOMME, 1985; CASTRO & ARCIFA, 1987; LOWE-McCONNELL, 1987, 1999; ARAUJO LIMA et al., 1995; AGOSTINHO et al., 1999), podendo ocorrer, entretanto, o desaparecimento de algumas dessas espécies e significativas alterações na abundância de outras (AGOSTINHO, 1992). Essas modificações podem ser moduladas pela plasticidade das

estratégias alimentares e reprodutivas de cada espécie em relação ao novo ambiente. Para CASTRO & ARCIFA (1987) as espécies flexíveis, do ponto de vista alimentar, estariam previamente aptas à colonização dos reservatórios. FERNANDO & HOLČÍK (1991) assinalam que o sucesso da colonização da zona lacustre por peixes da fauna original depende da existência prévia, na bacia hidrográfica, de espécies “pré-adaptadas” à ambientes lacustres, mas a bacia do Alto Paraná carece de espécies que realizam todo seu ciclo de vida em habitats lênticos (AGOSTINHO et al., 1999). Quanto ao aspecto reprodutivo, espécies reofílicas tenderiam a buscar afluentes ou o trecho fluvial do reservatório para desova e desenvolvimento das formas jovens, utilizando o trecho lacustre do reservatório como sítio de alimentação (LOWE-McCONNELL, 1987; TORLONI et al., 1986; SATO et al., 1986; AGOSTINHO et al., 1999), enquanto as espécies sedentárias podem crescer rapidamente quando da formação dos reservatórios, tirando proveito das novas condições (LOWE-McCONNELL, 1987).

Diversos autores (BAXTER, 1977; PAIVA, 1983; WELLCOME, 1985; AGOSTINHO, 1992; AGOSTINHO et al., 1992) relacionam, como prováveis efeitos da formação de reservatórios sobre a ictiofauna, os seguintes processos:

- a) O impedimento da migração peixes reofílicos, seja rio acima, para fins reprodutivos, ou rio abaixo, para dispersão de jovens, podendo provocar severa redução dos estoques de peixes desse grupo;
- b) A submersão de áreas sazonalmente inundáveis, causando a perda de sítios de desova, desenvolvimento, alimentação e abrigo de larvas e alevinos.
- c) A alteração do caráter lótico para lêntico, beneficiando espécies de hábitos lacustres, como as pirambebas (*Serrasalmus maculatus* e *S. marginatus*), traíra (*Hoplias aff. malabaricus*), tucunarés (*Cichla* spp.) e corvina (*Plagioscion squamosissimus*), em detrimento das reofílicas.
- d) A instabilidade das regiões litorâneas e dos organismos que nelas vivem e/ou se reproduzem; perdas de desovas em lagoas marginais a jusante de usinas, por variações do nível da água, decorrentes da operação hidráulica das usinas; espécies que nidificam, como os acarás (*Geophagus brasiliensis*, *Cichlasoma paranaense* etc.), podem ter seus ninhos dessecados; organismos bentônicos ou perifíticos, que compõem

a dieta de um grande número de espécies de peixes, também podem ser reduzidos, implicando na restrição de recursos para os peixes que deles se alimentam.

e) A possibilidade de estratificação térmica e química do corpo d'água, reduzindo a disponibilidade de oxigênio e retendo solutos tóxicos (gás sulfídrico, por exemplo) nas camadas inferiores, e restringindo a utilização desses compartimentos pela biota aquática. Esses processos tendem a ocorrer em reservatórios de maior profundidade e tempo de residência.

f) A deterioração da qualidade da água por eutrofização, o que pode incrementar a demanda bioquímica do oxigênio, bem como propiciar o aumento da biomassa de algas e macrófitas aquáticas. Pode causar também aumento das concentrações de substâncias tóxicas, como nitrato, amônio ou gás sulfídrico, ou ainda a ocorrência de cianofíceas com excreção tóxica, como algumas espécies dos gêneros *Anabaena* e *Microcystis*.

g) O incremento do parasitismo sobre peixes devido às alterações de hábitos alimentares ao aumento do número de organismos do zooplâncton, que servem de hospedeiros intermediários.

h) No longo prazo, a possibilidade de ocorrer isolamento populacional, deriva genética e perda de variabilidade genética das populações.

Para PAIVA (1983) os efeitos dos represamentos são mais evidentes na bacia do Alto Paraná, cujos rios, caracterizados por sucessivas quedas e corredeiras, favorecem a ocorrência de espécies reofílicas. Entretanto, esse mesmo autor pondera que a magnitude dos efeitos acima depende de fatores como a fisiografia da bacia hidrográfica, a localização da barragem em relação a essa fisiografia, o tipo de represa e sua operação hidráulica, a vegetação ciliar existente e outros.

A distribuição e abundância da ictiofauna em um curso d'água reflete as influências de fatores bióticos e abióticos (BENNEMANN, 1996). LOWE-McCONNELL (1979) relaciona as flutuações de populações de peixes com as variações sazonais dos aportes de nutrientes, que afetam os peixes através das cadeias alimentares, e com as cheias, que afetam a composição da ictiofauna em decorrência de migrações entre o rio e a planície adjacente. Essa mesma autora assinala que, em reservatórios a

sazonalidade é abrandada, o que favorece as espécies colonizadoras devido à menor variação da disponibilidade de recursos.

As dimensões da bacia hidrográfica e a extensão de seu canal principal podem ser determinantes da riqueza de espécies, existindo uma correlação consistente entre área da bacia e o número de espécies existentes para diversas bacias da América, Europa e Ásia (WELCOMME, 1985). As biocenoses dos rios acompanham as variações ambientais no espaço e no tempo, estando organizadas em forma de sucessão espacial gerada principalmente por processos estocásticos (Ryder & Pesendorfer, 1989, citados por BARRELA et al., 2000), e, na medida em que os ambientes incrementam suas dimensões, tornando-se mais complexos e heterogêneos, propicia a ocupação por novas espécies e o estabelecimento de novas relações ecológicas (BARRELLA, 1997; BARRELLA et al., 2000).

Em função de padrões longitudinais estabelecidos pelo *continuum* rio/reservatório, THORNTON (1990) propõe o estabelecimento de três zonas em reservatórios: a zona fluvial, na qual as características de rio estão ainda presentes, a zona de transição e a zona lacustre, onde predominam características de ambientes lênticos. Em conseqüência, a estrutura da assembléia de peixes, bem como suas variações sazonais, são influenciadas de modo diverso em cada compartimento, estabelecendo-se uma ordenação espacial similar também das assembléias de peixes (AGOSTINHO et al., 1999). Há uma tendência de maior diversidade de espécies, com menor abundância na zona fluvial, e na zona lacustre há uma ordenação vertical, com a zona litorânea sendo mais diversificada e mais produtiva que a zona pelágica e a batipelágica, devido ao aporte de nutrientes e alimentos oriundos das áreas ripárias e à maior estruturação e diversidade de habitats (AGOSTINHO et al., 1999). A magnitude dos impactos que o barramento de rios e a formação de reservatórios provocam sobre as biocenoses aquáticas determina que os responsáveis por esses empreendimentos adotem medidas para conservação. O manejo pesqueiro em reservatórios, ambientes cuja formação tem como componentes inevitáveis diversos impactos sobre a diversidade biológica, deve significar um compromisso ético com a manutenção e recuperação da diversidade, não se restringindo a medidas de incremento da produção pesqueira (AGOSTINHO, 1992). Uma vez que os reservatórios se tornam pontos de convergência de ações antrópicas, as ações de manejo demandam conhecimentos que extrapolam os

limites do ambiente represado (AGOSTINHO, 1992), e devem integrar informações biológicas, ecológicas, sócio-culturais, econômicas e políticas, em decisões que resultem na implementação de medidas para conservar a diversidade biológica e sustentar a exploração pesqueira comercial ou esportiva (AGOSTINHO & GOMES, 1997).

Este estudo foi desenvolvido com os objetivos de investigar as relações entre composição, padrões de variações espaciais e temporais das assembleias de peixes da bacia do médio Paranapanema, abrangendo os reservatórios de Salto Grande e de Capivara, e o trecho onde hoje estão implantados reservatórios do Complexo Canoas, e os aspectos morfométricos, hidrológicos e limnológicos do médio curso do rio Paranapanema, e caracterizar as espécies dominantes na ictiofauna.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas 18 coletas mensais no período de outubro de 1993 a outubro de 1995, nas localidades descritas na TABELA 1, cujas caracterizações em zonas foram estabelecidas *a priori*, tendo caráter indicativo. Foram utilizadas de redes de espera de malhas de três a 16 cm entre-nós, expostas durante períodos de 24 horas e examinadas duas vezes por período, à manhã e à tarde.

TABELA 1. Identificação, coordenadas geográficas e segmento das localidades de coleta utilizadas neste estudo. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

LOCALIDADE	CÓDIGO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ZONA
Pedra Branca	PBR	22° 57' 01" S e 49° 58' 06" W	Fluvial
Barragem de Salto Grande	BSG	22° 54' 19" S e 49° 59' 51" W	Lacustre
Jusante de Salto Grande	JSG	22° 57' 10" S e 50° 31' 10" W	Fluvial
Canoas II	CAII	22° 56' 25" S e 50° 14' 47" W	Fluvial
Canoas I	CAI	22° 57' 10" S e 50° 31' 10" W	Fluvial
Ponte Assis Sertanópolis	PAS	22° 54' 30" S e 50° 47' 20" W	Transição
Rio Tibagi	RTB	22° 51' 42" S e 51° 01' 22" W	Lacustre
Barragem de Capivara	BCP	22° 38' 30" S e 51° 20' 14" W	Lacustre

A partir do conjunto de espécies e exemplares coligidos, foram analisados os seguintes atributos da assembléia de peixes:

2.1 Estrutura da Ictiofauna

Composição taxonômica: verificada através de literatura específica (BRITSKI, 1972; GARAVELLO, 1977; GERY, 1977; GARAVELLO, 1979; GARAVELLO & BRITSTKI, 1987; KULLANDER, 1983; ALBINO, 1987; LANGEANI, 1989).

Frequência das espécies: calculada pela relação entre o número de exemplares coletados por espécie e o número total de exemplares coletados.

Constância: calculada conforme a equação:

$$C = n/N \cdot 100$$

Onde C: valor de constância

n: número de vezes em que a espécie foi coletada

N: número total de coletas

As espécies coletadas são classificadas como ausentes em uma dada localidade quando não são registradas em nenhuma coleta, acidentais (quando ocorrem em menos de 25% das coletas), acessórias (com ocorrência entre 25 e 50% das coletas) e constantes (quando presentes em mais de 50% das coletas).

Captura Por Unidade de Esforço (CPUE): possibilita a obtenção de dados de abundância comparáveis com os obtidos em outros ambientes. É calculada pela relação entre o número e biomassa total amostrados e esforço amostral, conforme a expressão:

$$CPUE = N/A \times 1000$$

Onde N: número ou biomassa total de indivíduos

A: área total das redes de emalhar (esforço amostral)

Dominância: foi calculada segundo Beaumont, (1991, citado por BENEDITO-CECILIO, 1994), através da fórmula:

$$ID = \frac{N_i \cdot P_i}{\sum (N_i \cdot P_i)} \times 100$$

Onde Ni: número de indivíduos

Pi: peso dos indivíduos

Similaridade: calculada através do índice de Jaccard (*in* LUDWIG & REYNOLDS, 1988) e de análise de componentes principais, com base nos valores de dominância das espécies nas diferentes localidades.

Diversidade: expressa pelo índice de Shannon-Wiener (*in* LUDWIG & REYNOLDS, op. cit.):

$$H' = -(\sum ni/N \cdot \ln ni/N)$$

Onde H': índice de diversidade

ni: número de indivíduos da iésima espécie

N: número total de indivíduos

Equitatividade: através do índice de Pielou (*in* LUDWIG & REYNOLDS, 1988):

$$E = H'/\ln(S)$$

Onde E: índice de equitatividade

S: número de espécies da amostra

Riqueza: expressa pelo índice de Margaleff (*in* LUDWIG & REYNOLDS, op.cit.):

$$R = S-1/IN N$$

Onde R: índice de riqueza de espécies

S: número de espécies da amostra

N: número total de indivíduos

2.2 Guildas Tróficas e Reprodutivas

Os hábitos alimentares das espécies foram levantados através de dados de literatura (HAHN et al., 1997, 1998; BENNEMANN et al., 2000, BENNEMANN &

SHIBATTA, 2002), considerando as categorias tróficas utilizadas para peixes do rio Paraná por AGOSTINHO et al. (1997a). A caracterização das espécies nos diferentes grupos reprodutivos foi baseada em dados de literatura (AGOSTINHO et al., 1995; VAZZOLER, 1996; VAZZOLER et al., 1997; AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999).

2.3 Atividade Reprodutiva

A atividade reprodutiva foi caracterizada através dos estádios de maturação gonadal dos exemplares fêmeas das espécies dominantes, classificados conforme VAZZOLER (1996).

Os valores de Relação Gonado-Somática (RGS) das fêmeas foram obtidos através da fórmula:

$$RGS = (Wg/WT) \times 100$$

Onde Wg: peso das gônadas e

Wt: peso total.

A caracterização das espécies nos diferentes grupos reprodutivos foi baseada em dados de literatura (AGOSTINHO et al., 1995; VAZZOLER, 1996; VAZZOLER et al., 1997; AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999).

A atividade reprodutiva foi estabelecida com base no Índice de Atividade Reprodutiva (IAR), proposto por Agostinho et al. (1991, citados por AGOSTINHO et al., 1993), e aplicada para as fêmeas amostradas:

$$IAR = \frac{\ln Ni (ni/\Sigma ni + ni/Ni) RGSi/RGSe}{\ln Nm (nm/\Sigma ni + 1)} \cdot 100$$

Onde Ni: número de indivíduos na unidade amostral i

ni: número de indivíduos em reprodução na unidade amostral i

Nm: número de indivíduos na maior unidade amostral

nm: número de indivíduos em reprodução na unidade amostral com maior n

RGSi: RGS média dos indivíduos em reprodução na unidade amostral i

RGSe: maior valor individual da RGS

De acordo com VAZZOLER (1996), o IAR permite avaliar a atividade reprodutiva dos estratos que compõem a comunidade estudada e avaliar a intensidade reprodutiva da comunidade como um todo.

2.4 Correlações Entre Atributos da Ictiofauna e Aspectos Morfométricos, Hidrológicos e Limnológicos dos Ambientes

As eventuais relações entre a diversidade e abundância da ictiofauna e as características morfométricas, hidrológicas e limnológicas dos ambientes estudados foram investigadas através da elaboração de matrizes de correlações lineares de Pearson.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição da Ictiofauna

Nas amostragens padronizadas foram coletados, ao longo dos dois anos, nas diversas localidades, 15.654 exemplares de peixes, pertencentes a 74 espécies, distribuídas nas ordens Characiformes (sete famílias, 21 gêneros e 35 espécies, sendo uma introduzida), Gymnotiformes (três famílias, quatro gêneros quatro espécies), Siluriformes (oito famílias, 16 gêneros e 26 espécies) e Perciformes (três famílias, sete gêneros e oito espécies, das quais três introduzidas), tendo ocorrido também uma espécie introduzida de Cypriniformes.

Portanto, Characiformes contribuiu com 47,3% das espécies, Gymnotiformes com 5,4%, Siluriformes com 35,1%, Perciformes com 10,8% e Cypriniformes com 1,4%. Essa composição taxonômica evidencia um amplo predomínio dos Otophysi, *taxon* que agrupa as ordens Siluriformes e Characiformes (Figura 1), em concordância com a tendência geral da ictiofauna neotropical (BRITSKI, 1972, 1992; LOWE-MCCONNELL, 1987).

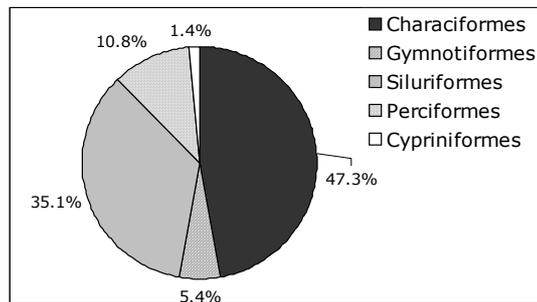


Figura 1. Composição taxonômica da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

Estão relacionadas a seguir as espécies coletadas. Aquelas assinaladas com asteriscos simples (*) foram registradas apenas em amostras não padronizadas, de modo que não foram utilizadas nas análises desenvolvidas neste estudo. As espécies assinaladas com asteriscos duplos (**) são aquelas introduzidas por programas de estocagem ou por escapes acidentais de tanques de piscicultura. No caso específico de *Clarias gariepinus*, trata-se de espécie introduzida mas coletada apenas em amostra não padronizada.

Ordem Characiformes

Família Erythrinidae

Hoplias aff. *malabaricus* (Bloch, 1794)

Família Lebiasinidae

- *Pyrrhulina australe* Eigenmann & Kennedy, 1903

Família Characidae

- *Aphyocharax* cf. *anisitsi* Eigenmann & Kennedy, 1903

Astyanax altiparanae Garutti & Britski, 2000

Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)

Moenkhausia intermedia (Eigenmann, 1908)

Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908

Galeocharax knerii (Steindachner, 1879)

- *Hyphesobrycon* cf. *eques* (Steindachner, 1882)

Metynnis cf. *maculatus* (Kner, 1860)

Myleus tiete Eigenmann & Norris, 1900

Oligosarcus paranensis Menezes & Géry, 1983

Piaractus mesopotamicus Holmberg, 1887

Salminus hilarii Valenciennes, 1829

Salminus brasiliensis Valenciennes, 1840

- *Serrapinnus notomelas* (Eigenmann, 1915)

Serrasalmus maculatus Kner, 1860

** *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829)

Família Acestrorhynchidae

Acestrorhynchus lacustris (Reinhardt, 1847)

Família Anostomidae

Leporellus vittatus (Valenciennes, 1859)

Leporinus amblyrhynchus Garavello & Britski, 1987

Leporinus elongatus Valenciennes, 1849

Leporinus friderici (Bloch, 1794)

Leporinus lacustris Campos, 1945

Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1847)

Leporinus octofasciatus Steindachner, 1817

Leporinus paranensis Garavello & Britski, 1988

Leporinus striatus Kner, 1859

Schizodon altoparanae Garavello & Britski, 1990

Schizodon borellii Boulenger, 1900

Schizodon intermedius Garavello & Britski, 1990

Schizodon nasutus Kner, 1859

Família Prochilodontidae

Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1836)

Família Curimatidae

Cyphocharax modestus (Fernandez-Yepez, 1948)

Cyphocharax nagelii (Steindachner, 1881)

Steindachnerina insculpta (Fernandez-Yepez, 1948)

Família Parodontidae

Apareiodon affinis (Steindachner, 1879)

Apareiodon piracicabae (Eigenmann, 1907)

Parodon tortuosus Eigenmann & Norris, 1900

Ordem Siluriformes

Família Ageneiosidae

Ageneiosus valenciennesi Bleeker, 1864

Família Cetopsidae

- *Pseudocetopsis gobioides* (Kner, 1857)

Família Heptapteridae

- *Heptapterus* sp.

Pimelodella cf. *gracillis* (Valenciennes, 1840)

Rhamdia cf. *quelen* (Quoy & Gaimard, 1824)

Família Pimelodidae

- *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840)

Iheringichthys labrosus (Kröyer, 1874)

Pimelodus maculatus Lacépède, 1803

Pinirampus pirinampu (Spix, 1829)

Pseudoplatystoma corruscans (Agassiz, 1829)

- *Steindachneridion scripta* (Ribeiro, 1918)

Família Pseudopimelodidae

Pseudopimelodus mangurus (Valenciennes, 1840)

Família Clariidae

- ** *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882)

Família Auchenipteridae

Tatia neivai (Ihering, 1930)

Família Doradidae

Rhinodoras dorbignyi (Kröyer, 1855)

Família Callichthyidae

Corydoras aeneus (Gill, 1858)

Família Loricariidae

Hypostomus aff. *ancistroides* (Ihering, 1911)

Hypostomus tietensis (Ihering, 1905)

Hypostomus sp.1

Hypostomus sp.2

Hypostomus sp.3

Hypostomus sp.4

Hypostomus sp.5

Hypostomus sp.6

Hypostomus sp.7

Hypostomus sp.8

Hypostomus sp.9

Loricaria prolixa Isbrücker & Nijssen, 1979

Megalancistrus aculeatus (Perugia, 1891)

Rineloricaria sp.

Rhinelepis aspera Agassiz, 1829

Ordem Gymnotiformes

Família Gymnotidae

Gymnotus carapo Linnaeus, 1758

Família Sternopygidae

Eigenmannia virescens (Valenciennes, 1847)

Sternopygus macrurus (Schneider, 1801)

Família Apterotonidae

Cf. *Porotergus ellisi* Alonso de Arámburu, 1957

Ordem Perciformes

Família Cyprinidae

** *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

Família Cichlidae

** *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)

Cichlasoma paranaense Kullander, 1983

Crenicichla britskii Kullander, 1982

Crenicichla niederleini (Holmberg, 1891)

Crenicichla sp.

Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)

** *Oreochromis niloticus* (Hasselquist, 1757)

Família Sciaenidae

** *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)

Ordem Synbranchiformes

Família Synbranchidae

- *Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795

A ordem Characiformes foi representada no segmento estudado pelas famílias Erythrinidae e Lebiasinidae, com uma espécie cada, Characidae, com 11 gêneros e 13 espécies, Acestrorhynchidae, (uma espécie), Anostomidae (três gêneros e doze espécies), Curimatidae (dois gêneros e três espécies), Prochilodontidae (uma espécie) e Parodontidae (três espécies). *Triporthus angulatus*, da família Characidae, ocorre no Médio Paranapanema em decorrência de programas de estocagem (DIAS, 1995).

A família Anostomidae apresentou três gêneros e o maior número de espécies (13), mas, com exceção de *Schizodon nasutus*, poucas de suas espécies foram abundantes. As famílias Hemiodontidae e Cynodontidae, assinaladas por FUEM-NUPELIA/ITAIPU (1987), BENEDITO-CECÍLIO (1994) e AGOSTINHO et al. (1997b) para o reservatório de Itaipu e para a planície aluvionar do rio Paraná, não foram obtidas no presente estudo. Dessas, apenas Cynodontidae é citada por BRITSKI (1972) para o Estado de São Paulo.

Algumas espécies de Characiformes de maior interesse econômico e de ocorrência na bacia do Alto Paraná não foram coletadas, como *Brycon orbignyanus*, ou foram raras, como *Piaractus mesopotamicus* e *Leporinus elongatus*.

Com relação à ordem dos Siluriformes, foram coletados espécimes das famílias Ageneiosidae, Heptapeteridae, Pimelodidae, Pseudopimelodidae, Auchenipteridae, Doradidae, Callichthyidae e Loricariidae. As famílias Apterontidae e Rhamphichthyidae, assinaladas tanto para o reservatório de Itaipu (FUEM-NUPELIA/ITAIPU, 1987; BENEDITO-CECILIO, 1994) quanto para o Estado de São Paulo (BRITSKI, 1972), não foram encontradas. As famílias Hypophtalmidae, cuja espécie *Hypophtalmus edentatus* colonizou o Alto Paraná após o enchimento de Itaipu (AGOSTINHO et al., 1997b), bem como Trichomycteridae e Aspredinidae, estas registradas por BRITSKI (1972) para o Estado de São Paulo e por Shibatta et al. (2002) para a bacia do rio Tibagi, tampouco foram amostradas na área estudada.

A família Heptapteridae foi representada pelas espécies *Heptapterus* sp., obtida em coletas complementares, *P.* cf. *gracillis* e *R.* cf. *quelen*. A família Pimelodidae foi representada por seis espécies, considerando as coletas complementares a este estudo. Dentre essas espécies, *Pimelodus maculatus* e *Iheringichthys labrosus* foram as mais frequentes. Dentre os grandes bagres dessa família foram coletados, a jusante de Salto Grande, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Pinirampus pirinampu*. A família Pseudopimelodidae foi representada apenas por *P. mangurus*, de ocorrência accidental. A família Auchenipteridae, bem sucedida na colonização do reservatório de Itaipu (AGOSTINHO et al. 1999), teve como única representante no médio Paranapanema *Tatia* cf. *neivae*, que é pouco abundante. As famílias Doradidae e Callichthyidae foram representadas, respectivamente, pelas espécies *R. dorbignyi* e *C. aeneus*. Da família Loricariidae ocorreram 15 espécies.

Siluriformes de grande porte e de interesse econômico como o sorubim *Steindachneridion scripta*, a jurupoca *Hemisorubim platyrhynchus* e o jaú *Zungago zungaro*, não foram amostrados nas coletas padronizadas, ou foram raros, como ocorreu com o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o cascudo preto (*Rhinelepis aspera*).

A ordem Gymnotiformes foi representada pelas famílias Gymnotidae (uma espécie), Sternopygidae (dois gêneros, duas espécies) e Apterontidae (uma espécie).

A carpa (*Cyprinus carpio*), da ordem Cypriniformes, ocorreu em caráter accidental, em decorrência de programas de estocagem de reservatórios, que no passado utilizaram intensivamente essa espécie exótica.

A ordem Perciformes está representada pelas famílias Cichlidae, com cinco gêneros e sete espécies, das quais *Astronotus ocellatus* e *Oreochromis niloticus* são introduzidas, e Sciaenidae, também representada por uma espécie introduzida, *Plagioscion squamosissimus*, que é uma das dominantes no reservatório de Capivara. *P. squamosissimus* parece ser um exemplo de introdução bem sucedida no Alto Paraná, sendo abundante nos reservatórios de Itaipu (BENEDITO-CECILIO, 1994) e Marimbondo (SANTOS et al., 1994), bem como nos reservatórios dos rios Tietê, Grande e Paraná, onde é uma das principais espécies na pesca comercial (TORLONI et al., 1993a, 1993b; CESP, 1996, 1998), embora o custo ecológico dessa introdução não

esteja devidamente avaliado (TORLONI et al., op. cit.; AGOSTINHO et al., 1995; AGOSTINHO et al., 1997b). DIAS (1995) registrou a ocorrência de *Tilapia rendalli* no reservatório de Salto Grande.

3.2 Distribuição e Frequência das Espécies

As espécies mais abundantes no conjunto das localidades foram *S. insculpta* (25,6%), *P. squamosissimus* (10,4%), *I. labrosus* (8,7%); *M. intermedia* (8,1%), *A. altiparanae* (7,5%), *A. lacustris* (6,4%), *P. maculatus* (4,6%), *S. nasutus* (2,9%), *S. maculatus* (2,7%) e *A. affinis* (TABELA 2, Figura 2). Essas espécies compuseram 73,3% da frequência relativa.

TABELA 2. Frequência relativa das espécies da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

Espécie	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
<i>A. altiparanae</i>	9,5	10,8	10,3	14,3	4,2	1,1	11,2	7,5
<i>A. fasciatus</i>	0,3	0,3	0,8	2,3	0,4	0,0	0,1	0,1
<i>M. intermedia</i>	0,0	0,0	2,4	2,9	7,1	11,0	14,5	9,6
<i>B. stramineus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>A. lacustris</i>	18,2	20,5	5,2	7,7	9,9	1,1	1,3	3,5
<i>G. knerii</i>	2,5	2,9	4,7	1,2	0,6	0,0	0,1	0,3
<i>O. paranensis</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. hilarii</i>	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>S. brasiliensis</i>	0,0	0,0	0,3	0,6	0,5	0,1	0,0	0,1
<i>T. angulatus</i>	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,2	0,5	0,4
<i>S. maculatus</i>	7,5	6,5	2,3	4,8	2,2	0,6	1,3	2,8
<i>M. tiete</i>	10,3	7,8	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,2
<i>M. cf. maculatus</i>	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. mesopotamicus</i>	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. insculpta</i>	15,7	15,3	13,7	8,9	29,8	43,1	14,1	25,9
<i>C. modestus</i>	6,5	3,8	0,1	1,0	3,4	0,0	0,0	1,1
<i>C. nagelli</i>	0,3	0,2	1,8	0,0	2,5	0,1	0,0	0,1
<i>A. affinis</i>	1,2	0,8	10,0	2,3	3,7	0,9	1,0	4,2
<i>A. piracicabae</i>	0,7	0,5	0,2	0,0	0,1	0,6	0,0	0,3
<i>P. tortuosus</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>H. aff. malabaricus</i>	3,2	2,3	0,2	0,8	0,2	0,1	0,0	0,4
<i>P. lineatus</i>	0,1	0,5	3,7	8,1	7,3	0,8	0,7	0,9
<i>L. friderici</i>	0,1	0,1	2,9	1,5	2,1	0,8	1,4	1,2
<i>L. obtusidens</i>	0,1	0,0	0,4	0,2	0,0	0,3	0,1	0,1
<i>L. striatus</i>	0,2	0,1	0,5	1,9	0,4	0,0	0,0	0,0
<i>L. lacustris</i>	0,1	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>L. octofasciatus</i>	0,3	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>L. elongatus</i>	0,1	0,2	0,8	1,2	1,7	1,4	1,7	0,5

Continua

TABELA 2 (continuação). Frequência relativa das espécies da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

ESPÉCIE	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
<i>L. amblyrhynchus</i>	0,4	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>L. paranensis</i>	0,3	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1
<i>L. vittatus</i>	0,0	0,0	2,2	0,8	0,1	0,5	0,9	0,5
<i>S. intermedius</i>	0,0	0,0	3,0	3,3	2,3	1,6	1,9	1,3
<i>S. nasutus</i>	2,1	4,0	3,0	3,1	0,9	0,5	1,8	5,7
<i>S. altoaranae</i>	0,0	0,0	4,8	1,2	0,0	0,1	0,4	0,0
<i>S. borellii</i>	0,0	0,0	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,3
<i>A. valenciennesi</i>	3,5	2,1	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>R. dorbignyi</i>	0,0	0,0	1,8	0,0	0,1	1,0	0,6	0,0
Cf. <i>P. ellis</i>	0,1	0,0	0,2	0,6	0,6	0,1	1,4	0,1
<i>E. virescens</i>	0,7	0,5	0,2	0,8	0,1	0,1	0,3	0,0
<i>S. macrurus</i>	1,3	1,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1
<i>G. carapo</i>	1,3	0,9	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0
<i>C. aeneus</i>	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. maculatus</i>	2,3	3,0	1,5	4,8	1,2	6,7	6,8	4,5
<i>Pimelodella</i> sp.	0,3	0,2	0,1	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0
<i>I. labrosus</i>	5,4	5,3	2,3	1,9	3,3	11,8	16,7	7,1
<i>P. corruscans</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>P. pinirampus</i>	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	2,7	2,0	1,9
<i>P. mangurus</i>	0,0	0,0	0,0	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0
<i>Rhamdia</i> cf. <i>quelen</i>	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>T. neivai</i>	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Rineloricaria</i> sp	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>L. prolixa</i>	0,3	0,6	1,1	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0
<i>M. aculeatus</i>	0,2	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>R. aspera</i>	0,0	0,0	0,5	0,2	0,4	0,0	0,1	0,0
<i>Hypostomus</i> sp1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Hypostomus</i> sp2	0,1	0,2	1,6	2,1	0,4	0,0	0,1	0,0
<i>Hypostomus</i> sp3	0,1	0,1	1,5	4,4	1,6	0,0	0,0	0,0
<i>Hypostomus</i> sp4	0,0	0,0	4,7	2,1	1,8	0,0	0,0	0,0
<i>Hypostomus</i> sp5	0,1	0,0	1,7	2,3	0,9	0,0	0,1	0,2
<i>Hypostomus</i> sp6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Hypostomus</i> sp7	0,0	0,0	1,2	1,3	0,4	0,0	0,0	0,0
<i>Hypostomus</i> sp9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Hypostomus</i> sp10	0,0	0,0	0,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0
<i>H. ancistroides</i>	0,1	0,2	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>H. tietensis</i>	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1
<i>Crenicichla</i> sp	1,3	1,9	1,1	1,2	1,1	0,5	0,9	0,5
<i>C. niederleini</i>	0,4	0,7	0,2	0,4	0,4	0,2	0,5	0,1
<i>C. britskii</i>	0,8	1,5	0,0	0,8	0,4	0,2	0,2	0,1
<i>G. brasiliensis</i>	0,7	1,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1

Continua

TABELA 2 (continuação). Frequência relativa das espécies da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

ESPÉCIE	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
<i>O. niloticus</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>A. ocellatus</i>	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>C. paranensis</i>	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. squamosissimus</i>	0,5	0,9	1,2	1,3	3,5	11,4	17,1	18,0
<i>C. carpio</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

A Figura 2 apresenta a distribuição das frequências relativas das espécies numericamente mais abundantes. Observa-se que *S. insculpta* foi a espécie mais frequente em todas as localidades, exceto naquelas do reservatório de Salto Grande (PBR e BSG), onde este posto cabe à *A. lacustris*. A Figura 3 expõe a distribuição de frequências relativas das espécies mais abundantes por localidades, possibilitando comparar essas localidades.

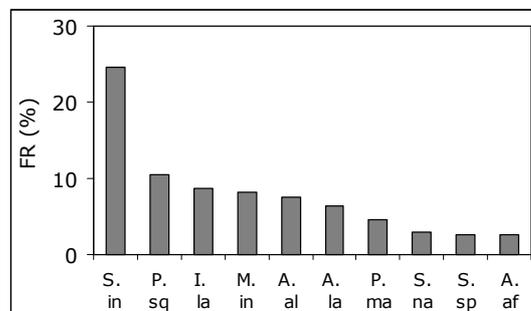


Figura 2. Frequência relativa das espécies da ictiofauna, do conjunto de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. S.in: *S. insculpta*; P.sq: *P. squamosissimus*; I.la: *I. labrosus*; M.in: *M. intermedia*; A.al.: *A. altiparanae*; A.la: *A. lacustris*; P.ma: *P. maculatus*; S.na: *S. nasutus*; S.sp: *S. maculatus*; A.af: *A. affinis*.

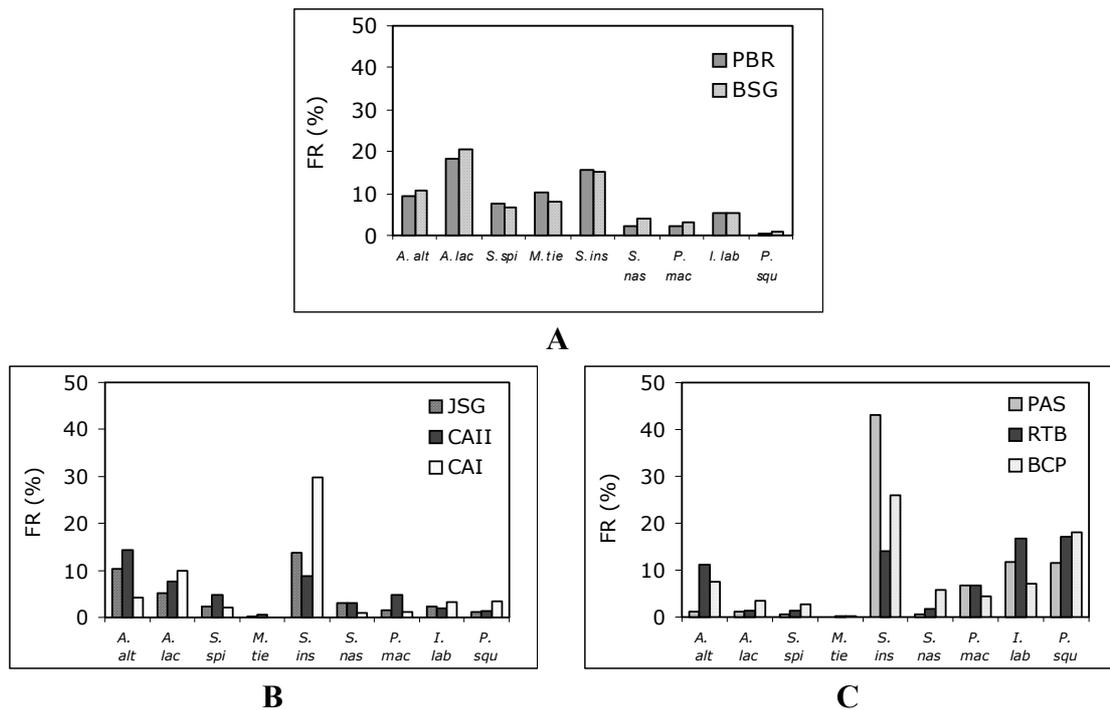


Figura 3. Resultados de distribuição de frequência de espécies, por grupo de localidades (**A:** PBR e BSG = trecho de Salto Grande; **B:** JSG, CAII, CAI = trecho de Canoas; **C:** PAS, RTB e BCP = trecho de Capivara), na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

A espécie *A. altiparanae* ocorreu em todas as localidades, mas apresentou frequência reduzida em PAS. *M. intermedia* não foi registrada em nenhuma coleta no reservatório de Salto Grande, mas apareceu com frequência moderada em Canoas e elevada no reservatório de Capivara. *A. lacustris* foi a espécie mais frequente no reservatório de Salto Grande, mas tem sua frequência significativamente reduzida nas localidades do reservatório de Capivara. Também *S. maculatus* apresentou padrão similar de distribuição de frequência, decrescendo de montante para jusante.

M. tiete foi capturado principalmente no reservatório de Salto Grande, sendo pouco representativo em Canoas e sem registro de captura no reservatório de Capivara.

S. nasutus apresentou frequência de captura maior nos ambientes de reservatório, estando menos representada na região de Canoas. Segundo BENNEMANN et al. (2000) a distribuição dessa espécie em ambientes lênticos está associada à disponibilidade de recursos tróficos, em especial macrófitas aquáticas. *I.*

labrosus apresentou distribuições similares à *S. nasutus*, ocorrendo com maiores frequências nos ambientes de reservatórios.

P. squamosissimus, espécie de introdução recente na bacia do Paranapanema, apresentou um gradiente de distribuição crescente no sentido de Salto Grande a Capivara, sendo uma das espécies mais coletadas neste último reservatório.

De modo geral, as características comuns às espécies mais frequentes, em todo o trecho estudado, é o porte, que varia de pequeno a médio (exceto *P. squamosissimus*, que atinge grande porte), e o comportamento reprodutivo não migratório, (exceto *P. maculatus*). A espécie mais frequente (*S. insculpta*) é detritívora e se alimenta nas regiões litorâneas (BENNEMANN & SHIBATTA, 2002), o que explicaria sua frequência proporcionalmente maior nos ambientes represados, onde essas regiões são mais desenvolvidas.

A maioria das espécies apresentou distribuição em todas as localidades. As espécies *O. paranaense*, *Rhamdia* sp., *Rineloricaria* sp., *A. ocelatus* e *C. paranense* foram coletadas apenas nas localidades a montante da UHE Lucas Nogueira Garcez (Salto Grande). Por outro lado, *M. intermedia*, *T. angulatus*, *L. vittatus*, *S. intermedius*, *S. altoparanae*, *S. Borellii*, *R. d'orbignyi* e *P. pirinampu* ficaram restritos ao trecho a jusante de Salto Grande.

As espécies *L. striatus*, *L. octofasciatus*, *A. valenciennesi*, *Pimelodella* sp., *L. prolixa*, *H. ancistroides* e *M. aculeatus* foram coletadas apenas nas localidades a montante do reservatório de Capivara.

Finalmente, as espécies *B. stramineus*, *S. hilarii*, *S. maxilosus*, *M. cf. maculatus*, *P. mesopotamicus*, *P. corruscans*, *P. mangurus*, *T. neivai* e *R. aspera* foram coletadas somente nas localidades em ambientes lóticos.

3.3 Constância

A constância das espécies nas diferentes localidades está apresentada na TABELA 3. Apenas *A. altiparanae* foi constante em todas as localidades. *S. insculpta*, *S. maculatus* e *S. nasutus* ocorreram em todas as localidades, mas foram espécies acessórias, respectivamente, em JSG, JSG e PAS, e CAII e CAI. *M. intermedia* foi constante em CAI, PAS, RTB e BCP, acessória em JSG e CAII, e ausente em PBR e

BSG, indicando que o Salto Grande, no passado, talvez tenha sido um obstáculo à sua dispersão na bacia.

TABELA 3. Constância das espécies da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995; C: espécie constante; A: espécie acessória; a: espécie acidental. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

Espécie	PBR	BSG	JSG	CII	CI	PAS	TI	BCP
<i>A. altiparanae</i>	C	C	C	C	C	C	C	C
<i>A. fasciatus</i>	A	A	A	a	A	-	A	A
<i>M. intermédia</i>	-	-	a	a	C	C	C	C
<i>B. stramineus</i>	-	-	-	-	A	-	-	-
<i>A. lacustris</i>	C	C	a	C	C	C	A	C
<i>G. knerii</i>	C	C	C	A	A	A	A	C
<i>O. paranensis</i>	A	A	-	-	-	-	-	-
<i>S. hilarii</i>	-	-	A	A	-	A	-	-
<i>S. brasiliensis</i>	-	-	A	A	A	A	-	A
<i>T. angulatus</i>	-	-	A	A	-	A	A	A
<i>S. maculatus</i>	C	C	a	C	C	a	C	C
<i>M. tiete</i>	C	C	A	A	A	A	A	a
<i>M. cf. maculatus</i>	-	-	A	A	-	-	-	-
<i>P. mesopotamicus</i>	A	-	A	-	-	-	-	-
<i>S. insculpta</i>	C	C	a	C	C	C	C	C
<i>C. nagelli</i>	A	-	a	-	a	A	-	A
<i>C. modestus</i>	C	A	A	A	a	A	-	a
<i>A. affinis</i>	A	A	C	A	a	a	C	C
<i>A. piracicabae</i>	A	A	A	-	A	A	A	A
<i>P. tortuosus</i>	-	-	-	A	-	-	-	-
<i>H. malabaricus</i>	C	a	-	A	A	A	A	A
<i>P. lineatus</i>	A	a	C	a	a	A	a	A
<i>L. friderici</i>	A	A	C	a	C	a	C	C
<i>L. obtusidens</i>	A	-	A	A	-	A	A	A
<i>L. striatus</i>	A	-	A	A	A	A	A	A
<i>L. lacustris</i>	A	A	-	A	-	-	-	A
<i>L. octofasciatus</i>	A	A	A	-	A	-	A	-
<i>L. elongatus</i>	A	A	a	A	a	C	a	C
<i>L. amblyrhynchus</i>	A	-	A	-	-	-	-	A
<i>L. paranensis</i>	A	A	-	-	A	A	-	A
<i>L. vittatus</i>	-	-	A	A	A	a	a	a
<i>S. nasutus</i>	C	C	C	a	a	C	C	C
<i>S. intermedius</i>	-	-	C	C	a	C	a	C
<i>S. altoparanae</i>	-	-	a	A	-	A	A	-
<i>S. borellii</i>	-	-	A	A	A	A	A	A
<i>A. valenciennesi</i>	C	A	C	A	A	-	-	-
<i>R. dorbgnyi</i>	-	-	A	-	A	a	a	-

Continua

TABELA 3 (Continuação). Freqüência relativa das espécies da ictiofauna de oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

Espécie	PBR	BSG	JSG	CII	CI	PAS	TI	BCP
<i>Cf. P. Ellis</i>	A	-	A	A	a	A	C	A
<i>E. virescens</i>	C	A	A	A	A	A	A	-
<i>S. macrurus</i>	C	a	A	A	A	-	A	A
<i>G. carapo</i>	a	A	-	-	a	A	-	-
<i>C. aeneus</i>	A	A	-	-	-	-	-	-
<i>P. maculatus</i>	C	C	a	C	a	C	C	C
<i>Pimelodella cf. gracillis</i>	A	A	A	A	A	-	-	-
<i>I. labrosus</i>	C	C	a	a	C	C	C	C
<i>P. corruscans</i>	-	-	-	A	A	A	-	-
<i>P. pirinampu</i>	-	-	A	A	A	C	C	C
<i>P. mangurus</i>	-	-	-	A	A	-	-	-
<i>Rhamdia cf. quelen</i>	-	A	-	-	-	-	-	-
<i>Tatia neivae</i>	-	A	A	-	-	-	-	-
<i>Rineloricaria sp.</i>	A	A	-	-	-	-	-	-
<i>L. prolixa</i>	A	A	a	A	A	-	-	-
<i>M. aculeatus</i>	A	-	A	A	A	-	-	-
<i>R. áspera</i>	-	-	A	A	A	A	A	-
<i>Hypostomus sp 1</i>	-	-	A	A	-	-	-	-
<i>Hypostomus sp 2</i>	A	A	a	a	a	A	A	A
<i>Hypostomus sp 3</i>	A	A	A	a	a	-	-	-
<i>Hypostomus sp 4</i>	-	-	a	A	A	A	-	-
<i>Hypostomus sp 5</i>	A	-	A	a	a	-	A	a
<i>Hypostomus sp 6</i>	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Hypostomus sp 7</i>	-	-	a	A	A	-	-	-
<i>Hypostomus sp 8</i>	-	-	A	-	A	-	-	-
<i>Hypostomus sp 9</i>	-	-	A	A	A	-	-	-
<i>H. ancistroides</i>	A	A	A	-	A	-	A	A
<i>H. tietensis</i>	-	A	A	A	A	-	-	A
<i>Crenicichla sp</i>	C	C	a	A	a	a	C	C
<i>C. niederleini</i>	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>C. britskii</i>	C	C	-	A	A	A	A	A
<i>G. brasiliensis</i>	a	C	A	-	A	-	-	A
<i>O. niloticus</i>	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>A. ocelatus</i>	A	A	-	-	-	-	-	-
<i>C. paranense</i>	a	A	-	-	-	-	-	A
<i>P. squamosissimus</i>	A	-	a	A	C	C	C	C
<i>C. carpio</i>	-	A	-	-	-	-	-	-

As localidades apresentaram diferenças quanto à quantidade e proporção de espécies constantes (TABELA 4, Figura 4): PBR apresenta 14 (29,2% do total), BSG tem 13 (28,9%), JSG tem 8 (13,6%), CAII mostra 6 (11,5%), CAI tem 7 (13,0%), PAS

conta com 11 (26,8%), RTB tem 12 (31,6%) e BCP apresenta 14 (33,3%). Observou-se que as localidades de ambientes lóticos mostraram uma porcentagem menor de espécies constantes. É possível que esse fenômeno esteja associado à menor complexidade estrutural dos ambientes lênticos, favorecendo sua colonização por espécies residentes.

TABELA 4. Porcentagem de espécies constantes e acessórias por localidade do curso médio da bacia do Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

Localidade	Constantes	Acessórias	% Constantes	% Acessórias
PBR	14	3	29.2	6.3
BSG	13	4	28.9	8.9
JSG	8	13	13.6	22.0
CAII	6	9	11.5	17.3
CAI	7	15	13.0	27.8
PAS	11	5	26.8	12.2
RTB	12	7	31.6	18.4
BCP	14	6	33.3	14.3

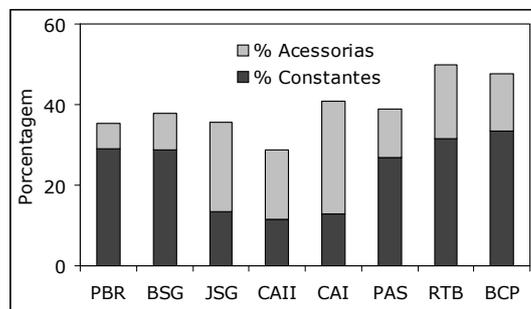


Figura 4: Porcentagem de espécies constantes e acessórias do conjunto de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

3.4 Espécies Dominantes

As espécies dominantes nas localidades do reservatório de Salto Grande (PBR e BSG) são *A. lacustris* e *S. insculpta* (Figura 5). Nas localidades situadas no trecho lótico (JSG, CAII e CAI), os cascudos do gênero *Hypostomus* e *P. lineatus* são dominantes (Figura 6), enquanto nas localidades do reservatório de Capivara dominam *P. squamosissimus*, *S. insculpta*, *I. labrosus* e *P. maculatus* (Figura 7).

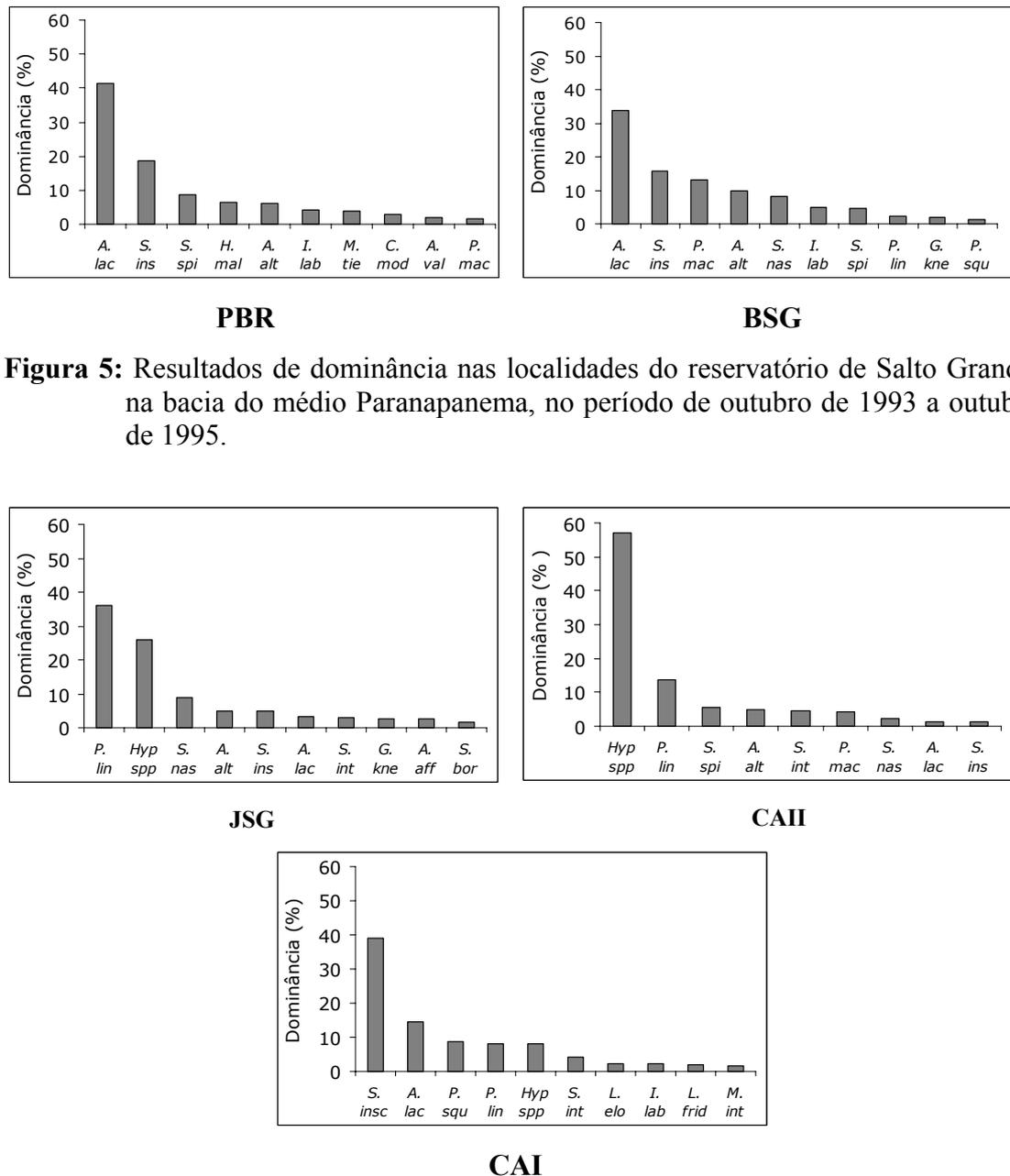


Figura 5: Resultados de dominância nas localidades do reservatório de Salto Grande, na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

Figura 6: Resultados de dominância nas localidades do trecho lótico do médio rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

Observa-se que espécies carnívoras predominaram nos ambientes de reservatórios, e iliófagas-detrítivas nos ambientes lóticos. Nesses ambientes corre também a dominância de *P. lineatus*, espécie migratória de grande porte, enquanto nos demais ambientes as espécies dominantes, exceto *P. maculatus*, apresentam hábito reprodutivo não migratório.

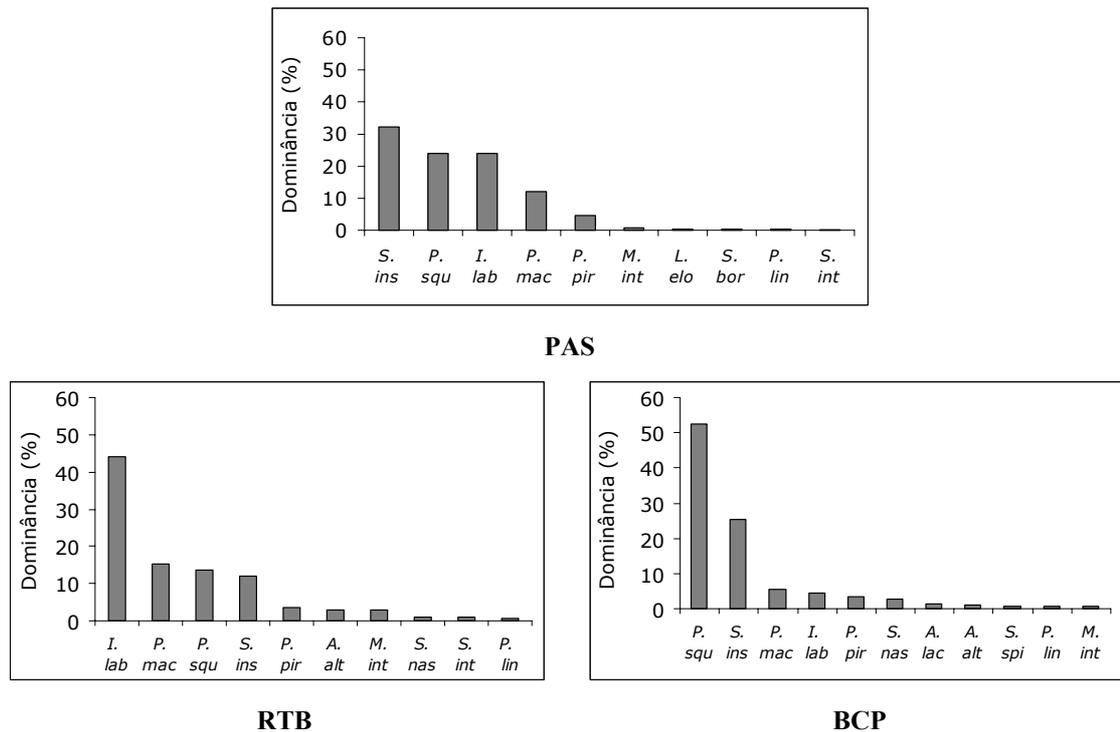


Figura 7: Resultados de dominância nas localidades do reservatório de Capivara, na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

3.5 Similaridade

Os resultados de similaridade ictiofaunística, com base no índice de Jaccard, apresentados na TABELA 5, demonstraram que a maior similaridade se estabeleceu entre as localidades PBR e BSG, com similaridade de 79,2%, seguido do conjunto JSG e CAI (72,7%). Os menores valores de similaridade foram observados entre PAS e BSG (39,7%) e BSG e RTB (41,1%). Para AGOSTINHO et al. (1997b), o grau de similaridade entre ambientes depende da conectividade entre eles. Nesse sentido, a baixa similaridade entre a localidade do reservatório de Salto Grande (BSG) e as do reservatório de Capivara (PAS e RTB) deve decorrer da barreira geográfica estabelecida, no passado, pela cachoeira do Salto Grande, e, no presente, pela UHE Lucas Nogueira Garcez.

TABELA 5. Similaridade entre locais de coleta nos reservatórios de Salto Grande e Capivara e no trecho do Complexo Canoas, obtidos no período de 1993 a 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB
BSG	79,2	-	-	-	-	-	-
JSG	47,8	45,6	-	-	-	-	-
CAII	53,3	50,8	69,4	-	-	-	-
CAI	46,9	44,7	72,6	66,7	-	-	-
PAS	44,6	39,7	54,1	67,3	58,9	-	-
RTB	43,6	41,1	61,4	63,5	58,2	54,2	-
BCP	53,7	45,6	57,4	64,8	56,9	62,5	68,9

Com base nas espécies dominantes em cada localidade, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (Figura 8), que evidenciou três grupos de localidades, sendo um grupo formado pelas localidades do reservatório de Capivara, outro pelas localidades do reservatório de Salto Grande (PBR e BSG), mais uma localidade do trecho lótico (CAII), e um terceiro pelas demais localidades do trecho lótico (JSG e CAI).

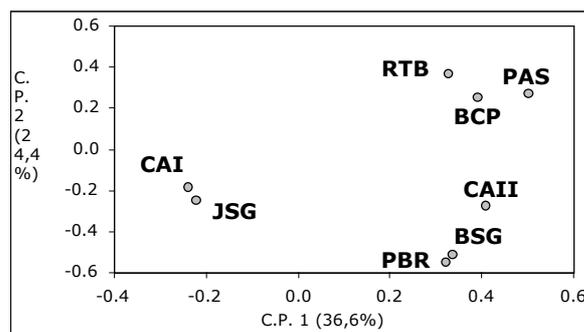


Figura 8: Análise de Componentes Principais, com base nas espécies dominantes, entre oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

3.6 Guildas Tróficas e Reprodutivas

Conforme se observa na TABELA 6 e Figura 9A, foi constatada uma maior proporção, em biomassa, de espécies piscívoras nas localidades dos reservatórios de Salto Grande (PBR e BSG) e de Capivara (PAS, RTB e BCP), enquanto no trecho

lótico (localidades JSG, CAII e CAI) ocorreu maior proporção de detritívoros. Essa participação dos detritívoros no trecho lótico está associada principalmente à dominância das espécies *P. lineatus*, *S. insculpta* e cascudos do gênero *Hypostomus*, que foram abundantes nesse trecho (Figura 6). As localidades BCP e PBR apresentaram a maior participação de piscívoros. Isso ocorreu, na primeira localidade, pela dominância de *A. lacustris*, e na segunda, pela contribuição de *P. squamosissimus*. Na localidade PAS, zona de transição do reservatório de Capivara, além de *P. squamosissimus*, também a ocorrência de *P. pirinampu* contribuiu para a significativa participação dos piscívoros na biomassa. Essa condição de predomínio de espécies piscívoras em reservatórios brasileiros parece ser generalizada (SANTOS et al., 1994; DIAS, 1995; ARAÚJO-LIMA et al., 1995; DIAS & GARAVELLO, 1998), bem como a tendência das assembléias de peixes em reservatórios se sustentarem a partir de recursos autóctones (ARAÚJO-LIMA et al., 1995).

A participação dos bentófagos, representados principalmente nas localidades dos reservatórios de Salto Grande e Capivara, se dá através de *I. labrosus*. Embora BENNEMANN & SHIBATTA (2002) considerem essa espécie como onívora, alimentando-se principalmente de insetos, foi adotada aqui a classificação de HAHN et al. (1997) e AGOSTINHO et al. (1997a).

Recursos tróficos associados ao sedimento (detritos e organismos bentônicos) foram a principal base da cadeia alimentar no trecho lótico, caracterizando a origem dos recursos, nesse trecho, como essencialmente aquática, *sensu* AGOSTINHO et al. (1997a). Essa característica também pode ser atribuída às localidades dos reservatórios, onde há predominância de espécies piscívoras. Espécies herbívoras tiveram uma contribuição relativamente homogênea em todas as localidades, principalmente pela participação das espécies do gênero *Schizodon*.

TABELA 6. Contribuição dos peixes de diferentes hábitos alimentares à biomassa da ictiofauna das localidades do curso médio da bacia do Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. N.I.: não identificado. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
N.I.	5,8	3,5	2,0	4,1	2,7	1,1	2,6	0,9
Bentófago	5,2	5,2	0,8	2,0	2,5	14,3	18,5	6,2
Detritívoro	16,5	26,2	55,0	39,7	35,5	16,2	13,0	19,0
Herbívoros	8,7	12,1	15,6	13,4	12,1	8,6	10,4	8,6
Insetívoro	3,2	2,4	0,4	1,0	1,4	0,2	0,6	0,2
Onívoro	13,3	22,6	13,1	11,8	18,3	21,9	27,1	14,1
Piscívoro	47,3	28,0	13,1	27,9	27,4	37,7	27,9	50,8

Com relação ao comportamento reprodutivo (TABELA 7, Figura 9B), as espécies não migratórias e sem cuidados parentais apresentaram maior participação nos reservatórios e mesmo nos ambientes lóticos, exceto JSG, onde a abundância de *P. lineatus* determinou uma maior participação das espécies migratórias na biomassa. No reservatório de Salto Grande as espécies que mais contribuíram para a participação das migratórias na biomassa foram *P. maculatus* e *P. lineatus*. Em CAII é a ocorrência de *P. lineatus* e *P. corruscans* que contribui para essa composição, enquanto no reservatório de Capivara as espécies migratórias estão representadas basicamente por *P. maculatus* e *P. pirinampu*. As espécies não migratórias, sem cuidados parentais, são representadas principalmente por *S. insculpta*, com ocorrência em todos os ambientes, *A. lacustris* no reservatório de Salto Grande e *I. labrosus* e *P. squamosissimus* no reservatório de Capivara.

TABELA 7. Contribuição dos diferentes comportamentos reprodutivos à biomassa da ictiofauna das localidades do curso médio da bacia do Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. MSCP: espécies migratórias, sem cuidado parental; NMSP: não migratórias, sem cuidado parental; NMCP: não migratório, com cuidado parental; N.I.: FI: fecundação interna; NI: não identificado. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
MSCP	10.7	33.2	50.2	36.2	31.7	37.7	34.9	32.1

Continua

TABELA 7. (Continuação) Contribuição dos diferentes comportamentos reprodutivos à biomassa da ictiofauna das localidades do curso médio da bacia do Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. MSCP: espécies migratórias, sem cuidado parental; NMSP: não migratórias, sem cuidado parental; NMCP: não migratório, com cuidado parental; N.I.: FI: fecundação interna; NI: não identificado. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	PBR	BSG	JSG	CAII	CAI	PAS	RTB	BCP
NMSP	54.0	47.5	33.5	29.7	50.2	59.9	59.7	61.9
NMCP	27.9	18.4	14.9	31.4	14.6	2.0	3.8	5.6
FI	3.4	0.1	0.8	1.9	0.1	0.0	0.0	0.0
NI	4.0	0.8	0.6	0.9	3.3	0.4	1.5	0.4

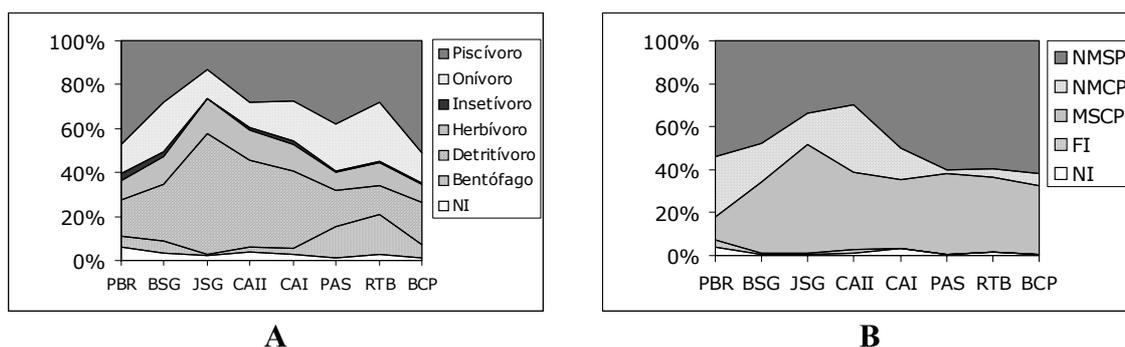


Figura 9: Proporção, em biomassa, entre hábitos alimentares (A), e comportamentos reprodutivos (B) na assembléia de peixes de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. NMSP: espécies não migratórias, sem cuidado parental; NMCP: não migratórias, com cuidado parental; MSCP: migratórias, sem cuidado parental; FI: fecundação interna; NI: hábito alimentar ou comportamento reprodutivo não identificado.

Com relação à atividade reprodutiva da assembléia de peixes, cujos resultados estão expostos na TABELA 8, verificou-se que as maiores intensidades foram nos trimestres quentes (outubro, novembro e dezembro, e janeiro, fevereiro e março). Constatou-se também que essa atividade foi menor no ano de 1995, em relação aos anos anteriores (Figuras 10, 11 e 12), salvo para as espécies migratórias, cuja atividade reprodutiva foi mais intensa no final do ano de 1995 (TABELA 9, Figura 13).

TABELA 8. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléia de peixes de oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	OND 93	JFM 94	AMJ 94	JAS 94	OND 94	JFM 95	AMJ 95	JAS 95	OND 95
PBR	15,0	2,8	-	2,3	8,1	0,5	0,2	6,4	10,5
BSG	5,9	5,4	-	0,0	10,7	-	0,0	6,1	7,0
JSG	9,8	2,4	-	3,9	22,5	3,8	0,0	5,3	11,5
CAII	9,8	20,8	-	5,4	15,0	0,0	0,0	9,0	9,3
CAI	16,3	3,9	-	6,5	14,7	-	0,0	2,8	-
PAS	10,8	2,0	-	1,2	13,8	8,7	0,3	2,2	2,9
RTB	15,0	1,5	-	0,0	8,3	4,4	0,0	1,5	2,0
BCP	19,6	1,3	-	2,1	19,3	3,1	0,0	4,8	8,1

A atividade reprodutiva dos peixes é caracteristicamente cíclica (SCOTT, 1979), e está sincronizada com as mudanças das condições ambientais ao longo do ano, de modo que as desovas ocorram quando essas condições forem as mais favoráveis para a sobrevivência e desenvolvimento da prole (BYE, 1984; WOOTON, 1990; VAZZOLER, 1996). Se em altas latitudes as principais mudanças das condições ambientais são a temperatura e o fotoperíodo (WOOTON, 1990), em ambientes tropicais as variações de nível fluviométrico têm um papel crucial na reprodução (WELCOMME, 1985; LOWE-MCCONNELL, 1979, 1987; VAZZOLER, 1992; VAZZOLER & MENEZES, 1992; VAZZOLER et al., 1993, VAZZOLER et al., 1997). Entretanto, a regulação hidrológica imposta pela cascata de reservatórios pode afetar de forma adversa esse processo, pois modifica o período, a intensidade e a duração das cheias, reduz a disponibilidade de nutrientes e afeta a conectividade entre o rio e suas lagoas marginais (VAZZOLER & MENEZES, 1992.; AGOSTINHO et al., 1993), podendo se refletir em perda de diversidade nos segmentos de jusante (GEHRKE et al., 1995).

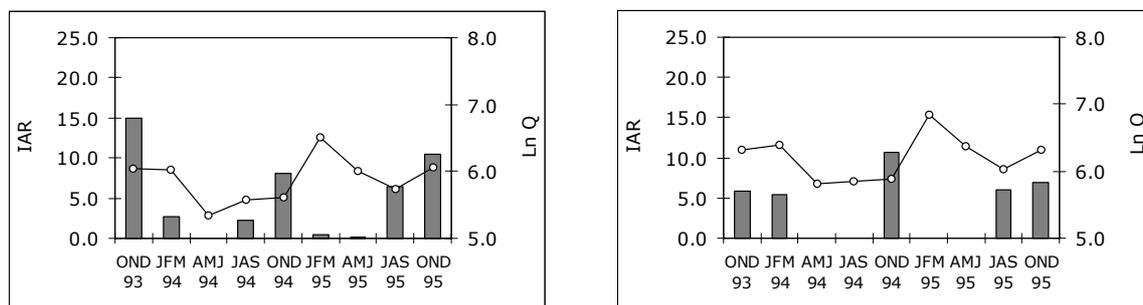
**PBR****BSG**

Figura 10: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléia de peixes e logaritmo natural da vazão média mensal (Q) nas localidades do reservatório de Salto Grande, bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

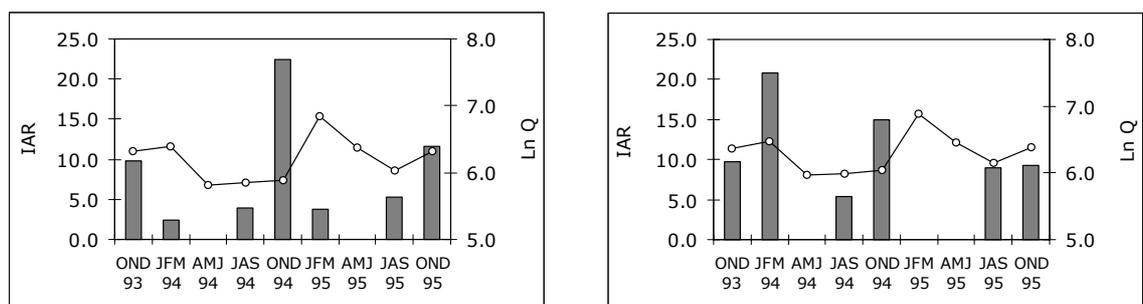
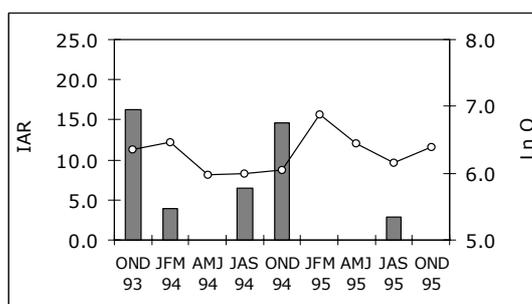
**JSG****CAII****CAI**

Figura 11: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléia de peixes e logaritmo natural da vazão média mensal (Q) nas localidades do segmento lótico do médio rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

A ocorrência de atividade reprodutiva foi de moderada (PBR e RTB) a muito intensa (JSG) no ano de 1994, quando não ocorreram condições hidrológicas

favoráveis, devido à ausência de cheia. Essa situação foi coerente com a descrita para a planície aluvionar do rio Paraná, no período de 1986 a 1989, quando foi constatada intensidade reprodutiva elevada, a despeito da pouca intensidade da cheia, o que permite supor que um maior esforço reprodutivo da comunidade significa uma resposta a uma condição hidrológica pouco favorável, que propiciaria uma maior mortalidade nas fases iniciais de desenvolvimento, em virtude da menor disponibilidade de alimentos e de abrigos (VAZZOLER et al., 1993; VAZZOLER, 1996).

De modo geral, observou-se uma tendência de maior atividade reprodutiva no início dos períodos de cheia (Figuras 10 a 13), a despeito de não terem sido verificadas correlações entre vazão e IAR. Essa ausência de correlação pode ser creditada a fatores como defasagens temporais entre maturação gonadal e ocorrência das cheias, ou ainda à existência de relações não lineares entre esses processos.

Comparando os valores do IAR entre localidades, verificou-se que, no período de outubro entre 93 e março de 94, a atividade reprodutiva chegou a muito intensa ($IAR > 20,0$) na localidade CAII, intensa ($10,0 < IAR < 20,0$) em PBR, CAI, PAS, RTB e BCP e moderada ($5,0 < IAR < 10,0$) em BSG e JSG. No período entre outubro de 1994 e março de 1995, a atividade reprodutiva foi muito intensa em JSG, intensa em BSG, CAII, CAI, PAS e BCP e moderada em PBR e RTB. Em outubro de 1995, a atividade reprodutiva foi intensa em PBR e JSG, moderada em BSG, CAII e BCP e incipiente em PAS e RTB, não tendo sido constatadas fêmeas de qualquer espécie em reprodução na localidade CAI.

Considerando o IAR do estrato das espécies migratórias, observou-se que no período entre outubro de 1993 e março de 1994 a atividade reprodutiva foi intensa no reservatório de Salto Grande, incipiente no trecho lótico e nula no reservatório de Capivara. Ao contrário, no período de outubro de 1994 a março de 1995, essa atividade chegou a intensa no reservatório de Capivara, mas não ocorreu no reservatório de Salto Grande e no trecho lótico. Finalmente, em outubro de 1995, a atividade reprodutiva foi novamente intensa no reservatório de Salto Grande, intensa no trecho lótico e nula no reservatório de Capivara.

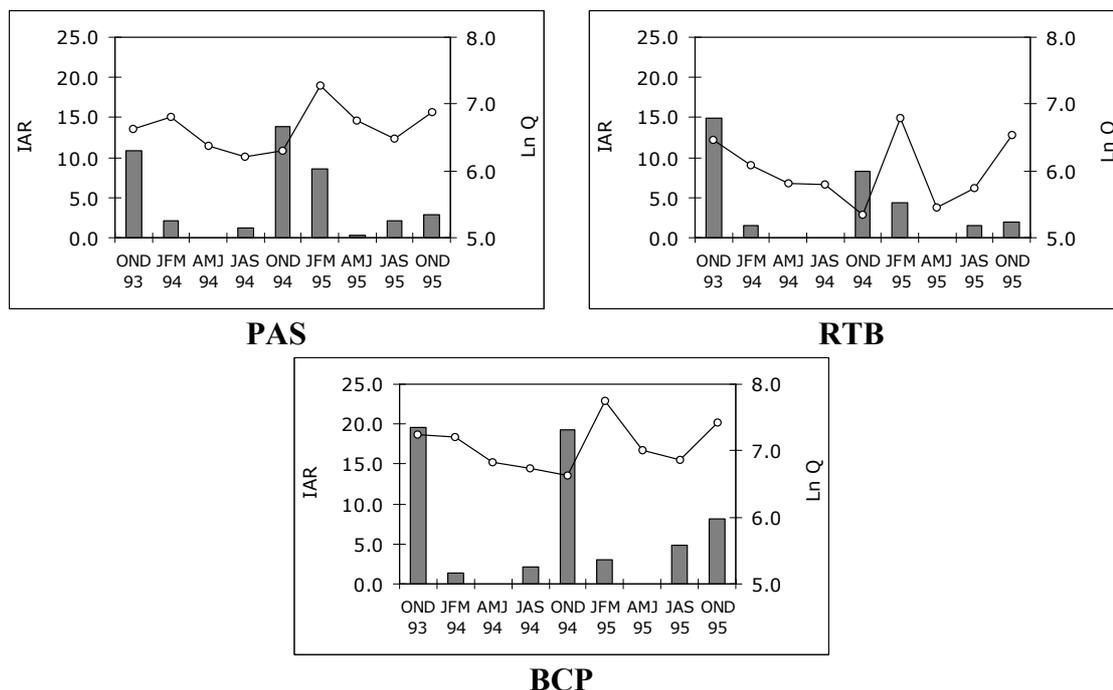


Figura 12: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) da assembléa de peixes e logaritmo natural da vazão média mensal (Q) nas localidades do reservatório de Capivara, bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

TABELA 9. Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) das espécies migratórias na bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

	OND 93		AMJ 94			OND 94		JAS 95		OND 95
	OND 93	JFM 94	94	JAS 94	OND 94	JFM 95	AMJ 95	JAS 95	95	
S. Grande	18,8	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0	18,6	
Canoas	2,8	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9	
Capivara	1,8	0,0	-	0,0	4,0	10,7	0,0	0,0	1,5	

Embora não exista um tamanho amostral adequado para confirmação, delineou-se uma tendência de redução da atividade reprodutiva das espécies migratórias em anos com cheias menos intensas, como foi o caso de 1994, e incremento dessa atividade nos anos com cheias mais significativas.

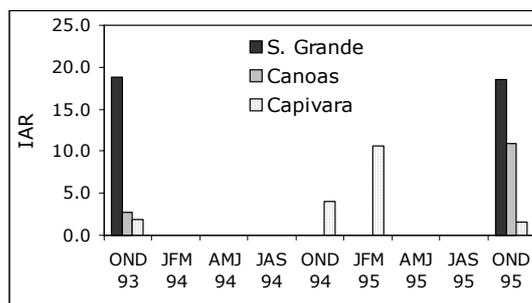


Figura 13: Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) das espécies migratórias, nas localidades do reservatório de Capivara, bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

3.7 Estrutura da Comunidade

O número de espécies, abundância numérica (em CPUEn), e os índices de diversidade, equitatividade e riqueza de cada localidade, que descrevem a estrutura das comunidades estudadas, estão apresentados na TABELA 10 e nas Figuras 14 e 15.

TABELA 10. Número de espécies (S), número de exemplares (N), índices de diversidade (H'), equitatividade (E) e riqueza (R), e captura por unidade de esforço (CPUEn) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

	PBR	BSG	JSG	CII	CI	PAS	TI	BCP
S	48	45	59	52	54	41	38	42
N	1576	1199	1007	519	1390	3329	2772	3669
H'	2,76	2,69	3,29	3,32	2,85	2,05	2,13	2,48
E	0,71	0,71	0,81	0,84	0,72	0,55	0,59	0,66
R	6,38	6,21	8,39	8,16	7,32	4,93	4,67	5,00
CPUE_n	238,88	182,50	155,51	80,11	216,98	291,70	225,74	294,70

Ocorreu um número maior de espécies nas localidades em ambientes lóticos (Figura 12A), mas há uma inversão dessa tendência com relação à abundância (Figura 12B). Uma situação similar foi constatada no rio Tibagi, PR, onde também há uma diminuição de diversidade dos ambientes lênticos para os lóticos (BENNEMANN et al., 1995). No reservatório de Jurumirim, no alto Paranapanema, CARVALHO & SILVA (1999) constataram maiores valores de diversidade específica e de abundância nos ambientes de transição, em relação à zona lacustre. Para KIMMEL et al. (1990), a

zona de transição tende a ser a região mais fértil em reservatórios, pois na zona fluvial, embora exista disponibilidade de nutrientes, a turbidez é limitante para a produção primária, e na zona lacustre a turbidez é atenuada, mas há baixas concentrações de nutrientes dissolvidos.

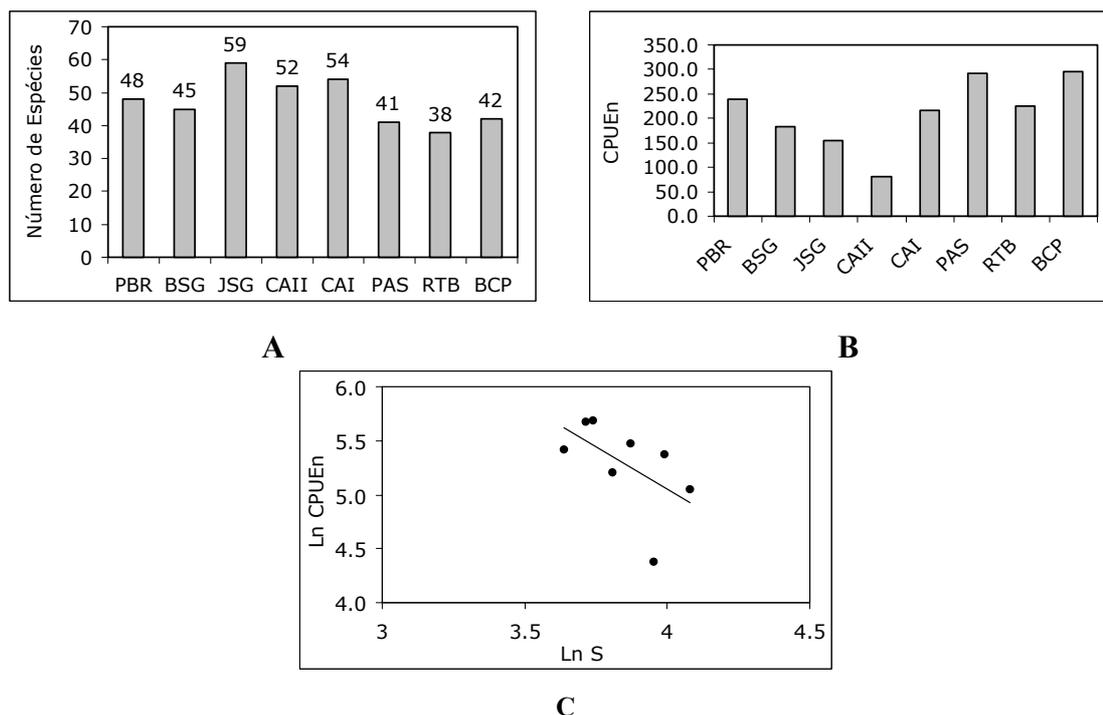


Figura 14. Número de espécies (A); Captura Por Unidade de Esforço (CPUE), em número (B); correlação (Pearson) entre os logaritmos naturais da CPUE e do número de espécies (S) por local de coleta (C) em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

Foi observada uma tendência de relação negativa entre número de espécies e abundância ($r = -0,56$, $p = 0,14$), apresentada na Figura 14C. Também os valores de diversidade foram mais elevados nos ambientes lóticos (Figura 13A), e se constatou correlação negativa entre os resultados de diversidade e abundância ($r = -0,75$, $p = 0,03$), conforme apresentado na Figura 13B. Essa correlação é discordante dos resultados obtidos por AGOSTINHO et al. (1997c) para o reservatório de Segredo, onde abundância e diversidade se correlacionaram positivamente. Para aqueles autores, a correlação obtida foi coerente com a hipótese de produtividade/diversidade (Pianka, 1996, citado por AGOSTINHO et al., 1997c). Essa hipótese considera que maiores valores de biomassa podem sustentar maiores diversidades de espécies. Deve-se

ponderar, entretanto, que o estudo em apreço foi desenvolvido nos primeiros meses após a formação do reservatório de Segredo, período em que espécies penalizadas pelas alterações ambientais ainda podem estar coexistindo com espécies favorecidas, e, portanto, em rápido crescimento populacional.

A correlação negativa entre diversidade e abundância, verificada no médio Paranapanema, onde os reservatórios têm várias décadas de formação, pode caracterizar sistemas em estresse (ODUM, 1985), situação na qual tendências características de fases iniciais da sucessão ecológica, como o predomínio de espécies de porte pequeno, com ciclo de vida curto, e ocorrência de menor número de espécies, no aspecto estrutural, e maior produtividade líquida, no aspecto energético, persistem ao longo do tempo, não evoluindo para estágios serais mais avançados. A evolução de estágios serais implicaria em aumento da diversidade, adição de espécies de maior porte e ciclo de vida longo, e redução da produtividade líquida (ODUM, 1983).

Em reservatórios de acumulação, como o de Capivara, ocorrem significativas variações do nível da água, em função da operação hidráulica, gerando expansões e retrações periódicas do sistema, o que poderia propiciar uma situação de estresse ambiental.

Os trechos lóticos contemplados nesse estudo são afetados pela regulação de vazão e retenção de nutrientes pela cascata de reservatórios a montante. Isso diminui as variações ambientais propiciadas pelos pulsos de inundação, e, conseqüentemente, pode reduzir a complexidade estrutural e funcional dos habitats a jusante, implicando também na perda de diversidade. De acordo com AGOSTINHO et al. (1999), perturbações não-cíclicas e de grande escala, relacionadas com a operação de reservatórios, contribuem para a instabilidade da estrutura da comunidade, redução da diversidade de espécies e do tamanho dos estoques.

Em outra linha de raciocínio, pode-se considerar a hipótese de perturbação intermediária (Connell, 1978, citado por BEGON et al., 1988), que propõe que níveis intermediários de perturbações propiciam diversidade elevada, pois favorecem a invasão do espaço por outras espécies, enquanto perturbações frequentes estabelecem sucessão cíclica, mantendo a comunidade em estágios iniciais de sucessão, com baixa diversidade, mesmo que com grande abundância. Se a freqüência de

perturbações for muito baixa, a maior parte da comunidade tenderá a se aproximar do estágio clímax, permanecendo em um estado no qual a exclusão competitiva pode reduzir a diversidade. As variações sazonais do ciclo hidrológico, mesmo que sob efeito da regulação pelos reservatórios, poderiam ter o caráter de perturbações frequentes.

De acordo com VIEIRA & VERANI (2000), as interações populacionais também podem afetar a diversidade, pois espécies-chave predadoras podem restringir o crescimento populacional de espécies potencialmente dominantes, evitando a exclusão competitiva. Essa situação é relatada por PAINÉ (1966) para comunidades de invertebrados costeiros e por JANZEN (1980) para interações entre fauna e flora em florestas tropicais, parecendo tratar-se, portanto, de uma tendência generalizada.

Segundo WELCOMME (1985), quando não há descontinuidades, como grandes quedas d'água, o aumento da diversidade ao longo dos rios se dá mais por adição que por substituição de espécies. Desse ponto de vista, seria esperada um incremento da diversidade no sentido montante para jusante. Entretanto, a implantação de barragens e a formação de reservatórios estabelecem descontinuidades geográficas (barreiras físicas) e também de características físicas e químicas da água (barreiras limnológicas), e reduzem a conectividade, que, conforme METZGER (1999), é a capacidade das paisagens de facilitar os fluxos ecológicos (materiais e energia) e biológicos (trocas de gametas, dispersão, migrações etc.). Esse efeito das barragens pode implicar na formação de mosaicos de diferentes estruturas de comunidades biológicas, em estágios sucessionais distintos, separadas por barreiras físicas ou químicas, e com espécies organizadas em metapopulações, que são conjuntos de populações co-específicas existindo ao mesmo tempo em áreas distintas, com dinâmicas demográficas diferenciadas, podendo sofrer extinções locais (ACIESP, 1997).

Diversas medidas de manejo podem ser adotadas para a conservação da ictiofauna ou para incremento da produção pesqueira (quando compatíveis), envolvendo manipulação de populações, por redução ou estocagem de peixes, manipulação de habitats e controle da pesca (PETTS et al., 1989; AGOSTINHO, 1992; AGOSTINHO & GOMES, 1997). Entretanto, é essencial que quaisquer medidas de manejo incorporem ações para restauração da conectividade, sem o que correm o risco de se tornarem ineficazes.

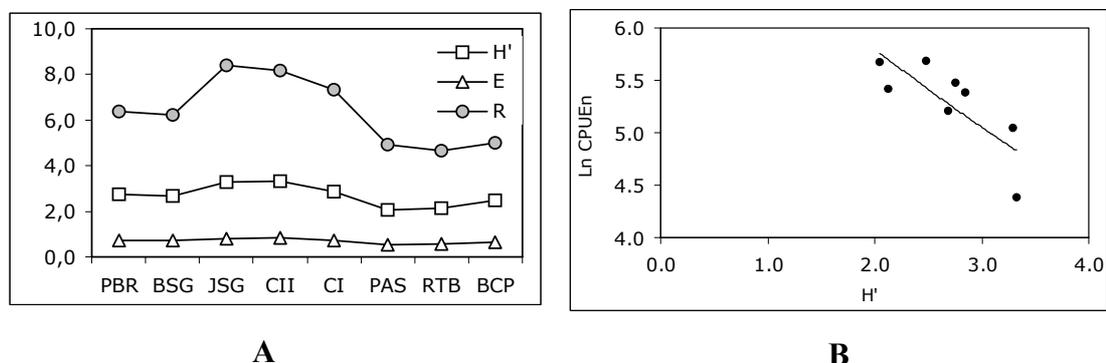


Figura 15: Índices de diversidade (H'), equitatividade (E) e riqueza (R) (A); regressão linear da relação entre o logaritmo natural da abundância (CPUEn) e a diversidade de espécies (H') em oito localidades do curso médio do rio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a 1995 (B).

3.8 Relações entre assembléia de peixes e variáveis hidrológicas e limnológicas

As relações entre diversidade e abundância da assembléia de peixes das localidades estudadas e as variáveis hidrológicas (vazões médias mensais) e limnológicas (transparência, temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, nitrogênio total e fósforo total) foram analisadas através de uma matriz de correlações de Pearson, apresentada na TABELA 11.

TABELA 11. Matriz de correlações entre variáveis hidrológicas e limnológicas em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. QMM: vazão média mensal; TRANSP: transparência da água; TEMP: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; PH: potencial hidrogeniônico; COND: condutividade elétrica; NT: nitrogênio total; PT: fósforo total; os valores em negrito são significativos para $\alpha < 0,05$. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

		Qmm	Transp	Temp	OD	pH	Cond	NT	PT
PBR	H'	0.36	-0.75	0.24	-0.74	0.10	-0.24	0.00	-0.26
	CPUE	0.14	0.21	0.37	-0.01	-0.12	0.15	0.16	0.19
BSG	H'	-0.01	-0.33	0.56	-0.18	-0.54	0.03	0.18	0.32
	CPUE	0.11	0.20	0.61	-0.09	-0.34	-0.03	-0.55	-0.37
JSG	H'	0.11	-0.13	0.67	-0.51	-0.54	0.22	-0.16	0.28
	CPUE	-0.19	0.04	0.20	-0.32	0.03	0.19	0.08	0.29

Continua

TABELA 11. (Continuação) Matriz de correlações entre variáveis hidrológicas e limnológicas em oito localidades da bacia do médio Paranapanema, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. QMM: vazão média mensal; TRANSP: transparência da água; TEMP: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; PH: potencial hidrogeniônico; COND: condutividade elétrica; NT: nitrogênio total; PT: fósforo total; os valores em negrito são significativos para $\alpha < 0,05$. PBR: Pedra Branca; BSG: Barragem de Salto Grande; JSG: Jusante de Salto Grande; CAII: Canoas II; CAI: Canoas I; PAS: Ponte Assis-Sertanópolis; RTB: rio Tibagi; BCP: Barragem de Capivara.

		Qmm	Transp	Temp	OD	pH	Cond	NT	PT
CAII	H'	-0.29	0.17	0.08	-0.41	-0.10	0.42	0.16	0.09
	CPUE	-0.10	0.42	-0.10	-0.23	0.20	0.12	-0.20	-0.31
CAI	H'	0.37	-0.49	0.57	-0.44	-0.24	0.34	0.16	0.43
	CPUE	-0.04	0.05	-0.01	0.14	0.11	0.13	0.20	-0.26
PAS	H'	0.26	-0.33	0.04	-0.08	0.17	-0.08	-0.15	0.30
	CPUE	0.21	-0.06	0.64	-0.39	-0.50	0.28	0.30	-0.07
RTB	H'	0.15	0.08	-0.23	0.11	-0.30	-0.59	-0.33	-0.25
	CPUE	-0.23	-0.19	0.19	-0.16	-0.29	-0.03	-0.18	-0.42
BCP	H'	-0.24	0.00	-0.44	0.03	-0.38	-0.50	-0.24	-0.39
	CPUE	0.08	0.12	-0.07	-0.43	-0.02	0.03	-0.20	0.07

Não foram verificadas correlações significativas entre a vazão e diversidade e abundância da ictiofauna. As variações de vazão se refletem nos níveis fluviométricos, e promovem fenômenos de grande importância para a ictiofauna, como a expansão e retração dos ambientes aquáticos, conectividade entre sistemas adjacentes, variação da disponibilidade de nutrientes, com reflexos na produção primária do fitoplâncton, de macrófitas aquáticas e da vegetação ciliar, e na produtividade do sistema como um todo. Para BENNEMANN & SHIBATTA (2002), as variações de abundância das principais espécies do rio Tibagi estiveram associadas à disponibilidade de habitat (área litorânea), definida pelo nível fluviométrico. AGOSTINHO & ZALEWSKI (1995) demonstraram clara relação entre os níveis de cheias no rio Paraná e as variações interanuais de abundância dos estoques pesqueiros. GOMES & AGOSTINHO (1997) demonstraram o efeito da época, intensidade e duração da cheia sobre o recrutamento de *P. lineatus*. Entretanto, CARVALHO et al. (2003), estudando a estrutura da ictiofauna em duas regiões ecotonais do reservatório de Jurumirim, verificaram correlação negativa entre nível relativo e abundância em uma região e ausência de correlação em outra.

Assim, o fato de não terem sido verificadas correlações entre os atributos da ictiofauna e a vazão pode estar relacionado à existência de defasagem temporal: os efeitos da cheia de um determinado ano sobre o recrutamento vão se refletir no tamanho dos estoques nos anos seguintes, como verificado por AGOSTINHO & ZALEWSKI (1995). Portanto, essas influências devem ficar mais claras em estudos de longo termo, que levem em conta essa defasagem temporal.

Foi verificada uma tendência de correlações positivas entre temperatura e diversidade nas localidades BSG, JSG, CAI e PAS. A temperatura apresentou também correlação positiva com a abundância em BSG e PAS.

Correlações negativas entre transparência e diversidade foram constatadas nas localidades PBR e CAI, podendo estar relacionadas com incremento da predação ou redução de capturabilidade, pela visualização das redes. Em estudos sobre a influência das variações ambientais sobre a estrutura da comunidade de peixes em lagos da planície aluvionar do rio Araguaia, TEJERINA-GARRO et al. (1998) não detectaram efeitos do pH, oxigênio dissolvido e temperatura, mas constataram distintos efeitos da profundidade e transparência sobre Characiformes, cuja abundância é incrementada com o aumento desses fatores, e Siluriformes, que têm sua abundância reduzida.

BIZERRIL (1995) estudou a estrutura de comunidades de peixes de seis unidades amostrais (localidades) em um rio costeiro (rio São João, RJ), e não constatou, na maioria das unidades amostrais, correlações significativas entre pluviosidade (que incrementa a vazão) e riqueza, abundância e diversidade. Em lagoas marginais do rio Sorocaba, bacia do alto Tietê, SMITH & BARRELLA (2000), observaram forte correlação positiva entre as concentrações de oxigênio dissolvido, que tiveram elevada amplitude de variação, e a abundância de peixes. VONO & BARBOSA (2001), comparando dois lagos do Vale do Rio Doce, consideraram que as diferenças de estrutura das comunidades de peixes foram mais influenciadas pelo gradiente de complexidade dos habitats, que foi definido pela porcentagem de cobertura de macrófitas e por resíduos de madeira, que pelas variáveis limnológicas (saturação de oxigênio, pH, condutividade, temperatura, clorofila-*a* e transparência).

Provavelmente, as relações entre estrutura e dinâmica das assembléias de peixes e os atributos limnológicos dos corpos hídricos sejam mais evidentes quando

analisadas através de dados de longo termo, os quais são ausentes na maioria das bacias hidrográficas brasileiras.

Quando à influência da morfometria, foram analisados os resultados de número de espécies, diversidade e abundância (em CPUEn), agrupados por conjunto de localidades (PBR + BSG = Salto Grande; JSG + CAII + CAI = Canoas e PAS + RTB + BCP = Capivara), apresentados na TABELA 12, correlacionados com atributos morfométricos de cada conjunto de localidades. Os atributos analisados foram: perímetro de margens, superfície e índice de desenvolvimento de margens, que é a relação entre perímetro e superfície. Os resultados obtidos estão apresentados na TABELA 13.

TABELA 12. Características morfométricas e ictiofaunísticas das localidades da bacia do médio Paranapanema, agrupadas nos sistemas Salto Grande, Canoas e Capivara, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995.

	Salto Grande	Canoas	Capivara
Perímetro (km)	81,0	147,0	1550,0
Área (km²)	12,2	17,0	515,0
Área de drenagem (km²)	38.800,0	40.900,0	85.000,0
Relação Perímetro/Área	6,6	8,6	3,0
S	51	67	52
H'	2,8	3,2	2,4
CPUE_n	421,4	452,6	812,1

TABELA 13. Correlações (Pearson) entre as características morfométricas e ictiofaunísticas das localidades da bacia do médio Paranapanema, agrupadas nos sistemas Salto Grande, Canoas e Capivara, no período de outubro de 1993 a outubro de 1995. IDM: índice de desenvolvimento de margens. Valor em negrito: significativo para $\alpha < 0,05$.

	Perímetro	Área	IDM
S	-0,2722	-0,3780	0,7358
H'	-0,7546	-0,8232	0,9865
CPUE_n	0,9957	0,9998	-0,8967

O logaritmo natural do perímetro de margens apresentou correlação positiva com o logaritmo natural da CPUEn ($r = 0,99$) e negativa com o índice de diversidade ($r = -0,75$). O logaritmo natural da superfície apresentou o mesmo comportamento tanto com relação ao logaritmo natural da CPUEn ($r = 0,99$) quanto com a diversidade ($-0,82$). Já o índice de desenvolvimento de margens apresentou correlação positiva com o número de espécies ($r = 0,74$) e com o índice de diversidade ($r = 0,99$), e negativa com o logaritmo natural da CPUEn ($r = -0,90$). Entretanto, salvo a apresentada entre a área do corpo d'água e abundância, que foi significativa para $\alpha = 0,05$, essas correlações, por terem se baseado em amostras muito pequenas, têm intuito exploratório e devem ser consideradas como tendências a serem abordadas em estudos que abrangem um número maior de amostras.

É esperada uma dependência entre o índice de desenvolvimento de margens e a diversidade de espécies, com base no conceito de ecótono, que é a zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes (ODUM, 1983). O índice em apreço está associado à sinuosidade do ecótono, que é o grau de contorção e fragmentação do contato entre habitats (Kolaza & Zalewski, 1995, citados por HENRY, 2003). Para ROCHA et al. (1999), a complexidade morfométrica acrescenta heterogeneidade espacial ao reservatório. Assim, quanto maior o perímetro em relação à área, maior a possibilidade do ecótono abrigar espécies de cada um dos habitats adjacentes, mais as espécies características do próprio ecótono, tendo portanto maior diversidade. BARRELLA (2003), estudando correlações entre atributos da ictiofauna (diversidade e número de indivíduos) e da paisagem (diversidade de vegetação, diversidade de relevo e diversidade ambiental), no vale do rio Ribeira e no complexo lagunar-estuarino de Cananéia e Iguape, identificou forte correlação positiva entre diversidade de relevo e diversidade biológica, e atribuiu essa correlação à quantidade de nichos ecológicos propiciados pela diversidade de relevo.

Da mesma forma, a relação entre área e abundância é consistente, em especial no caso do reservatório de Capivara, que apresenta profundidade média baixa, e portanto, zona litorânea extensa. A zona litorânea é a região que se estende entre as margens e o limite inferior das áreas onde ocorrem plantas enraizadas, sendo colonizada por comunidades vegetais e animais muito ricas (PIECZYNSKA, 1990), apresentando grande produtividade e disponibilidade de habitats (ESTEVEZ, 1988). As localidades

estudadas no reservatório de Capivara apresentaram expressiva biomassa de espécies detritívoras e bentófagas. Para SMITH et al. (2003), em ambientes com zona litorânea desenvolvida os peixes detritívoros têm maior importância, graças à abundância de detritos, o que é coerente com os resultados obtidos no reservatório de Capivara neste estudo. Variações de abundância das principais espécies do baixo rio Tibagi foram associadas por BENNEMANN & SHIBATTA (2002) à disponibilidade da zona litorânea, que é definida pelas variações do nível fluviométrico, e, portanto, pela operação da cascata de reservatórios.

4 CONCLUSÕES

O segmento estudado da bacia do médio Paranapanema apresentou uma ictiofauna composta por 74 espécies, com amplo domínio de espécies de Characiformes e Siluriformes. As espécies mais abundantes, que compuseram 73,3% da frequência relativa de ocorrência no conjunto das localidades, foram *S. insculpta*, *P. squamosissimus*, *I. labrosus*, *M. intermedia*, *A. altiparanae*, *A. lacustris*, *P. maculatus*, *S. nasutus*, *S. maculatus* e *A. affinis*. Entretanto, a única espécie constante em todas as localidades foi *A. altiparanae* e apenas *S. insculpta*, *S. maculatus* e *S. nasutus* ocorreram em todas as localidades.

As localidades situadas nos reservatórios apresentaram maiores proporções de espécies constantes, em relação às localidades de ambientes lóticos. Com relação à dominância, *A. lacustris* e *S. insculpta* foram dominantes no reservatório de Salto Grande. No trecho lótico predominaram os cascudos do gênero *Hypostomus* e *P. lineatus*, enquanto no reservatório de Capivara *P. squamosissimus*, *S. insculpta*, *I. labrosus* e *P. maculatus* foram dominantes.

As maiores similaridades ictiofaunísticas, aferidas pelo índice de Jaccard, ocorreram entre as localidades PBR e BSG, e JSG e CAI. Os menores valores de similaridade foram entre PAS e BSG, e BSG e RTB. Uma análise de componentes principais, baseada na dominância das espécies, revelou uma ordenação com três grupos de localidades, sendo o primeiro formado pelas localidades do reservatório de Capivara, outro pelas localidades do reservatório de Salto Grande (PBR e BSG), mais uma

localidade do trecho lótico (CAII), e um terceiro pelas demais localidades do trecho lótico (JSG e CAI).

Espécies piscívoras, onívoras e detritívoras, nessa ordem, apresentaram maior contribuição à biomassa nos reservatórios. Nos ambientes lóticos as espécies detritívoras predominaram. Com relação ao comportamento reprodutivo, espécies não migratórias, com ou sem cuidado parental, predominaram na maioria das localidades. A maior proporção de espécies migratórias foi verificada nos ambientes lóticos.

A atividade reprodutiva da comunidade foi mais intensa nos trimestres chuvosos (outubro a dezembro e fevereiro a março). Quanto às espécies migratórias, foi verificada atividade reprodutiva mais intensa no reservatório de Salto Grande, tendo havido atividade nula ou incipiente desse grupo no período chuvoso de 1994-1995, exceto no reservatório de Capivara, onde essa atividade atingiu o grau intenso.

Os valores mais elevados de diversidade foram obtidos nos ambientes lóticos, mas as maiores abundâncias foram registradas nos ambientes lênticos, tendo ocorrido correlação negativa entre diversidade e abundância de espécies.

Não foram verificadas, nas localidades estudadas, correlações lineares significativas entre os atributos da ictiofauna e as variáveis limnológicas analisadas, devendo ocorrer influências indiretas ou ainda, defasagens temporais entre as influências das variáveis e suas expressões na estrutura da comunidade (por exemplo, entre as cheias e a abundância). Já as variáveis morfométricas, relacionadas à complexidade estrutural dos habitats, aparentaram influências notáveis.

É desejável que sejam estabelecidos programas permanentes de monitoramento das características limnológicas e ictiológicas das bacias hidrográficas, tal como ocorre hoje com a hidrologia, para que as variações na estrutura e dinâmica das biocenoses aquáticas possam ser melhor entendidas, inclusive quanto a quais são e como operam os fatores determinantes dessas variações. Esse conhecimento é essencial para subsidiar decisões sobre como utilizar e como conservar os recursos hídricos e os organismos a eles associados. O ônus da execução desses programas deve ser primariamente dos concessionários de reservatórios, por se tratar do uso que provoca as maiores alterações nos aspectos físicos, químicos e biológicos das bacias.

A proposição de medidas de manejo para conservação da ictiofauna nessa bacia deve considerar os efeitos da regulação de vazão pela cascata de reservatórios, em especial quanto à complexidade estrutural, e abranger medidas para restabelecimento e ampliação da conectividade dentro do sistema hidrográfico.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIESP/CNPq/FINEP/FAPESP. **Glossário de ecologia**. São Paulo: ACIESP (Publicação ACIESP nº 103), 1987. 352 p.

AGOSTINHO, A.A. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: AGOSTINHO, A.A.; BENEDITO-CECILIO, E. (Ed.) **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil** (Documentos do IX Encontro Brasileiro de Ictiologia). Maringá: UEM, 1992. p. 106-121.

AGOSTINHO, A.A.; JULIO JR., H.F.; BORGHETTI, J.R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **UNIMAR** v. 14 (Suplemento), 89-107, 1992.

AGOSTINHO, A.A. et al. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. **UNIMAR** v. 15 (Suplemento), p. 175-189, 1993.

AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A.M.; THOMAZ, S.M. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Ed.) **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.59-103.

AGOSTINHO, A.A.; ZALEWSKI, M. The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Parana River, Brasil. **Hydrobiologia** n. 303, p. 141-148, 1995.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo. In: _____ (Ed.) **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997. p. 319-364.

AGOSTINHO, A.A., et al. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.) **A planície de inundação do alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997a. p. 229-248.

AGOSTINHO, A.A. et al. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.) **A planície de inundação do alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, 1997b. p. 179-208.

AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M.; GOMES, L.C. Ecologia de comunidades de peixes da área de influência do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Ed.) **Reservatório de Segredo**: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 1997c. p. 97-111.

AGOSTINHO, A.A. et al. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA, M. (Ed.) **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: IEE/Backhuys Publishers/ABC, 1999. p. 227-265.

AGOSTINHO, A.A.; JULIO JR., H.F. Peixes da Bacia do Alto Paraná. In: LOWE McCONNELL, R. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. S.Paulo: EDUSP, 1999. p. 374-400.

ALBINO, A.L.D. **Estudo sobre a fauna de peixes da bacia do rio Jacaré-Guaçu (Estado de São Paulo) com uma avaliação preliminar de dois barramentos**. 1987, 168 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ARAUJO LIMA, C.A.R.M.; AGOSTINHO, A.A.; FABRÉ, N. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Ed.) **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.105-136.

BARRELLA, W. **Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema (SP), devido à poluição e ao represamento**. 1997. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). UNESP, Rio Claro.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. p. 187-207.

BARRELLA, W. Ecótono água, terra e mar no sul de São Paulo. In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. S. Carlos: RiMa, 2003. p. 161-176.

BAXTER, R.M. Environmental effects of dams and impoundments, **Ann.Ver.Ecol.Syst.** n. 8, p. 255-283, 1977.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecologia**: indivíduos, poblaciones y comunidades. Barcelona: Ed. Omega, 1988, 886 p.

BENEDITO-CECILIO, E. **Dominância, uso do ambiente e associações interespecíficas na ictiofauna do reservatório de Itaipu e alterações decorrentes do represamento**. 1994, 173 p., Tese (Doutorado em Ciências), Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

BENNEMANN, S.T.; SILVA-SOUZA; A.T., ROCHA, G.R.A. Composição ictiofaunística em cinco localidades da la cuenca del rio Tibagi, PR - Brasil. **Interciencia** v.20, n.1, p. 7-13, 1995.

BENNEMANN, S.T. **Dinâmica trófica de uma assembléia de peixes de um trecho do rio Tibagi (Sertanópolis - Paraná)**. 1996. 142 p., Tese (Doutorado em Ciências) , Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A.; GARAVELLO, J.C. **Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica**. Londrina: Ed. UEL, 2000. 62 p.

BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A. Dinâmica de uma assembléia de peixes do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E. et al. (Ed.) **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 433-442.

BIZERRIL, C.E.S.F. Estrutura quantitativa de comunidades de peixes em um rio costeiro do sudeste brasileiro. **Acta Biol. Leopoldensis** v. 17, n. 2, p. 57-80, 1995.

BÖHLKE, J.E.; WEITZMAN, S.H.; MENEZES, N.A. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. **Acta Amazônica**, v. 8, n. 4, p. 657-677, 1978.

BRITSKI, H.A. Peixes de água doce do Estado de São Paulo. In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ-URUGUAI. **Poluição e Piscicultura: notas sobre ictiologia, poluição e piscicultura**. S. Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP: Instituto de Pesca, 1972. p. 79-108.

BRITSKI, H.A. Conhecimento atual das relações filogenéticas de peixes neotropicais. In: AGOSTINHO, A.A.; BENEDITO-CECILIO, E. (Ed.). **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil** (Documentos do IX Encontro Brasileiro de Ictiologia). Maringá: UEM, 1992, p. 42-57.

BRITTO, S.G.C.; DIAS, J.H.P. Ictiofauna do médio curso do rio Paranapanema, Bacia do Alto Paraná: prováveis impactos da implantação do Complexo Canoas. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, XXII. São Paulo. **Anais**, Vol.1, S. Paulo, p. 85-94.

BYE, V.J. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In: POTTS, G.W.; WOOTTON, R.J. (Ed.) **Fish reproduction: strategies and tactics**. London: Academic Press, 1984. p. 187-205.

CARVALHO, E.D.; SILVA, V.F.B. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do reservatório de Jurumirim. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. p. 769-800.

CARVALHO, E.D. et al. A estrutura da ictiofauna nas zonas de ecótono da represa de Jurumirim (Alto Paranapanema, SP). In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. S. Carlos: RiMa, 2003. p. 249-278.

CASTRO, R.M.C.; ARCIFA, M.S. Comunidades de peixes de reservatórios no sul do Brasil. **Rev. Bras. Biol.** v. 47, n. 4, p. 493-500, 1987.

CESP. **Aspectos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros de reservatórios da CESP no período de 1986 a 1994**. São Paulo: CESP, 1996, 81 p.

CESP. **Conservação e manejo nos reservatórios: limnologia, ictiologia e pesca**. São Paulo: CESP (Série Divulgação e informação, 220) , 1998. 166 p.

DIAS, J.H. **Estudos ecológicos na comunidade de peixes do reservatório de Salto Grande, Médio Paranapanema (Estados de São Paulo e Paraná)**. ,1995, 107 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

DIAS, J.H.; GARAVELLO, J.C. Ecological studies on the fish community of Salto Grande reservoir, Paranapanema river basin, São Paulo, Brazil. **Verh.Internat. Verein.Limnol.** n. 26, p. 2228-2231, 1998.

ESTEVEZ, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575 p.

FERNANDO, C.H.; HOLČÍK, J. Fish in reservoirs. **Int. Revue ges. Hydrobiol.** 76, p. 149-167, 1991.

FUEM/NUPELIA/ITAIPU. **Relatório anual do projeto “Ictiofauna e Biologia Pesqueira”**: (março de 1985 a fevereiro de 1986). v. 1. Maringá: FUEM/NUPELIA, 638 p., 1987.

GARAVELLO, J.C. Descrição de *Apareiodon vittatus* sp.n. do rio Iguaçu e comentários sobre as espécies do gênero *Apareiodon* eigenmann, 1916 (ostariophysi, parodontidae). **REV. BRAS. BIOL.**, V. 37, N. 2, P. 447-455, 1977.

GARAVELLO, J.C.. **Revisão taxonômica do gênero *Leporinus* Spix, 1829**. 1979, 451 p.. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo.

GARAVELLO, J.C.; BRITSKI, H.A. Duas novas espécies do gênero *Leporinus* Spix, 1829 da Bacia do Alto Paraná (Teleostei, Anostomidae). **Com.Mus.Ciên. PUCRS**, v. 44, p. 153-165, 1987.

GEHRKE, P.C. et al. River regulation and fish communities in the Murray-Darling river system, Australia. **Reg.Rivers:Res.&Manag.** n. 11, p. 363-375, 1995.

GERY, J. **Characoids of the world**. Neptune City: TFH Publ., 1977. 672 p.

GOMES, L.C.; AGOSTINHO, A.A. Influence of the flood regime on the nutritional state and juvenile recruitment of *Prochilodus scrofa*, Steindachner in upper Paraná river, Brazil. *Fish.Manag.Ecol.* v. 4, n. 4, p. 263-274, 1997..

HAHN, N.S. et al. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, 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, 1997. p. 209-228.

HAHN, N.S. et al. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciencia** v. 23, n. 5, p. 299-305, 1998.

HENRY, R. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim. In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. S. Carlos: RiMa, , 2003. p. 1-28.

JANZEN, D.H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU-EDUSP (Temas de Biologia, v. 7), 1980. 79 p.

KIMMEL, B.L.; LIND, O.T.; PAULSON, L.J. Reservoir primary production. In: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L.; PAYNE, F.E. (Ed.) **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 133-194.

KULLANDER, S. **A revision of the South American cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae)**. Stockholm: Swedish Museum Natural History, 1983. 296 p.

LANGEANI, F. **Ictiofauna do alto curso do rio Tietê (SP): taxonomia**. 1989. 105 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo

LOWE McCONNELL, R.H. Ecological aspects of seasonality in fishes of tropical waters. **Symp.Zool.Soc.London** v. 44, p. 219-241, 1979.

LOWE McCONNELL, R.H. **Ecological studies in tropical fish communities.**

Cambridge: Univ. Press, 1987. 382 p.

LOWE McCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.**

São Paulo: EDUSP, 1999. 535 p.

LUDWIG, J.A.: REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology:** a primer on methods and computing. New York: John Wiley & Sons, 1988, 337 P.

MENEZES, N.A.. Methods for assessing freshwater fish diversity. In: BICUDO, C.E.M.; MENEZES, N.A. (Ed.). **Biodiversity in Brazil:** a first approach. São Paulo: CNPq, 1996. p. 289-295.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **An.Acad.Bras.Ci.** v. 71, n. 3., p.1-19, 1999.

ODUM, E.P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1983. 434 p.

ODUM, E.P. Trends expected in stressed ecosystems. **BioScience** v.35, n. 9, p. 419-422, 1985.

PAINE, R.T. Food web complexity and species diversity. **American Naturalist** 100, p. 65-75, 1966.

PAIVA, M.P. **Peixes e pesca de águas interiores do Brasil.** Brasília: EDITERRA, 1983. 158 p.

PETTS, G.E. et al. Management of fish populations in large rivers: a review of tools and approaches. In: DODGE, D.P. (Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. **Can.Spec.Publ.Fish.Aquat.Sci.** n. 106, p. 578-588, 1989.

PIECZINSKA, E. Littoral habitats and communities. In: JØRGENSEN, S.E. & LÖFFLER, H. (Eds.). **Guidelines of lake management**. Vol. 3: Lake shore management. Shiga: ILECF/UNEP, 1990. p. 39-71.

ROCHA, O. et al. Ecological theory applied to reservoir zooplankton. In: TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA, M. (Ed.) **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: IEE/Backhuys Publishers/ABC, 1999. p. 457-476.

SANTOS, G.B. et al. Fish and Zooplankton community structure in reservoirs of Southeastern Brazil: effects of the introduction of exotic predatory fish. In: PINTO-COELHO, R.M.; GIANI, A.; SPERLING, E. von (ed.). **Ecology and human impact on lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future developmente and manegement strategies**. Belo Horizonte: SEGRAC, 1994. p. 115-132.

SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; AMORIM, J.C. **Peixes das lagoas marginais do rio São Francisco a montante da represa de Três Marias (Minas Gerais)**. Brasília: CODEVASF, 1986, 42 p.

SCOTT, D.B.C. Environmental timing and the control of reproduction in teleost fish. **Symp.zool.Soc.Lond.** n. 44, p. 105-132, 1979.

SHIBATTA, O.A. et al. Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E. et al. (Ed.) **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E.MEDRI, 2002. p. 403-423.

SMITH. W.S.; BARRELLA, W. The ichthyofauna of the marginal lagoons of the Sorocaba river, SP, Brazil: composition, abundance and effect of the anthropogenic actions. **Rev.Bras.Biol.** v. 60, n. 4, p. 627-632, 2000.

SMITH, W.S. et al. A importância da zona litoral para a disponibilidade de recursos alimentares à comunidade de peixes em reservatórios. In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. S. Carlos: RiMa, 2003. p. 233-248.

TEJERINA-GARRO, F.L.; FORTIN, R.; RODRÍGUEZ, M.A. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia river, Amazon Basin. **Env.Biol. of Fishes** n. 51, p. 399-410, 1998.

THORNTON, K.W. Perspectives on reservoir limnology. In: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L.; PAYNE, F.E. (Eds.). **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York: John Wiley & Sons, 1990. p. 1-13.

TORLONI, C.E.C.; GIRARDI, L.; NASCIMENTO, E.P. **Considerações sobre a utilização de escadas para peixes e de estações de aquicultura na conservação da fauna ictíca no Estado de São Paulo**. 2ª Ed. S. Paulo: CESP (Coleção Ecossistemas Aquáticos, 003), 1986. 8 p.

TORLONI, C.E.C. et al. **A pescada-do-Piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da CESP - Companhia Energética de São Paulo**. S. Paulo: CESP (Série Pesquisa e Desenvolvimento, 084), 1993a. 23 p.

TORLONI, C.E.C. et al. **Produção pesqueira e composição das capturas em reservatórios sob concessão da CESP nos rios Tietê, Paraná e Grande, no período de 1986 a 1991**. S. Paulo: CESP (Série Produção Pesqueira, 001), 1993b. 73 p.

VAZZOLER, A.E.A.M Reprodução de peixes. In: AGOSTINHO, A.A.; BENEDITO-CECILIO, E. (Ed.) **Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil** (Documentos do IX Encontro Brasileiro de Ictiologia). Maringá: UEM, 1992. p. 1-13.

VAZZOLER, A.E.A.M.; MENEZES, N.A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). **Ver.Bras.Biol.** v. 52, n. 4, p. 627-640, 1992.

VAZZOLLER, A.E.A.M. et al. Comunidades ícticas dominantes na planície de inundação do alto rio Paraná. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, X, , 1993, SÃO PAULO. **Resumos.** São Paulo: SBI, 1993. p. 209.

VAZZOLLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos:** teoria e prática. Maringá: EDUEM, S. Paulo: SBI, 169 p., 1996.

VAZZOLLER, A.E.A.M.; PERES LIZAMA, M.L.A.; INADA, P. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: VAZZOLLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.) **A planície de inundação do alto rio Paraná:** aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, , 1997. p. 267-280.

VIEIRA, L.J.S.; VERANI, J.R. Diversidade e capturabilidade em comunidades de peixes de lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu submetidas a diferentes graus de assoreamento. In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Eds.) **Estação Ecológica de Jataí.** Volume 2. São Carlos: RIMA, 2000. p. 831-850.

VONO, V.; BARBOSA, F.A.R. Habitats and littoral zone fish community structure of two natural lakes in southeast Brazil. **Environ.Biol. of Fishes** n. 61, p. 317-379, 2001.

WELCOMME, R.L. River fisheries. **FAO Fish. Tech. Pap.** (262), 1985, 330 p.

WOOTTON, R.J. **Ecology of teleost fishes.** London: Chapman & Hall, 1990, 404 p.