

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**A comunidade de peixes dos reservatórios dos trechos médio e baixo do
rio Tietê, com ênfase nas espécies introduzidas
Plagioscion squamosissimus e *Geophagus surinamensis***

Evandro Mateus Moretto

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

São Carlos – SP
2006

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

M845cp

Moretto, Evandro Mateus.

A comunidade de peixes dos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, com ênfase nas espécies introduzidas *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis* / Evandro Mateus Moretto. -- São Carlos : UFSCar, 2006.

142 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Peixe de água doce. 2. Espécies introduzidas. 3. Rota de invasão. 4. Reservatórios. 5. Tietê, rio (SP). 6. Manejo de ecossistemas. I. Título.

CDD: 574.0929 (20^a)

**A elaboração deste trabalho contou com recursos financeiros do Projeto PROBIO
(MMA, CNPq, BIRD, GEF), convênio 952/02, como produto do subprojeto
“Monitoramento e Desenvolvimento de Tecnologias para o Manejo de Espécies
Exóticas em Águas Doces.”**

**À minha esposa Mercia, pela
paciência, carinho e apoio
que me conduziram até a
conclusão deste trabalho.**

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Odete Rocha, pela orientação e contribuições para o meu aperfeiçoamento acadêmico;

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais pela oportunidade de relacionamento com profissionais de diversas formações afetas à temática ambiental;

Ao Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva – USFCar, pela disponibilização de apoio técnico, logístico e estrutural, fundamentais na execução de todas as etapas deste trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de estudos durante parte do período de vigência do doutorado;

Ao Programa PROBIO do Ministério do Meio Ambiente, pelo apoio técnico e financeiro ao desenvolvimento do trabalho;

Ao Professores Dr. José Roberto Verani e Dra. Nesly Fenerich Verani pelas contribuições na sistematização dos dados do trabalho de qualificação;

A todos os companheiros do Departamento de Articulação Institucional do Ministério do Meio Ambiente e, em especial, ao Diretor Volney Zanardi Jr. pelo fundamental apoio que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho de doutorado;

Aos amigos José Valdecir de Lucca, Airton Santo Soares, Luis Henrique da Silva, Alcídeo Culosio Filho, Marcelo Grambone e Clayton por todo o trabalho realizado nas coletas de campo, nas análises de laboratório e no desenvolvimento dos demais atividades;

À Fernanda Teixeira e Marciano pelo trabalho cooperativo realizado, pelo aprendizado e pela agradável convivência que me foram oferecidos;

À Marcela Roquetti Velludo pela colaboração com as análises de laboratório e com o desenvolvimento geral do trabalho;

À Patrícia Stefani pela disponibilização de material bibliográfico e apoio colaborativo com os resultados;

Aos amigos Magno Botelho Castelo Branco, Paulo Augusto Zaitune Pamplin, Kátia Sendra Tavares e Rinaldo Ribeiro Filho pela colaboração em diversas etapas do trabalho;

Aos amigos Luana Maria Marelli, Fábio Guerrini Muller, Mariana Moron Saes Braga e Rodrigo Maia de Oliveira pelas agradáveis acolhidas e amizade sincera;

Ao meu irmão Sandro Marcelo Moretto e à Paula Pacheco Moretto pelo apoio fundamental que me concederam em todos os meus momentos na cidade de Brasília.

Aos meus pais, Pedro Ramos Moretto e Deolinda Aparecida Saltarelli Moretto, pelo carinho e apoio que sempre dedicaram às minhas decisões;

E em especial à minha esposa Mercia Regina Domingues Moretto pelas conquistas conjuntas, pela felicidade construída e por todo apoio incondicional que sempre me proporcionou.

RESUMO

MORETTO, E. M. 2006. **A comunidade de peixes dos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, com ênfase nas espécies introduzidas *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis***. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - CCBS, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. A partir da década de 60, a introdução de espécies não-nativas de peixes tornou-se um evento constante no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê - SP, resultando no pleno sucesso de introdução das espécies *Plagioscion squamosissimus* e *Cichla cf. ocellaris*, as quais passaram a ocupar todos os reservatórios do sistema. Neste contexto, o presente trabalho objetivou caracterizar a comunidade de peixes, de modo a avaliar o processo de introdução recente da espécie não-nativa *Geophagus surinamensis* e sua provável ocupação progressiva no sistema, a exemplo do que já ocorrera com *Plagioscion squamosissimus*. A partir dos métodos empregados, confirmou-se a ocorrência da espécie não-nativa *Geophagus surinamensis* no sistema em estudo, indicando que sua rápida ocupação no reservatório de Três Irmãos, onde se encontra efetivamente estabelecida, é viabilizada pela livre conexão que canal de Pereira Barreto proporciona entre o reservatório de Três Irmãos com o de Ilha Solteira, no rio Paraná. Assim, fica evidente a grande possibilidade de que a espécie *Geophagus surinamensis* venha a se dispersar por todo o sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, a exemplo do que já ocorrera para a espécie não nativa *Plagioscion squamosissimus*. É válido considerar, portanto, a espécie *Geophagus surinamensis* em programas de manejo para o reservatório de Três Irmãos, de modo a controlar e reduzir a sua abundância e evitar sua dispersão efetiva para todo o sistema de reservatórios do rio Tietê.

Palavras-chave: peixe de água doce, espécies introduzidas, rota de invasão, reservatórios, rio Tietê, manejo de ecossistemas.

ABSTRACT

MORETTO, E. M. 2006. **Fish community of the reservoirs located on middle and low Tietê River, with emphasis in the introduced species *Plagioscion squamosissimus* and *Geophagus surinamensis*.** Doctorate Thesis. Post-graduation Program in Ecology and Natural Resources, Center of Biological Sciences and Health - CCBS, Federal University of São Carlos – UFSCar. From sixties, the fish species introduction has been being a constant event in the reservoir system located on middle and low Tietê River - SP, which resulted the success introduction of *Plagioscion squamosissimus* and *Cichla* cf. *ocellaris* in all these reservoirs. According to this context, the present work objectified characterize the fish community, with focus on the introduction analysis of *Geophagus surinamensis*, a not-native specie, and its probable progressive occupation in the system, like that already had occurred with *Plagioscion squamosissimus*. The results showed the occurrence of *Geophagus surinamensis* is confirmed in these reservoir system, indicating that its fast occupation in the Três Irmãos reservoir is made possible by the free connection that Pereira Barreto provides between Três Irmãos reservoir and Ilha Solteira reservoir, on the Paraná River. This way, it is evident the great possibility that the *Geophagus surinamensis* comes to be disperse for the whole reservoir system of middle and low Tietê River, like that already had occurred for the *Plagioscion squamosissimus*. Then, it is important to consider the *Geophagus surinamensis* in management programs for the Três Irmãos reservoir, so as to control and to reduce its density and of avoiding its effective spread for the others reservoirs of Tietê River.

Palavras-chave: freshwater fish, introduced species, invasion route, reservoirs, Tietê River, ecosystem management.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização dos barramentos que formam os seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê – SP. Adaptado de CESP (1998) 17
- Figura 2 - Reservatório de Barra Bonita com os principais afluentes. Adaptado de CESP (1998). 19
- Figura 3 - Reservatório de Bariri com os principais afluentes. Adaptado de CESP (1998). 20
- Figura 4 - Reservatório de Ibitinga com os principais afluentes. Adaptado de CESP (1998). 21
- Figura 5 - Reservatório de Promissão com os principais afluentes. Adaptado de CESP (1998). 22
- Figura 6 - Reservatório de Nova Avanhandava com seus os principais afluentes. Adaptado de CESP (1998). 23
- Figura 7 - Reservatório de Três Irmãos com os seus principais afluentes. Adaptado de CESP (1998). 24
- Figura 8 - Variação espacial dos valores de profundidade da coluna da água, transparência e extensão das zonas eufótica e afótica da coluna da água, medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê. 36
- Figura 9 - Variação espacial dos valores médios de pH e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 38

- Figura 10 - Variação espacial dos valores médios de condutividade elétrica e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 39
- Figura 11 - Variação espacial dos valores médios de oxigênio dissolvido e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 40
- Figura 12 - Variação espacial dos valores médios de temperatura da água e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 41
- Figura 13 - Variação espacial das concentrações de nitrito medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 42
- Figura 14 - Variação espacial das concentrações de nitrato medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 43
- Figura 15 - Variação espacial das concentrações de nitrogênio amoniacal medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 45

- Figura 16 - Variação espacial das concentrações de nitrogênio total medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 45
- Figura 17 - Variação espacial das concentrações de fosfato dissolvido inorgânico e fosfato dissolvido orgânico medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 46
- Figura 18 - Variação espacial das concentrações de fósforo total medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 47
- Figura 19 - Variação espacial do estado trófico estimado para os pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 48
- Figura 20 - Ordenação dos pontos de amostragem a partir da análise de componentes principais para as variáveis limnológicas. 49
- Figura 21 - Riqueza de espécies nativas e não-nativas da comunidade de peixes dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 54
- Figura 22 - Abundância dos grupos de espécies de peixes nativas e não-nativas amostradas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 57

- Figura 23 - Valores do índice de Shannon-Wiener para a comunidade de peixes nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 58
- Figura 24 - Diversidade beta da comunidade de peixes entre os seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004, a partir da análise de agrupamento com coeficiente de Morisita-Horn e método de ligação UPGMA (coeficiente de correlação cofenética = 0,9015). 59
- Figura 25 - Variação espacial da abundância de *P. squamosissimus* encontrados nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 61
- Figura 26 - Variação espacial da biomassa de *P. squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 61
- Figura 27 - Variação espacial da abundância relativa de *P. squamosissimus* em relação às outras espécies introduzidas e às espécies nativas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 62
- Figura 28 - Variação espacial da proporção sexual da população de *P. squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 63
- Figura 29 - Histograma frequência absoluta de indivíduos de *P. squamosissimus* em relação às classes de tamanho, nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 65

- Figura 30 - Relação entre os valores de peso total (Wt) e comprimento total (Lt) para a população de *Plagioscion squamosissimus*, amostrada nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 68
- Figura 31 - Valores médios do fator de condição relativa (Kr) e respectivos intervalos de confiança para *Plagioscion squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 69
- Figura 32 - Ocorrência de *P. squamosissimus* nos diferentes estádios de maturação gonadal amostrados nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 70
- Figura 33 - Valores de abundância de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Ibitinga, Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004. 78
- Figura 34 - Valores de biomassa de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004. 78
- Figura 35 - Proporção sexual de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004. 79
- Figura 36 - Histograma de classes de tamanho de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Três Irmãos e Nova Avanhandava nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004. 81

- Figura 37 - Relação entre os valores de peso total (Wt) e comprimento total (Lt) para *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004. 83
- Figura 38 - Valores médios do fator de condição relativa (Kr) e respectivos intervalos de confiança para *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004. 84
- Figura 39 - Ocorrência de *G. surinamensis* nos diferentes estádios de maturação gonadal amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004. 85
- Figura 40 - Dendrograma resultante da análise de agrupamento com coeficiente de Morisita-Horn e método de ligação UPGMA (coeficiente de correlação cofenética = 0,8012), a partir dos pesos dos itens alimentares presentes nas dietas das espécies de peixes que ocorrem nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê. 92
- Figura 41 - Cenário existente em meados da década de 70, no qual se deu a introdução da espécie *Plagioscion squamosissimus* para sistema de reservatórios do rio Tietê. 109
- Figura 42 - Cenário existente em meados da década de 90, no qual se deu a introdução da espécie *Geophagus surinamensis* para o reservatório de Três Irmãos. 112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Pontos de coleta, nomenclatura e coordenada geográfica em cada reservatório.	25
Tabela 2 -	Períodos de amostragem.	26
Tabela 3 -	Métodos utilizados nas análises dos nutrientes químicos.	28
Tabela 4 -	Valores do coeficiente de correlação entre as variáveis limnológicas e o componente 1.	49
Tabela 5 -	Inventário taxonômico da comunidade de peixes nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.	52
Tabela 6 -	Composição da comunidade de peixes nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.	53
Tabela 7 -	Frequência de ocorrência numérica das espécies nativas e não-nativas da comunidade de peixes dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.	56
Tabela 8 -	Valores de frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) de machos e fêmeas, e teste do χ^2 para a análise da proporção sexual de <i>Plagioscion squamosissimus</i> nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.	64

- Tabela 9 - Valores de frequência relativa acumulada (FRA) para machos e fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* coletados no sistema em estudo, em relação às classes de comprimento, e resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado para comparação de duas distribuições de frequência de ocorrência. 66
- Tabela 10 - Valores resultantes da curva potencial obtida a partir dos valores de log de peso total (Wt) e comprimento total (Lt), para a população de *Plagioscion squamosissimus*, amostradas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004. 68
- Tabela 11 - Itens alimentares identificados por VELLUDO (2005) nos estômagos de *P. squamosissimus* nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, nos meses de janeiro e maio de 2004. 73
- Tabela 12 - Valores do índice alimentar obtidos por VELLUDO (2005) para os itens alimentares presentes nos estômagos de *P. squamosissimus* nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, nos meses de janeiro e maio de 2004. 74
- Tabela 13 - Importância dos itens alimentares presentes na dieta de *P. squamosissimus* nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, nos meses de janeiro e maio de 2004. 76
- Tabela 14 - Valores de frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) de machos e fêmeas, e teste do χ^2 para a análise da proporção sexual de *Geophagus surinamensis* nos reservatórios de Três Irmãos nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004. 80

- Tabela 15 - Valores de frequência relativa acumulada (FRA) para machos e fêmeas de *Geophagus surinamensis* coletados no sistema em estudo, em relação às classes de comprimento, e resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado para comparação de duas 82 distribuições de frequência.
- Tabela 16 - Itens alimentares encontrados por VELLUDO (em preparação) no estômagos de *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004. 88
- Tabela 17 - Valores do índice alimentar encontrados por VELLUDO (em preparação) para os grupos de itens alimentares presentes nos estômagos de *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004. 89
- Tabela 18 - Importância dos itens alimentares encontrados por VELLUDO (em preparação) na dieta de *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004. 89
- Tabela 19 - Pesos dos itens na alimentação das espécies encontradas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê. 91

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O PROCESSO DE INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NÃO-NATIVAS	7
1.2. A COMUNIDADE DE PEIXES NO SISTEMA DE RESERVATÓRIOS DO RIO TIETÊ	10
2. OBJETIVOS.....	13
3. JUSTIFICATIVA	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1. DELINEAMENTO LÓGICO DO TRABALHO	15
4.2. ÁREA DE ESTUDO	17
• O sistema de reservatórios do Rio Tietê.....	17
• Locais de amostragem	25
4.3. PERIODICIDADE E HORÁRIOS DE AMOSTRAGEM.....	26
4.4. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA	27
• Profundidade, transparência da água e extensão da zona eufótica	27
• pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura.....	27
• Nutrientes dissolvidos e totais	27
• Índice de Estado Trófico.....	28
• Análise de Componentes Principais	29
4.5. CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES.....	30
• Coleta, conservação e identificação.....	30
• Caracterização espacial da estrutura da comunidade de peixes	30
• Caracterização de <i>Plagioscion squamosissimus</i> e de <i>Geophagus surinamensis</i>	32
• Análise de sobreposição de nicho alimentar.....	35
5. RESULTADOS	36
5.1. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA	36
• Profundidade, transparência e extensão da zona eufótica	36
• pH	38
• Condutividade elétrica.....	39
• Temperatura da água	41
• Nitrito	42
• Nitrato.....	43
• Nitrogênio amoniacal	44
• Nitrogênio total.....	45
• Frações orgânica e inorgânica de fosfato dissolvido.....	46
• Fósforo total.....	47
• Índice de estado trófico	48
• Análise de componentes principais	49
5.2. CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE DE PEIXES.....	51
5.3. CARACTERIZAÇÃO DE <i>PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS</i>	60
• Abundância e biomassa	60
• Composição em sexo	63

• Composição em comprimento	65
• Relação peso/comprimento	67
• Fator de condição relativo	69
• Reprodução	70
• Caracterização do hábito alimentar	72
5.4. CARACTERIZAÇÃO DE <i>GEOPHAGUS SURINAMENSIS</i>	77
• Abundância e biomassa	77
• Composição em sexo	79
• Composição em comprimento	81
• Relação peso/comprimento	83
• Fator de condição relativo	84
• Reprodução	85
• Caracterização do hábito alimentar	87
5.5. ANÁLISE DA SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS ALIMENTARES	90
6. DISCUSSÃO	94
6.1. ANÁLISE DO PROCESSO DE INTRODUÇÃO DE <i>PLAGIOSCION</i> <i>SQUAMOSISSIMUS</i>	108
6.2. ANÁLISE DO PROCESSO DE INTRODUÇÃO DE <i>GEOPHAGUS</i> <i>SURINAMENSIS</i>	110
7. CONCLUSÕES	115
8. RECOMENDAÇÕES	119
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXO	133

1. INTRODUÇÃO

As principais pressões sobre sistemas aquáticos continentais, nas últimas três décadas, estão relacionadas principalmente ao processo de eutrofização causado pelo aporte de altas concentrações de fósforo e nitrogênio, ao aumento do nível de toxicidade e à introdução voluntária ou acidental de espécies não-nativas (TUNDISI, 1999). Todas estas três fontes de impacto compõem a realidade de importantes bacias brasileiras associadas aos grandes centros urbanos, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Tietê.

Dentre estas pressões, a introdução acidental ou intencional de espécies não-nativas em um ecossistema, a qual representa a inserção de um elemento totalmente novo na fauna de uma região (AGOSTINHO *et al.*, 1994), está entre os principais fatores responsáveis por ameaças à biodiversidade global (ESPINDOLA *et al.*, 2005).

Embora seja imprecisa a estimativa exata dos efeitos das introduções de espécies não-nativas sobre a biota original, é sabido que este processo gera alterações nos atributos ecológicos do sistema original, compreendendo aumento da intensidade das pressões de predação e competição por recursos tróficos e sítios reprodutivos, modificações relevantes nas cadeias tróficas, alterações no balanço populacional das comunidades, alterações nos processos funcionais dos ecossistemas e até a extinção parcial ou total de espécies nativas (ROCHA *et al.*, 2005).

Em muitos casos as espécies introduzidas tornam-se dominantes na comunidade na qual se estabelecem, gerando conseqüências negativas sobre a economia local e regional, sendo que tais conseqüências podem chegar até a afetar diretamente a saúde humana (ROCHA *et al.*, 2005).

São vários os termos atribuídos às espécies que são submetidas ao processo de introdução em um sistema biológico da qual não fazem parte originalmente. AGOSTINHO *et al.* (2005) relatam o uso de termos como espécies alienígenas, alóctones, exóticas, importadas, introduzidas e não-nativas, dentre outras. Estes termos mantêm referência com o local de origem em relação à localidade onde a espécie fora introduzida, considerando se houve mudança de continente ou de bacia hidrográfica, por exemplo. Como, no geral, os impactos resultantes da introdução dependem menos da origem e mais da interação que a

espécie em questão terá com a comunidade nativa, optou-se no presente trabalho por utilizar o termo genérico espécie não-nativa.

Em todo o mundo, os corpos de águas doces, em particular, são ambientes que possibilitam uma grande mobilidade de organismos pela dinâmica do fluxo da água (ESPINDOLA *et al.*, 2003; ROCHA *et al.*, 2005), o que o torna altamente vulnerável às introduções de espécies não-nativas. De acordo com esta ótica, WELCOMME (1988) verificou a ocorrência de 1354 processos de introdução de espécies não-nativas dos mais diversos grupos taxonômicos em cerca de 140 países analisados.

Nas últimas décadas tem-se dado especial destaque à introdução de espécies não-nativas de peixes de água doce, pelo fato deste processo ter gerado graves conseqüências ambientais, econômicas e sociais em várias partes do mundo (ZARET & PAINE, 1973).

A drástica redução da diversidade e as modificações nas estruturas das comunidades de peixes dos grandes lagos da África podem ser considerados um dos maiores desastres ecológicos do século XX em corpos de água doce, resultante do processo de introdução de espécies não-nativas de peixes (MILLER, 1989).

Introduções de espécies de peixes por ação antrópica é uma prática que vem ocorrendo desde o período da Idade Média (AGOSTINHO *et al.*, 1994), sendo que as primeiras introduções que se têm registro foram realizadas pelos chineses e romanos há mais de 4000 anos (AGOSTINHO *et al.*, 1996). Devido às possibilidades de exploração econômica dos estoques de peixes, facilitadas pelo acúmulo de conhecimento técnico-científico e pelo acesso às novas tecnologias, a introdução de espécies não-nativas de peixes popularizou-se e se intensificou no período compreendido entre 1950 e 1985 (WELCOMME, 1988).

Como efeito deste fenômeno, a região Neotropical (América do Sul e Central), que detém a maior diversidade de peixes do planeta, passou a receber grande número de espécies não-nativas pela ação antrópica. Este número chegou a representar 25,3 % do total de espécies nativas, sendo que a maioria das introduções foi realizada com o objetivo de promover aumento do estoque pesqueiro como alternativa à piscicultura (WELCOMME, 1988).

No plano regional e local, a introdução de espécies não-nativas de peixes pode trazer impactos tão significativos nos corpos hídricos onde se instalam, que chegam até a mudar as tradições culturais das comunidades ribeirinhas e a alterar os sistemas sociais de produção (AGOSTINHO *et al.*, 1994; PETRERE JR. *et al.*, 2002).

Embora o processo de introdução de espécies não-nativas possa se dar de forma natural, a problemática atual reside nas introduções que são fruto de ação antropogênica, como as decorrentes de solturas deliberadas ou escapes acidentais de confinamentos.

AGOSTINHO *et al.* (2005) associam estas introduções deliberadas a programas de estocagem visando melhorias na pesca, ao controle biológico de pragas e às motivações culturais ou sentimentais. Além destas, nas últimas décadas a introdução de espécies não-nativas de peixes em corpos de água doce esteve especialmente associada ao gerenciamento inadequado de estocagens de peixes destinados ao suporte dos pesque-pagues e à pesca esportiva (ROCHA *et al.*, 2005).

Até o final da década de 80, a estocagem de espécies não-nativas de peixes foi a principal prática de manejo empregada pelas companhias responsáveis pelo setor hidrelétrico brasileiro, o que resultou na introdução de espécies de peixes como tilápias, carpas, “black bass”, truta arco-íris, dentre outras (AGOSTINHO *et al.*, 2005).

No Brasil, as primeiras introduções que se têm registro ocorreram no final do século XIX com a entrada da espécie *Cyprinus carpio* (carpa comum), introdução esta que se intensificou no período de 1910 a 1940, sendo substituída pelas espécies de tilápias *Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli* nas décadas de 50 a 70 e, posteriormente, por *Salmo gairdneri* (truta arco-íris) no início do século XIX (WELCOMME, 1988).

As décadas de 60 e 70 constituíram-se no período no qual ocorreu a maioria das introduções de espécies não-nativas de peixes nos sistemas de água doce do Brasil, diminuindo sua intensidade a partir de 1980 (WELCOMME, 1988). Segundo AGOSTINHO *et al.* (1994) e AGOSTINHO *et al.* (1996) as introduções de espécies não-nativas de peixes alcançaram maior intensidade a partir de 1970, principalmente por ação das empresas do setor elétrico com o objetivo de incrementar a pesca em reservatórios para

geração de energia elétrica, de favorecer o desenvolvimento do turismo e de promover o controle biológico sobre outros organismos introduzidos.

A prática inadequada da aquicultura tem sido considerada como um dos mais importantes mecanismos de transporte de espécies não-nativas de peixes para novos ambientes, sendo que das 273 espécies não-nativas de peixes existentes no Brasil, cerca de 41% foram fruto desta atividade (WELCOMME, 1988).

AGOSTINHO *et al.* (1994) relatam que as práticas inadequadas de aquicultura podem contribuir com a introdução de espécies não-nativas, principalmente, a partir do descarte de efluentes dos reservatórios e do rompimento ou transbordamento dos reservatórios. O mesmo autor afirma que, dentre os tipos de atividades de piscicultura, os pesque-pagues e as criações em tanques-rede são modalidades que apresentam grande possibilidade de deflagrar introduções de espécies não-nativas quando implementadas e manejadas de maneira inadequada.

A atividade da aquariorfilia também pode deflagrar o processo de introdução de uma espécie não-nativa, respondendo por cerca de 16% do total de espécies de peixes introduzidas em todo o planeta (WELCOMME, 1988). Com uma participação menor no processo de introdução está a soltura de iscas vivas que restam após determinada a atividade da pesca amadora ou profissional (AGOSTINHO *et al.*, 1994).

Assim, independentemente da origem ou da forma de introdução, a ocorrência de espécies não-nativas de peixes nos corpos d'água brasileiros tem-se constituído um dos principais agentes de impactos sobre a biodiversidade nativa, levando a alterações dos atributos ecológicos do ecossistema e impactos sobre os sistemas sócio-econômicos associados à fauna de peixes.

Como impacto mais evidente que decorre de um processo bem sucedido de introdução de espécies de peixes não-nativas pode-se citar a depleção do estoques populacionais das espécies nativas (ZARET & PAINE, 1973; FERNANDO, 1991), inclusive com extinções locais, resultando em uma reestruturação qualitativa e quantitativa da comunidade de peixes a partir de alterações de disponibilidade de habitat, aumento das intensidades das pressões de competição por recurso trófico e sítios reprodutivos, aumento

das pressões de predação, até a ocorrência de nanismo e degradação genética da fauna nativa (AGOSTINHO *et al.*, 1994).

Ainda neste sentido, existem registros de que algumas espécies não-nativas podem hibridar-se com espécies nativas filogeneticamente próximas gerando alterações no patrimônio gênico, além de poderem exercer o papel de vetores de patógenos e parasitas (ROCHA *et al.*, 2005).

Na maioria dos casos, quando as introduções são realizadas por ação antrópica, as espécies são escolhidas em função de sua rusticidade, por possuírem grande capacidade de adequação às condições ambientais existentes e por apresentarem crescimento rápido (ESPINDOLA *et al.*, 2005) mesmo em condições não ideais, o que caracteriza uma série de vantagens adaptativas que as confere maior capacidade competitiva em relação às espécies nativas.

A sobreposição de nichos tróficos é decorrente de processos bem sucedidos de introdução de espécies não-nativas e representa um dos principais fatores de pressão sobre as espécies nativas (AGOSTINHO *et al.*, 1994), principalmente quando as espécies não-nativas são mais eficientes competitivamente sobre os recursos alimentares.

Neste sentido, são fundamentais os estudos sobre os hábitos alimentares das espécies de peixes como base de informações para o conhecimento das relações tróficas entre os diferentes níveis de organismos que compõem um ecossistema, envolvendo aspectos como predação e competição entre organismos (RIBEIRO-FILHO, 1999; AGOSTINHO *et al.*, 1997).

Em resposta à problemática das introduções de espécies não-nativas de peixes, as práticas de manejo adotadas para a promoção do controle populacional das espécies não-nativas e para o aumento populacional das espécies nativas foram, na maioria dos casos, limitadas nos seus resultados, principalmente em função da escassez de informações, da limitação de recursos financeiros e humanos e da falta de monitoramento (AGOSTINHO *et al.*, 2004).

Ainda neste sentido, quando havia informações técnicas e científicas disponíveis, elas referiam-se a outras regiões, como é o caso da construção de escadas de peixes e os peixamentos baseados nas experiências dos países da região temperada (AGOSTINHO *et al.*, 2004; GOMES *et al.*, 2004).

Na região Sudeste brasileira, o sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê – SP é um destes exemplos que foram submetidos a processos de introdução de espécies não-nativas de peixes e a procedimentos inadequados de manejo.

De forma geral, a introdução de espécies não-nativas em novas comunidades é caracterizada como um processo bastante complexo e de difícil mensuração, principalmente por envolver aspectos que vão dos ambientais até os econômicos e sociais, o que faz necessária a adequada investigação e disponibilização de informações para a proposição de práticas de manejo e de gerenciamento dos recursos pesqueiros.

AGOSTINHO *et al.* (2005) sugerem que seja dado foco nos estudos que exploram os impactos das espécies não-nativas na comunidade residente e a rota de introdução de espécies não-nativas e novas introduções a partir dela, como subsídio para a previsão de novas introduções e seu controle.

De toda forma, o processo de análise de riscos futuros resultantes de introdução de espécies é um exercício cercado de incertezas e de difícil mensuração (BRAGA, 1998), embora seja absolutamente necessário para a proposição de práticas de manejo.

No caso do sistema formado pelos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê há a necessidade de maiores informações sobre o atual estado de introdução de espécies estabelecidas no sistema há décadas, como é o caso de *Plagioscion squamosissimus* e, também, de espécies cuja ocorrência do processo de introdução tem sido verificada recentemente, como é o caso de *Geophagus surinamensis*. Para este último caso, faz-se necessária a confirmação de sua ocorrência e uma análise do seu processo de introdução que revele a rota de entrada e os possíveis impactos que possam resultar de seu estabelecimento efetivo no sistema. Tais informações são fundamentais no estabelecimento de estratégias de manejo e para o estabelecimento de políticas públicas para o controle dos impactos causados pela introdução de espécies não-nativas de peixes.

1.1. O PROCESSO DE INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NÃO-NATIVAS

O processo de introdução de espécies não-nativas tem sido objeto de análise a partir de modelos teóricos como o de MOYLE & LIGHT (1996), VERMEIJ (1996) e COLAUTTI & MACISAAC (2004), para os quais é fundamental o conhecimento do histórico da espécie na localidade em que fora introduzida.

De maneira geral, o risco de introdução de uma espécie está composto por elementos de origens natural e antropogênica. A componente natural está relacionada com às estruturas geo-hidrológicas do sistema (AGOSTINHO *et al.*, 2005) e às resistências da comunidade nativa. Invasões que ocorrem estritamente em função desta componente normalmente costumam desenvolver-se de forma mais lenta, embora alterações antrópicas na estrutura natural dos sistemas, como a construção de canais e a transposição de águas entre bacias possam aumentar o risco de invasão.

Por outro lado, segundo o mesmo autor, as ações de introdução com caráter antropogênico como sendo fruto de solturas deliberadas em decorrência de programas de estocagem visando melhorias na pesca, controle biológico de pragas e motivações pessoais ou sentimentais, ou fruto de escapes acidentais de ambientes confinados. Esta última resume a principal fonte de introdução de espécies de peixes em todo o mundo, principalmente relacionadas a acidentes em estações de piscicultura (WELCOMME, 1988).

Todavia, é certo que a maioria das espécies de peixes introduzidas acidental ou de forma proposital falharam no seu estabelecimento efetivo (MOYLE & LIGHT, 1996) em função das forças de resistência existentes ao processo de invasão que ocorrem na nova localidade. Dentre estas forças, destacam-se as pressões exercidas pela comunidade nativa (predação, competição por recurso trófico, competição por sítios reprodutivos e parasitismo) e a resistência ambiental (condições físicas e químicas), ambas respondendo de acordo com a intensidade da introdução (abundância das espécies introduzidas, estratégias da espécie em introdução), como mencionado por AGOSTINHO *et al.* (2005).

Assim, para que uma espécie venha a se estabelecer efetivamente em uma nova localidade, algumas importantes etapas e barreiras ambientais devem ser superadas durante

o processo de introdução. A seguir estão descritas as principais etapas que envolvem o processo de introdução de uma espécie não-nativa, de acordo com MOYLE & LIGHT (1996), VERMEIJ (1996) e COLAUTTI & MACISAAC (2004).

I – Transporte

Constitui-se no evento de mudança física dos indivíduos de uma localidade para outra, o qual ocorre naturalmente, em decorrência do próprio esforço da espécie na superação de barreiras existentes, ou artificialmente quando indivíduos passam a ocupar uma nova localidade por intervenção humana. É nesta fase que a ação antrópica pode ser mais significativa de modo a determinar o sucesso da introdução.

II - Chegada

É caracterizada pelo momento em que um conjunto de indivíduos chega ao novo ambiente, a partir do qual se inicia a interação da espécie com as resistências ambientais. A partir desta fase, os eventos que conduzem ao sucesso ou ao fracasso da introdução dependem muito mais dos aspectos naturais do que da ação antrópica.

III – Estabelecimento

Consiste na permanência de um conjunto de indivíduos de uma determinada espécie em uma nova localidade, tendo sido superadas as resistências ambientais. Ecologicamente, refere-se ao surgimento de uma população definida a partir da qual é possível o estabelecimento de uma primeira geração de indivíduos.

IV – Integração

Por meio de interações com a comunidade residente, a população da espécie introduzida passa a promover e sofrer pressões ao ecossistema, levando à uma reorganização das estruturas de nichos alimentares, de sítios reprodutivos, a mudanças comportamentais e a alterações ambientais, efetivando a sua permanência no longo prazo, quando a população pode estabelecer outras gerações além da inicial.

V – Proliferação e dispersão

Esta fase representa uma abordagem de escala geográfica e é quando a espécie dissemina-se em todo um sistema, por exemplo, numa bacia hidrográfica. Segundo AGOSTINHO *et al.* (2005), na bacia do rio Paraná pode-se considerar que apenas as espécies *Plagioscion squamosissimus* e *Cichla cf. ocellaris* se enquadram nesta categoria.

1.2. A COMUNIDADE DE PEIXES NO SISTEMA DE RESERVATÓRIOS DO RIO TIETÊ

A partir da segunda metade do século XX, mais de 20 espécies de peixes não-nativas foram introduzidas nos reservatórios do trecho superior do rio Paraná, sendo que na maioria dos casos a introdução foi intencional pelo motivo de gerar alternativas para a pesca artesanal da região (AGOSTINHO *et al.*, 1995).

Nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê a comunidade de peixes passou por grandes alterações qualitativas e quantitativas no decorrer das últimas três décadas, principalmente em função de pressões antrópicas ocorridas ao longo de sua bacia de drenagem, como emissão de grandes quantidades de efluentes domésticos e industriais, construção de barramentos e desmatamento da vegetação ciliar. Resultou destes processos um cenário de reduzida diversidade de espécies de peixes ao longo de todo o curso do rio, inclusive com extinções locais de algumas espécies nativas.

O primeiro registro dessas introduções refere-se à espécie *Astronotus ocellatus* de origem amazônica, introduzida a partir de 1938 (CNEC, 1969). Posteriormente vieram as espécies africanas *Tilapia rendalli* e *Oreochromis niloticus* no ano de 1952, introduzidas com o objetivo de aumentar os estoques pesqueiros, segundo WELCOMME (1988); e a espécie *Plagioscion squamosissimus* nativa dos rios Parnaíba, Trombetas, Negro e Amazonas (NOMURA, 1984).

Na década de 80 consolidaram-se as introduções de outras espécies como *Cichla* sp., *Triportheus signatus*, *Lipossarcus anisitsi*, *Satanoperca jurupari*, *Trachelyopterus coriaceus*, *Hoplias lacerdae* e *Colossoma macropomum* (SMITH *et al.*, 2005b).

A espécie *Plagioscion squamosissimus*, inicialmente descrita por HECKEL (1840) com o nome científico de *Sciaena squamosissimus*, é conhecida popularmente por corvina, curvina, cruvina, pescada do Piauí, corvina do rio, pescada cacunda, pescada amarela, pescada foguete, pescada branca, pescada do Parnaíba, tortinha e seleira, dependendo da região onde ocorre (RINGUELET *et al.*, 1967 *apud* CESP, 1993; NOMURA, 1984).

Pertence à família Sciaenidae a qual, no Brasil, compreende cerca de 10 espécies de água doce (NOMURA, 1984), quase todas consideradas de elevado valor para o consumo humano (CAMPOS, 1942), sendo que os gêneros *Plagioscion*, *Pachyurus* e *Pachypops* são os principais representantes. A espécie *Plagioscion squamosissimus*, em particular, é considerada como um peixe de carne saborosa de excelente paladar e fácil digestão, com poucas espinhas, assemelhando-se na forma e sabor aos exemplares marinhos (MACHADO, 1972 *apud* CESP, 1993). Os indivíduos aduntos podem superar 6kg de biomassa e 70cm de comprimento (SILVA, 1981).

Sua distribuição original abrangia as bacias Amazônica e do rio Parnaíba, a partir das quais foi introduzida com sucesso nos açudes do Nordeste pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

De acordo com MACHADO (1974) *apud* CESP (1993), a espécie *Plagioscion squamosissimus* foi introduzida no estado de São Paulo, inicialmente no rio Pardo, onde se estabeleceu com sucesso e se dispersou para o rio Grande e, em 1972, para os reservatórios de Ilha Solteira e Jupia no rio Paraná, atingindo densidades populacionais suficientes para levarem a uma expressiva produção pesqueira. A partir de então passaram a ocupar o sistema de reservatórios do rio Tietê.

Pelo fato de apresentar um comportamento reprodutivo bastante adaptado aos ambientes lênticos e com baixa profundidade (CHACON & SILVA, 1971), a espécie passou a colonizar com rapidez e facilidade os reservatórios brasileiros nos quais foi introduzido. Especialmente no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, a espécie apresentou rápido sucesso na ocupação, passando a participar da comunidade de peixes com grandes densidades populacionais.

Dentre as diversas espécies não nativas introduzidas nos reservatórios do trecho alto do rio Paraná, a espécie *P. squamosissimus* é uma das poucas que se adequaram às condições ambientais existentes e, assim, conseguiram alcançar grandes densidades populacionais, chegando a ser a terceira espécie com produção pesqueira mais expressiva no reservatório de Itaipu (AGOSTINHO *et al.*, 1995).

Segundo TORLONI *et al.* (1993) a espécie *P. squamosissimus* é uma das mais capturadas nos reservatórios de Barra Bonita, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava. Atualmente, os pescadores encontram grande facilidade para a captura de *Plagioscion squamosissimus* nos reservatórios do rio Tietê, e o pescado resultante encontra grande aceitação comercial (CRUZ *et al.*, 1990).

A espécie *Geophagus surinamensis* Block, 1791, originário da bacia do rio Amazonas, foi encontrada recentemente no reservatório de Três Irmãos por SMITH (2004), embora não existam maiores informações sobre a estrutura populacional e o processo de introdução da espécie.

Embora a comunidade de peixes do sistema formado pelos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê já tenha sido objeto de diversos estudos, a análise da comunidade de peixes com vistas a avaliar os processos de introdução das espécies não-nativas é um exercício que deve ser empregado com frequência para o levantamento de subsídios técnico-científicos que fortaleçam o estabelecimento ou ajustamento de práticas de manejo. Neste sentido, a compreensão dos processos ecológicos é fundamental para a conservação da diversidade da comunidade de peixes, vis-a-vis o controle populacional das espécies não-nativas.

2. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi o de analisar o estado atual do processo de introdução das espécies não-nativas *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis* nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, a partir de uma análise espacial da comunidade de peixes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar espacialmente o sistema em função das variáveis físicas e químicas;
- Caracterizar espacialmente a comunidade de peixes, com ênfase nas espécies não-nativas;
- Analisar o estado atual do processo de introdução da espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus* no sistema, a partir da caracterização espacial da estrutura populacional com ênfase na abundância, biometria, reprodução e alimentação;
- Confirmar a ocorrência da espécie não-nativa *Geophagus surinamensis* e analisar o estado atual do processo de introdução desta espécie no sistema a partir da caracterização da estrutura populacional com ênfase na abundância, biometria, reprodução e alimentação;
- Analisar as possíveis sobreposições de nichos tróficos entre as espécies nativas e as não-nativas, com ênfase nas espécies *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis*.

3. JUSTIFICATIVA

A avaliação do atual estágio de introdução das espécies não-nativas *Plagioscion squamosissimus* e de *Geophagus surinamensis* nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, associada à caracterização das estruturas populacionais destas espécies, à caracterização da diversidade da comunidade de peixes e à análise da sobreposição de nicho trófico, é subsídio fundamental para o estabelecimento de técnicas de manejo, programas de educação ambiental e para a formulação de políticas públicas que venham minimizar o impacto destas espécies no sistema e evitar a introdução de novas espécies não-nativas.

O presente estudo compõe o escopo do Projeto Temático “Monitoramento e Desenvolvimento de Tecnologias para o de Manejo de Espécies Exóticas em Águas Doces” (Edital PROBIO/FNMA 04/2001: “Manejo de espécies ameaçadas de extinção e de espécies invasoras, visando a conservação da biodiversidade”). Este projeto temático tem, dentre os seus objetivos, aumentar o conhecimento sobre a distribuição espacial, aspectos reprodutivos e a representatividade numérica e de biomassa das espécies não-nativas de peixes nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, como subsídio para a elaboração de práticas de manejo e para a construção de políticas públicas que venham a reduzir os impactos destas espécies nos ambientes onde estão instaladas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DELINEAMENTO LÓGICO DO TRABALHO

Este capítulo apresenta, a partir de um delineamento lógico, como a análise realizada pelo presente trabalho está relacionada com a necessidade da geração de subsídios para o estabelecimento de diretrizes que venham a compor uma estratégia de mitigação dos impactos atuais ou futuros causados pelas espécies de peixes não-nativas *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis* no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê.

Para isto, estão descritos o problema geral, a pergunta decorrente deste problema, as premissas que constituem as condições teóricas de contorno da abordagem e a hipótese que está em análise no trabalho.

I – Problema

A comunidade de peixes do sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê é composta por uma série de espécies não-nativas que causam ou podem vir a causar, dependendo da efetividade da introdução, diversos impactos nas estruturas populacionais das espécies nativas. Dentre as espécies não-nativas, destacam-se *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis* que, provavelmente, encontram-se em diferentes estágios de introdução no sistema, o que pode indicar caminhos distintos no estabelecimento de diretrizes para práticas de manejo.

II – Pergunta

No caso do sistema formado pelos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê – SP, existem evidências de que a espécie não-nativa *Geophagus surinamensis* está realmente em processo efetivo de introdução, a exemplo do que ocorreu para a espécie *Plagioscion squamosissimus*?

III - Premissas

- a introdução de espécies de peixes é um evento constante nas bacias hidrográficas brasileiras;
- espécies não-nativas de peixes podem ser transportadas para um sistema sem que se efetive o processo de introdução, uma vez que nem todas as espécies fruto de introdução se estabelecem efetivamente em uma nova localidade;
- devido às dimensões geográfica, social, econômica e hidrológica, o sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê está constantemente exposto à ocorrência de novas introduções de espécies não-nativas de peixes;
- a introdução efetiva de uma espécie de peixe não-nativa em um sistema ocorre quando sua população supera as fases de transporte, chegada, estabelecimento, integração, proliferação e dispersão;
- as estratégias de manejo a serem adotadas para a mitigação dos impactos causados pela presença de uma espécie não-nativa dependem do conhecimento sobre qual fase de introdução que a espécie está empreendendo.

IV) Hipótese

Pelos métodos empregados no presente trabalho, apresenta-se a hipótese:

A espécie não-nativa *Geophagus surinamensis* tem a sua ocorrência recente confirmada e se encontra em processo progressivo de introdução no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê/SP, a exemplo do que já ocorrera com a espécie não-nativa *Plagiosion squamosissimus*.

4.2. ÁREA DE ESTUDO

- **O sistema de reservatórios do Rio Tietê**

O rio Tietê é considerado como um dos grandes rios paulista pelo fato de percorrer quase toda a extensão latitudinal do Estado, estando inserido totalmente nos limites político-geográficos do estado de São Paulo.

Apresenta importantes afluentes ao longo de toda sua bacia, como os rios Piracicaba, Jacaré-Pepira, Pinheiros, Dourado, dentre outros, além de atravessar importantes centros urbanos ao longo de seu curso, motivo pelo qual este rio tem historicamente sofrido grandes impactos na qualidade da água.

A partir de 1962, o rio Tietê começou a ser submetido a uma série de barramentos com a finalidade primeira da geração de energia elétrica, o que resultou numa cascata de seis reservatórios nos trechos médio e baixo, desde a região central do Estado de São Paulo, até a sua foz no rio Paraná (Figura 1).

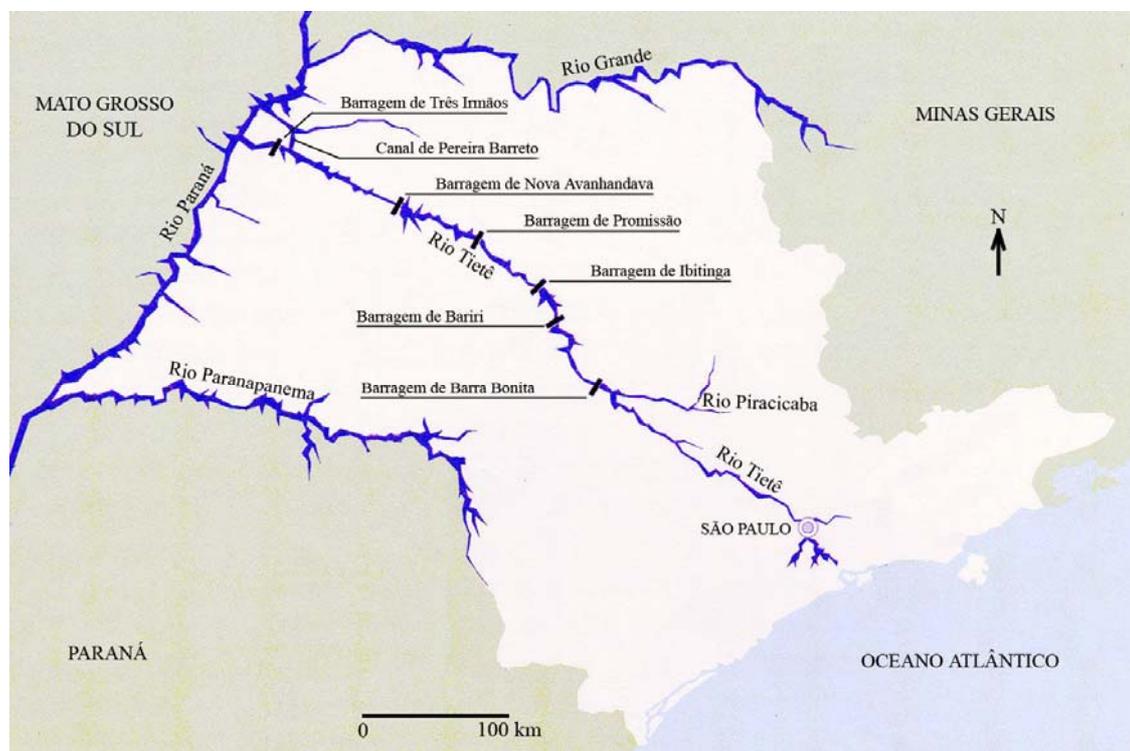


Figura 1 – Localização dos barramentos que formam os seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê – SP. Adaptado de CESP (1998).

Ao longo das duas últimas décadas estudos sobre diversas temáticas associadas à ecologias dos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê vêm sendo realizados, como os de SANDES (1990), AMARAL & PETRERE Jr. (1994), CASTRO (1994), BARRELA (1998), PEREIRA (2001), RODGHER (2001), STEFANI (2001), PASCHOAL (2002), PEREIRA (2003), RODRIGUES (2003), TAVARES (2003), PAMPLIN (2004), SMITH (2004), ESPÍNDOLA *et al.* (2005), FRANÇA *et al.* (2005), MARCIANO (2005), MARCIANO *et al.* (2005), PAMPLIN & ROCHA (2005), PEREIRA *et al.* (2005), SMITH *et al.* (2005a), SMITH *et al.* (2005b), STEFANI *et al.* (2005a), STEFANI *et al.* (2005b), SURIANI *et al.* (2005), VELLUDO (2005), VELLUDO (em preparação), dentre outros.

A seguir apresenta-se uma breve descrição dos seis reservatórios estudados, de acordo com CESP (1998).

I - Reservatório de Barra Bonita

Construído em 1962, constitui-se no primeiro dos seis reservatórios, localizado no trecho médio superior do rio Tietê e referenciado geograficamente pelas coordenadas 20°31'S e 48°32'W. Possui área de inundação de 31.000 ha e um tempo médio de residência da água de 90,3 dias. Seus principais tributários são os rios Tietê e Piracicaba (Figura 2), os quais aportam água com grandes quantidades de efluentes domésticos e industriais provenientes dos centros urbanos a montante.

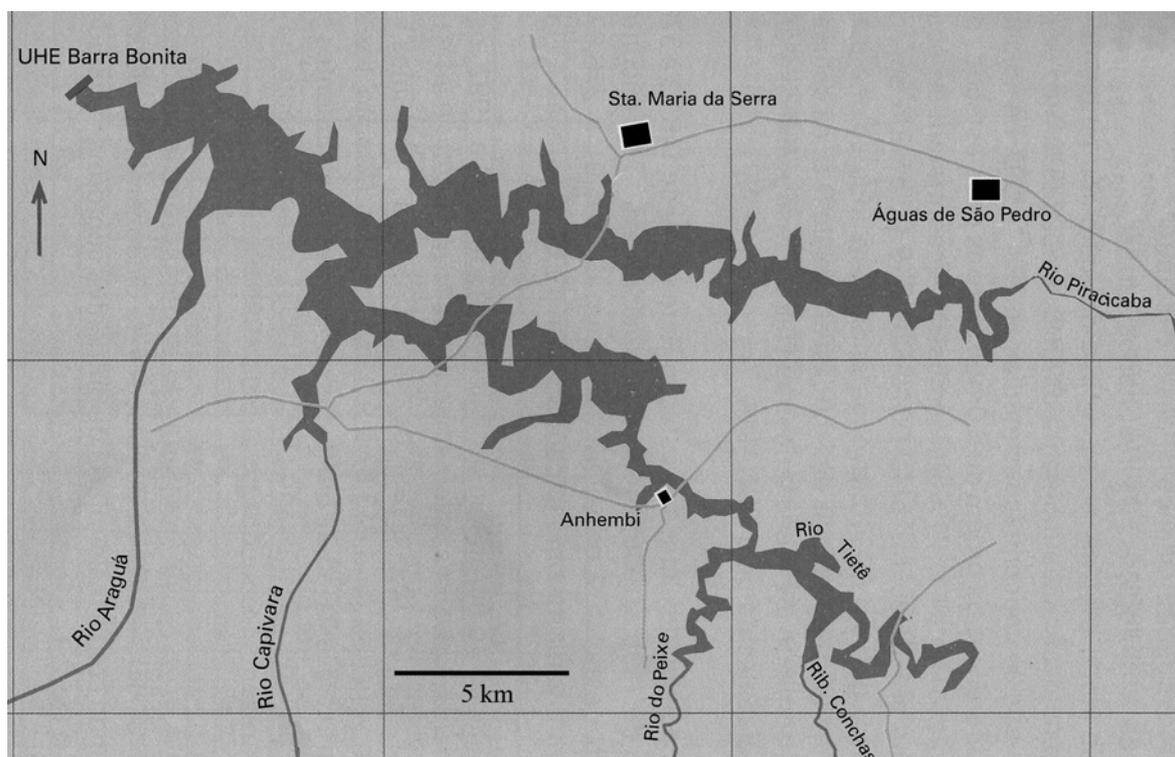


Figura 2 – Reservatório de Barra Bonita com os seus principais afluentes. Adaptado de CESP (1998).

II - Reservatório de Bariri

Foi formado a partir de 1965 com a construção da Usina Hidrelétrica Álvaro de Souza Lima (Bariri). É o segundo reservatório do sistema estudado, no sentido montante-jusante, referenciado geograficamente pelas coordenadas de 22°10'S e 48°48' W e possui uma área de inundação de 5.461 ha, totalizando 14,2 dias de residência da água, motivo pelo qual é considerado como um reservatório de “fio d’água”. Também recebe grandes quantidades de efluentes domésticos e industriais provenientes dos centros urbanos a partir de três importantes afluentes: rio Lençóis, rio Jaú e rio Bauru (Figura 3).

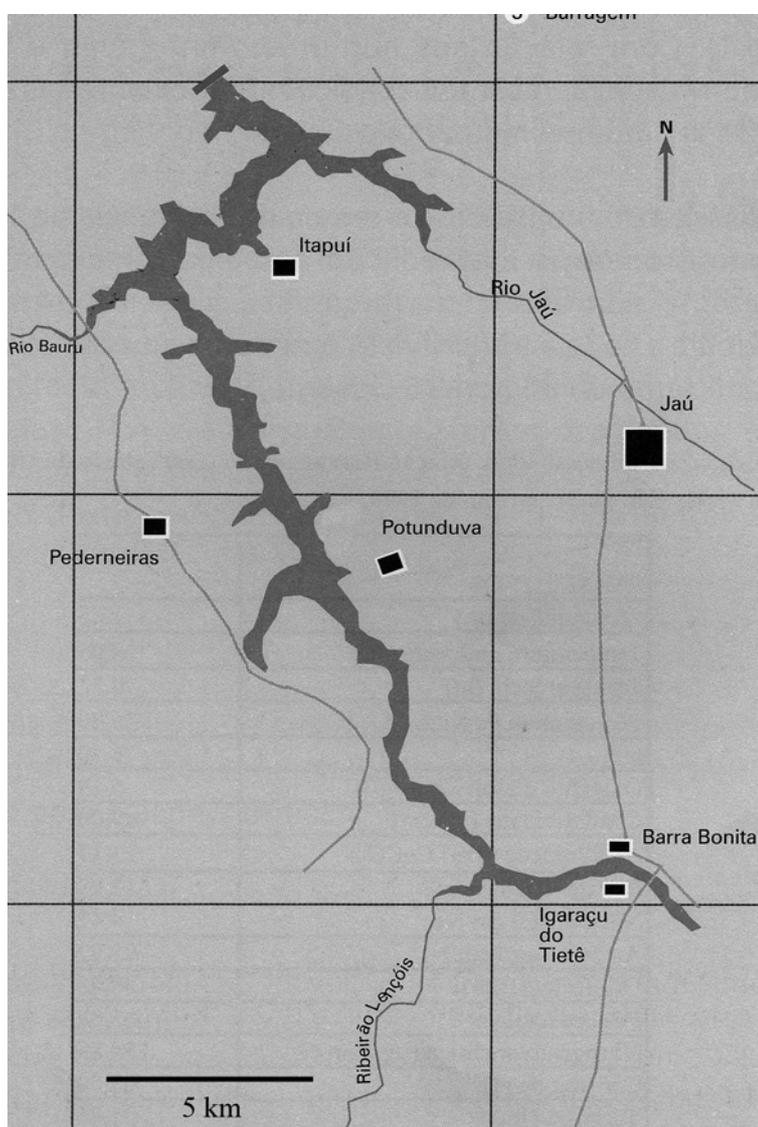


Figura 3 – Reservatório de Bariri com os seus principais afluentes. Adaptado de CESP (1998).

III - Reservatório de Ibitinga

Começou a ser formado a partir de 1969 no trecho médio inferior do rio Tietê ($21^{\circ}45'S$ e $48^{\circ}59'W$). Apresenta tempo médio de residência de 21,6 dias e área alagada de 12.216 ha. Os principais tributários são os rio Claro, Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira (Figura 4).

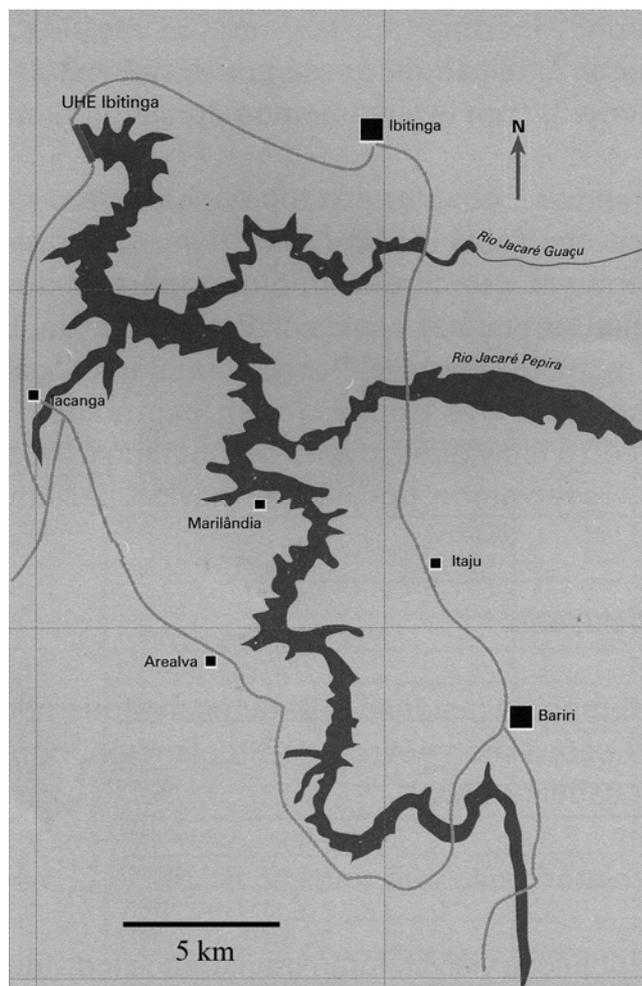


Figura 4 – Reservatório de Ibitinga com os seus principais afluentes. Adaptado de CESP (1998).

IV - Reservatório de Promissão

Foi formado a partir de 1974 com a construção da Usina Hidrelétrica Mário Lopes Leão, constituindo-se no quarto reservatório da cascata localizado na transição dos trechos médio e baixo do rio Tietê, de acordo com as coordenadas 21°18'S e 49°47'W. Possui área alagada de 58.548 ha, tempo médio de residência de 134,1 dias e os tributários mais importantes são os rios Dourado, Cervo Grande, Batalha e ribeirão dos Porcos (Figura 5).

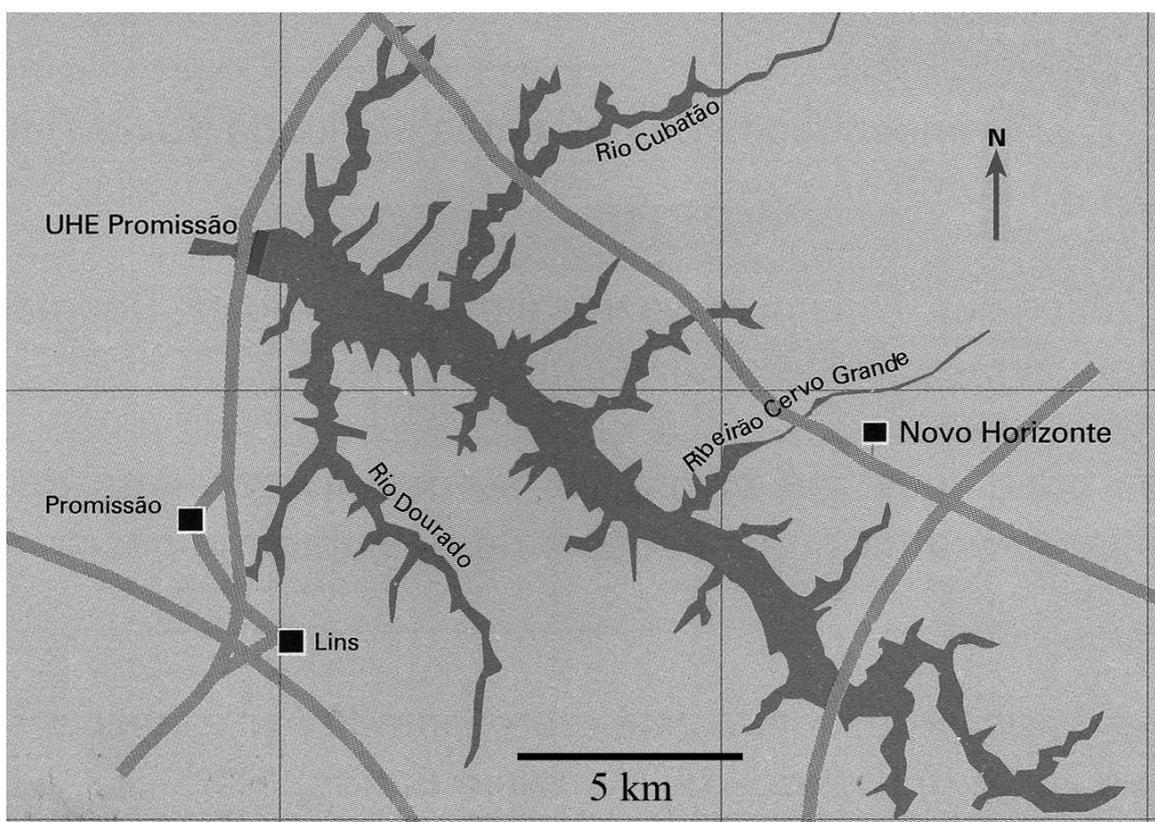


Figura 5 – Reservatório de Promissão com os seus principais afluentes. Adaptado de CESP (1998).

V - Reservatório de Nova Avanhandava

Está localizado no trecho baixo do rio Tietê ($21^{\circ} 07'S$ e $50^{\circ}17'W$), tendo sido formado a partir de 1982. Possui uma área de inundação de 21.700 ha com um tempo médio de residência de 45,7 dias. Dentre os diversos afluentes que recebe, destacam-se o rio dos Patos, o ribeirão dos Ferreiros, ribeirão Bonito e o ribeirão Lajeado (Figura 6).

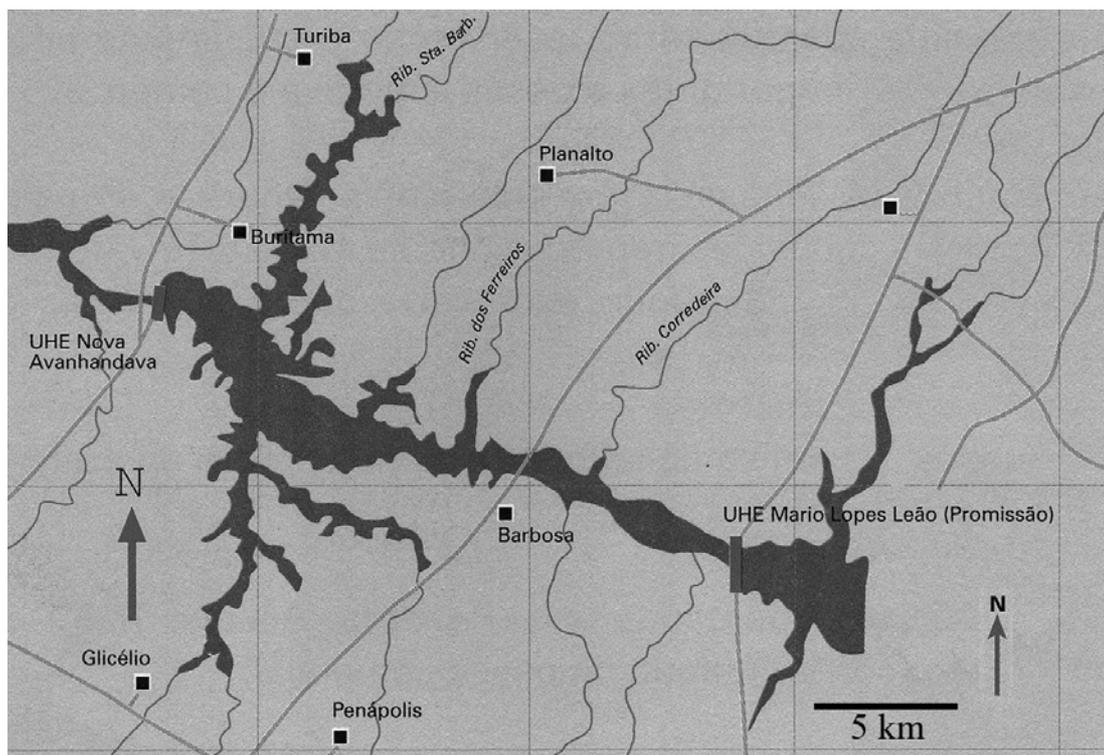


Figura 6 – Reservatório de Nova Avanhandava com seus os principais afluentes. Adaptado de CESP (1998).

VI - Reservatório de Três Irmãos

Constitui-se no último e maior reservatório do sistema do rio Tietê, formado a partir de 1990. Está localizado de acordo com as coordenadas 20°39'S e 51°18'W e apresenta uma área de inundação de 81.700 ha com tempo médio de residência de 217,9 dias. Dentre os 11 tributários que contribuem para sua formação (Figura 7), destacam-se o ribeirão do Mato Grosso, o ribeirão Azul e o ribeirão Macaúbas.

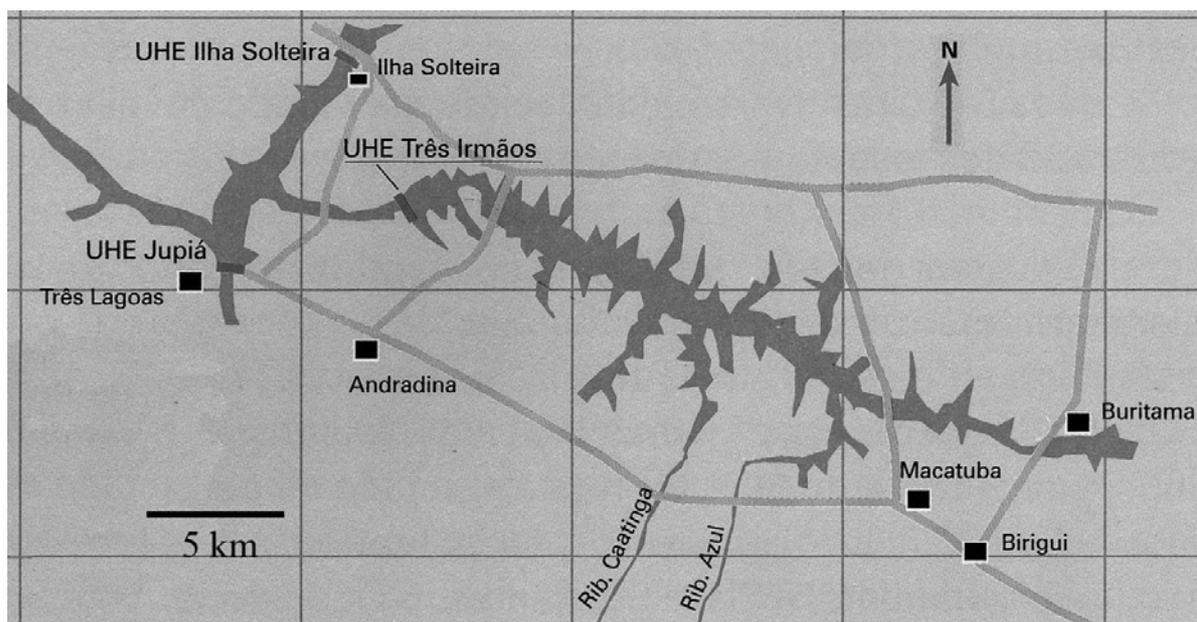


Figura 7 – Reservatório de Três Irmãos com os seus principais afluentes. Adaptado de CESP (1998).

É importante ressaltar que toda a extensão deste sistema é navegável, desde a montante do reservatório de Barra Bonita até a jusante de Três Irmãos, por intermédio de eclusas existentes em todos os seis barramentos e também pelo canal de Pereira Barreto que liga as águas a montante de Três Irmãos com as águas a montante de Ilha Solteira por meio de seu afluente, o rio São José dos Dourados.

- **Locais de amostragem**

Para a análise espacial das variáveis físicas e químicas da água e da comunidade de peixes foram escolhidos três pontos em cada reservatório, nas porções superiores, intermediárias e inferiores de cada um dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Pontos de coleta, nomenclatura e coordenada geográfica em cada reservatório.

Código	Reservatório	Local	Coordenadas geográficas	
			Sul	Oeste
BB-S	Barra Bonita	Início do reservatório	22° 38' 53.2''	48° 22' 20.2''
BB-M	Barra Bonita	Meio do reservatório	22° 33' 10.3''	48° 29' 32.3''
BB-B	Barra Bonita	Próximo à barragem	22° 31' 41.1''	48° 31' 49.2''
Bar-S	Bariri	Início do reservatório	22° 19' 11.5''	48° 44' 15.7''
Bar-M	Bariri	Meio do reservatório	22° 14' 21.4''	48° 47' 23.0''
Bar-B	Bariri	Próximo à barragem	22° 09' 13.0''	48° 44' 52.4''
Ibi-S	Ibitinga	Início do reservatório	22° 01' 18.2''	48° 52' 19.4''
Ibi-M	Ibitinga	Meio do reservatório	21° 52' 01.4''	48° 58' 52.7''
Ibi-B	Ibitinga	Próximo à barragem	21° 45' 30.1''	48° 58' 25.0''
Pro-S	Promissão	Início do reservatório	21° 46' 24.6''	49° 02' 01.8''
Pro-M	Promissão	Meio do reservatório	21° 25' 09.1''	49° 33' 17.4''
Pro-B	Promissão	Próximo à barragem	21° 19' 08.9''	49° 44' 47.5''
NAva-S	Nova Avanhandava	Início do reservatório	21° 15' 12.4''	49° 52' 44.7''
NAva-M	Nova Avanhandava	Meio do reservatório	21° 13' 55.5''	49° 56' 44.7''
NAva-B	Nova Avanhandava	Próximo à barragem	21° 06' 36.3''	50° 10' 30.6''
Três-S	Três Irmãos	Início do reservatório	21° 06' 27.2''	50° 15' 53.3''
Três-M	Três Irmãos	Meio do reservatório	20° 45' 25.0''	50° 54' 23.1''
Três-B	Três Irmãos	Próximo à barragem	20° 38' 52.0''	51° 16' 41.0''

4.3. PERIODICIDADE E HORÁRIOS DE AMOSTRAGEM

As amostragens para caracterização limnológica e da comunidade de peixes foram realizadas nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Datas de amostragem.

Reservatório	Datas das coletas
Barra Bonita	4 a 6 de novembro de 2003
Bariri	7 a 9 de novembro de 2003
Ibitinga	17 a 19 de dezembro de 2003
Promissão	15 a 17 de dezembro de 2003
Nova Avanhandava	9 a 11 de janeiro de 2003
Três Irmãos	7 a 9 de janeiro de 2003 e maio de 2004

O tempo de cada amostragem da comunidade de peixes foi de no mínimo 12 horas, iniciando-se por volta de 18 horas e finalizando na manhã do dia seguinte, momento no qual foram feitas as medidas físicas e químicas da água.

No caso da análise alimentar da espécie *Plagioscion squamosissimus*, os indivíduos foram amostrados durante ciclos completos de 24 horas (coletas de 4 em 4 horas) apenas nos pontos situados próximos às barragens dos reservatórios de Barra Bonita (BB-B) e Bariri (Bar-B), nos meses de janeiro e maio de 2004, e o material coletado foi posteriormente analisado por Marcela Roquetti Velludo e estão apresentados em VELLUDO (2005).

Para a caracterização da espécie *Geophagus surinamensis* foi considerado, além dos períodos apresentados na Tabela 2, o período de maio de 2003 para o reservatório de Três Irmãos.

4.4. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA

- **Profundidade, transparência da água e extensão da zona eufótica**

A transparência da água foi estimada pela medida da profundidade média de desaparecimento e reaparecimento visual do Disco de Secchi. Com o mesmo aparelho foi medida a profundidade total da coluna da água.

A extensão da zona eufótica foi calculada pela multiplicação do valor da leitura do Disco de Secchi pelo fator 2,7, segundo descrito em MARGALEF (1983).

- **pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura**

As medidas foram feitas ao longo de toda a extensão da coluna d'água (de 0,5 em 0,5 metro) utilizando-se um aparelho do tipo sensor múltiplo da marca HORIBA U-10 “water quality checker”. Os resultados destas variáveis estão apresentados a partir das médias e desvios padrões para cada ponto amostrado.

- **Nutrientes dissolvidos e totais**

Para a análise dos nutrientes, as amostras de água foram coletadas na superfície da água, armazenadas em frascos de polietileno e congeladas para análise posterior em laboratório.

Para a determinação dos nutrientes dissolvidos (amônio, nitrato, nitrito, fosfato dissolvido total e fosfato inorgânico) as amostras foram filtradas utilizando-se filtros de fibra de vidro do tipo GF/C da marca “Whatman”. As amostras para a determinação das formas totais de nitrogênio e fósforo não foram filtradas.

Os nutrientes foram determinados em laboratório utilizando-se os métodos espectrofotométricos apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Métodos utilizados nas análises dos nutrientes químicos.

Nutrientes analisados	Referências
Nitrito	BENDCHREIDER & ROBINSON (1952), <i>apud</i> GOLTERMAN <i>et al.</i> (1978)
Nitrato	MACKRETH <i>et al.</i> (1978)
Amônio	KOROLEFF (1976)
Fosfato dissolvido orgânico, inorgânico e total	STRICKLAND & PARSONS (1960)
Nitrogênio e Fósforo Totais	VALDERRAMA (1981)

- **Índice de Estado Trófico**

Para a classificação dos reservatórios segundo o grau de trofia foi adotado o índice de estado trófico de Carlson modificado por TOLEDO JR. *et al.* (1983), tendo sido utilizados valores de fosfato dissolvido total e fósforo total.

Equação:

$$\text{IET (FDT)} = 10 \cdot \{ 6 - [\ln (21,67 / \text{FDT})] / \ln 2 \}$$

$$\text{IET (FT)} = 10 \cdot \{ 6 - [\ln (80,32 / \text{FT})] / \ln 2 \}$$

$$\text{IET Carlson} = [\text{IET(FDT)} + \text{IET(FT)}] / 2$$

onde: FDT = Concentração de fosfato dissolvido total

FT = Concentração de fósforo total

Classificação:

IET Carlson < 44 = Oligotrófico

44 < IET Carlson < 54 = Mesotrófico

54 < IET Carlson = Eutrófico

- **Análise de Componentes Principais**

Esta análise foi aplicada com o objetivo de hierarquizar os pontos de amostragem segundo tendências indicadas pelas variáveis empregadas na caracterização limnológica.

Foram consideradas variáveis importantes para a interpretação dos resultados da análise aquelas que apresentaram coeficiente de correlação maior que 0.9, em módulo, para os componentes 1 e 2. O número mínimo de fatores foi estabelecido segundo MANLY (1986).

Estas análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional R, versão 2.2.1, cuja distribuição e uso são gratuitos a partir do sítio eletrônico www.r-project.org .

4.5. CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES

- **Coleta, conservação e identificação**

Para coleta de peixes foram utilizadas redes de espera com malhas de 3, 4, 6, 8, 10 e 12 cm de distância entre nós opostos, com altura de 1,5m e aproximadamente 300 metros de extensão total (50 metros de extensão para cada rede). As redes foram dispostas transversalmente ao eixo longitudinal dos reservatórios, a partir da margem e permaneceram por um período mínimo de 12 horas, sendo armadas entre 16 e 18 horas e retiradas no início da manhã do dia seguinte.

Os indivíduos foram fixados em formol 10% e receberam injeções de formol puro P.A. na cavidade abdominal de forma a interromper o processo de digestão e conservar o material existente no estômago.

Em laboratório, os exemplares foram submetidos à identificação por meio de chaves de identificação, como a de BRITSKI *et al.* (1984), e por meio do auxílio de especialistas da Universidade Federal de São Carlos, do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada/EESC/USP e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

- **Caracterização espacial da estrutura da comunidade de peixes**

Para a caracterização espacial da comunidade de peixes foram consolidados, por reservatórios, dados relativos à composição de espécies, abundância e diversidade, sempre com ênfase nas espécies não-nativas *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis*.

Para a estimativa da diversidade alfa, foi empregado o índice de Shannon-Wiener (MAGURRAN, 1989), de acordo com a equação a seguir.

$$H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

Onde:

p_i = abundância relativa da *i*-ésima espécie

O índice de Shannon-Wiener considera que todas as espécies estão presentes na mesma proporção na amostra. Embora seja um bom indicador da diversidade, está baseado nas proporções entre as espécies e dá ênfase, em seu cálculo, às espécies mais abundantes.

Para a estimativa da diversidade beta, foi empregada a análise de agrupamento do tipo cluster, de forma a relacionar os seis reservatórios a partir de uma matriz com dados quantitativos de abundância encontrada para cada espécie. Foi aplicada a medida de dissimilaridade de Morisita-Horn (MAGURRAN, 1989) como coeficiente de associação, e o método de ligação do tipo UPGMA (média de grupo). A medida de dissimilaridade de Morisita-Horn foi adotada por permitir o emprego de dados quantitativos não inteiros, resultantes da logaritimização que foi necessária devido ao fato de haver grande dominância de umas poucas espécies. Foi calculado também o coeficiente de correlação cofenética, para se verificar a proporção expressa com que os resultados representam os dados originais. A medida de dissimilaridade de Morisita-Horn para dados quantitativas é representada pela equação abaixo:

$$C_{MH} = [2 \sum . (a_n_i . b_n_i) / (d_a + d_b) aN . bN]$$

Onde:

a_n_i = número de indivíduos à n ésima espécie no local A

b_n_i = número de indivíduos à n ésima espécie no local B

aN = total de número de indivíduos no local A

bN = total de número de indivíduos no local B

$d_a = (\sum a_n_i^2 / aN^2)$

$d_b = (\sum b_n_i^2 / bN^2)$

Esta análise foi realizada com o auxílio do programa computacional R, versão 2.2.1, cuja distribuição e uso são gratuitos a partir do sítio eletrônico www.r-project.org.

É importante ressaltar que os dados aqui apresentados referentes a toda a comunidade de peixes do reservatório de Bariri no mês de novembro de 2003, incluindo as características populacionais e reprodutivas da população de *Plagioscion squamosissimus*, foram obtidos junto a MARCIANO (2005).

- **Caracterização de *Plagioscion squamosissimus* e de *Geophagus surinamensis***

A caracterização espacial das espécies *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis* foram feitas a partir de análises da abundância, biométricas, da alimentação e à reprodutivas.

No laboratório do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos foram feitas as medidas biométricas relativas ao peso total e comprimento total para as duas espécies. Em seguida, os estômagos foram retirados, pesados e conservados em álcool 70% para posterior análise do conteúdo alimentar. Também foram retiradas as gônadas para pesagem e análise visual do estágio de maturação gonadal.

A estrutura da população foi analisada de acordo com as classes de tamanho obtidas pelo Método de Sturges (STURGES, 1926), segundo a equação apresentada a seguir:

$$\text{Número de Classes} = 1 + 3,22 \cdot \log N$$

Onde:

N = número total de indivíduos da população

As relações peso-comprimento foram aplicadas para sexos agrupados de acordo com o sugerido por LE CREN (1951), a partir da seguinte equação:

$$W_t = a L_t^b$$

Onde:

W_t = peso total do indivíduo

L_t = comprimento total do indivíduo

a = coeficiente considerado como fator de condição

b = coeficiente de crescimento relativo da espécie

A partir disto, os valores de comprimento total e peso total foram logaritimizadas, obtendo-se uma relação linear comprovada pelo coeficiente de correlação linear de Pearson:

$$\ln Wt = \ln a + b \cdot \ln Lt$$

Onde:

$\ln a$ = coeficiente angular da relação linear (A)

$\ln b$ = coeficiente linear da relação linear (B)

Posteriormente, os coeficientes da regressão linear foram estimados pelo método dos mínimos quadrados.

Para a avaliação do fator de condição relativo de *P. squamosissimus* e de *G. surinamensis* dos reservatórios, foram calculadas as médias do fator de condição relativo (LE CREN, 1951) e seus respectivos intervalos de confiança, de acordo com a seguinte equação:

$$Kr = Wt / We$$

Onde:

Kr = fator de condição relativo

Wt = peso total do indivíduo

We = peso total teoricamente esperado do indivíduo, determinado por:

$$We = (Lt^b) \cdot a, \text{ onde}$$

Lt = comprimento total do indivíduo

a = coeficiente considerado como fator de condição

b = coeficiente de crescimento relativo da espécie

Para testar as diferenças entre as séries dos valores de Kr obtidos para cada reservatório, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, complementado pelo agrupamento de Dunn (ZAR, 1996).

A estimativa dos estágios de maturação gonadal de *P. squamosissimus* e *G. surinamensis* foi feita em laboratório para ambos os sexos, a partir da análise macroscópica das gônadas, de acordo com os seguintes critérios utilizados por MARCIANO (2005):

- Imaturo (ou indiferenciado): impossível de distinguir o estágio e identificar o sexo;

- Em maturação: ovários ocupando cerca de 1/3 a 2/3 da cavidade abdominal, com intensas redes capilares, sendo possível observar os ovócitos a olho nu. No caso dos machos, testículos desenvolvidos, com forma lobulada, com membrana rompendo-se com leve pressão, eliminando esperma viscoso;
- Maduro: ovários túrgidos, ocupando quase toda a cavidade abdominal, sendo visíveis a olho nú os ovócitos maduros. No caso dos machos, testículos túrgidos, esbranquiçados, ocupando grande parte da cavidade abdominal e seu líquido menos viscoso que do estágio anterior (VAZZOLER, 1981).

Os exemplares com gônadas deterioradas foram classificados como “estádio não determinado”.

Os resultados resultantes da análise do conteúdo alimentar de *P. squamosissimus* e *G. surinamensis*, para a caracterização do hábito alimentar, foram todos obtidos por Marcela Velludo. A análise referente à espécie *P. squamosissimus* está apresentada em VELLUDO (2005) e aquela referente ao *G. surinamensis* será apresentada em trabalho que está em fase de preparação para publicação.

Para esta análise, foi considerado todo o vestígio de alimento presente nos estômagos das espécies, incluindo matéria orgânica animal e vegetal em estágio avançado de digestão. Os conteúdos foram examinados em lupa e microscópio e identificados até o nível taxonômico mais específico possível.

Foi calculado o volume que o item ocupou segundo a atribuição de pontos sugerida por HYNES (1950). Neste caso, cada item alimentar encontrado teve seu volume (V), em porcentagem, estimado visualmente a partir dos quadrantes que o mesmo ocupava em papel milimetrado, permitindo a avaliação de qualquer vestígio alimentar. Também foi determinada a frequência de ocorrência (F) do item alimentar (WINDELL, 1968 e HYNES, 1950) a partir do percentual de ocorrência de cada item em relação ao somatório de ocorrências em todos os estômagos de cada um dos itens. A partir destas estimativas, foi calculado o índice alimentar (IA) proposto por KAWAKAMI & VAZZOLER (1980), de acordo com a seguinte equação:

$$IA = (F \cdot V) / \sum (F \cdot V)$$

Posteriormente, a partir dos valores de IA foram atribuídos graus de importância para o item, de acordo com a seguinte classificação:

$50 < IA \leq 100$ = Dominantes

$25 < IA \leq 50$ = Essenciais

$10 < IA \leq 25$ = Não desprezíveis

$0 < IA \leq 10$ = Secundárias

- **Análise de sobreposição de nicho alimentar**

Para a análise de verificação da ocorrência de sobreposição de nicho alimentar entre as espécies de peixes nativas e não-nativas, foi montada uma matriz contendo as espécies de peixes e os principais itens presentes na alimentação destas espécies. Os itens considerados foram: fragmentos de peixes, crustáceos, material vegetal macroscópico (fragmentos de gramíneas, folhas e sementes), sedimento com material orgânico em decomposição, gastrópode, fragmentos e insetos, zooplâncton (cladocera, copepoda, rotifera e larvas de chaoborus), zoobentos (larvas de Chironomidae, Ephemeroptera, Coleoptera, Hemiptera e Trichoptera), Odonata, Ostracoda, material vegetal microscópico (fitoplâncton) e Amphipoda.

Para pontuar a frequência de ocorrência destes itens no conteúdo alimentar das espécies foram observados os resultados obtidos por CESP (1985), PEREIRA (2001), SMITH (2004), SMITH *et al.* (2005b), STEFANI *et al.* (2005a), VELLUDO (2005) e VELLUDO (em preparação), além de informações obtidas durante as análises realizadas no presente trabalho, aplicando-se o seguinte critério:

- Peso 3 = Item principal da dieta, caracterizado como dominante;
- Peso 2 = Item com participação essencial ou não desprezível na dieta;
- Peso 1 = Item secundário da dieta;
- Peso 0 = Item ausente na dieta.

A partir da matriz composta pelas espécies e pela frequência dos conteúdos, ponderados pelos critérios acima, foi feita uma análise de agrupamento do tipo cluster, adotando-se o índice de Morisita-Horn como coeficiente de correlação, de acordo com o sugerido por UIEDA (1995), e método de ligação do tipo UPGMA. Para isso foi utilizado o programa computacional R, de distribuição gratuita.

5. RESULTADOS

A apresentação dos resultados está organizada em função de uma abordagem geral das características limnológicas e da comunidade de peixes, com destaque para as espécies não-nativas *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis*. Ressalta-se que todos os resultados apresentados de forma gráfica também constam em quadros no Anexo.

5.1. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA

A seguir está apresentada a caracterização limnológica do sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê durante o período estudado.

- **Profundidade, transparência e extensão da zona eufótica**

A Figura 8 mostra a variação espacial dos valores de profundidade, transparência e extensão da zona eufótica da coluna da água, entre os pontos de amostragem dos seis reservatórios em estudo.

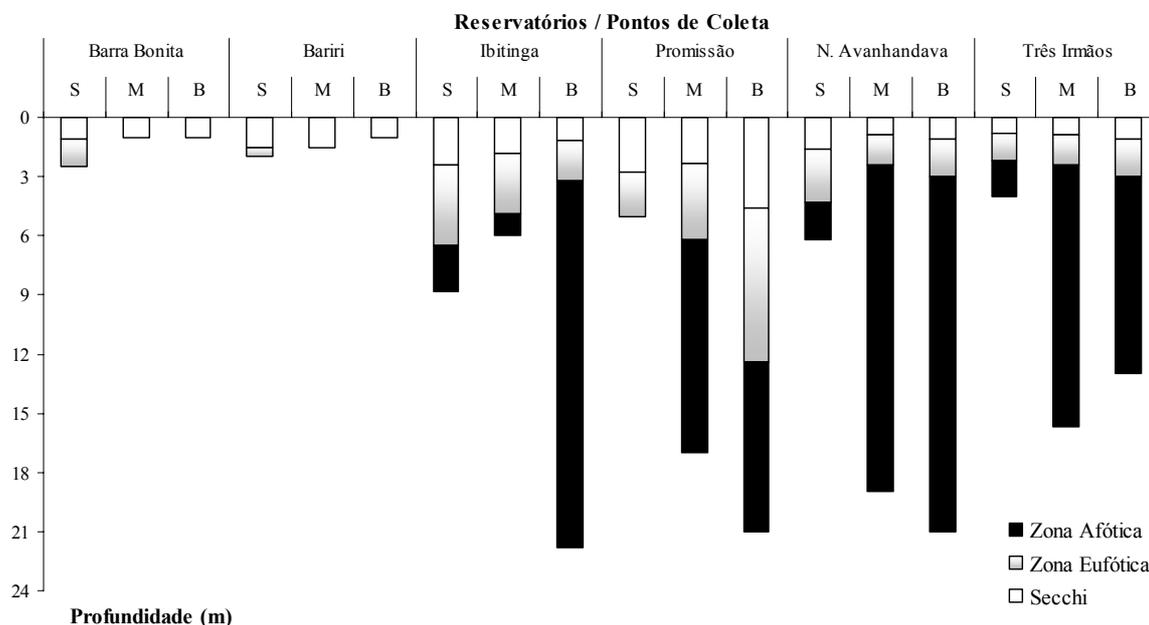


Figura 8 – Variação espacial dos valores de profundidade da coluna da água, transparência e extensão das zonas eufótica e afótica da coluna da água, medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê.

Os pontos de amostragem foram alocados no sentido das regiões litorâneas para as pelágicas dos reservatórios, tendo sido caracterizados com valores de profundidades da coluna da água que variaram de um mínimo de 1 metro nos pontos meio e barragem em Barra Bonita e barragem em Bariri, até o valor de 21,8 metros no ponto barragem do reservatório de Ibitinga, de acordo com a extensão total das barras apresentadas na Figura 8.

No caso dos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, os valores de profundidade foram baixos em todos os pontos de amostrados, o que fez com que a zona eufótica cobrisse toda a coluna nos três pontos de amostragem destes reservatórios, fato que ocorreu também no ponto superior do reservatório de Promissão.

Os maiores valores de profundidade foram observados nos pontos barragem dos reservatórios Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, sendo que no ponto barragem de Promissão os valores observados para transparência da água e, conseqüentemente, para extensão da zona eufótica, foram os maiores para todo o conjunto de dados amostrados.

- **pH**

Os valores médios de pH, apresentados na Figura 9, variaram de 6,30 no ponto barragem em Barra Bonita até 9,40 no ponto meio do reservatório de Ibitinga.

No caso dos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Nova Avanhandava observou-se decréscimos nos valores médios de pH no sentido montante-jusante dos reservatórios.

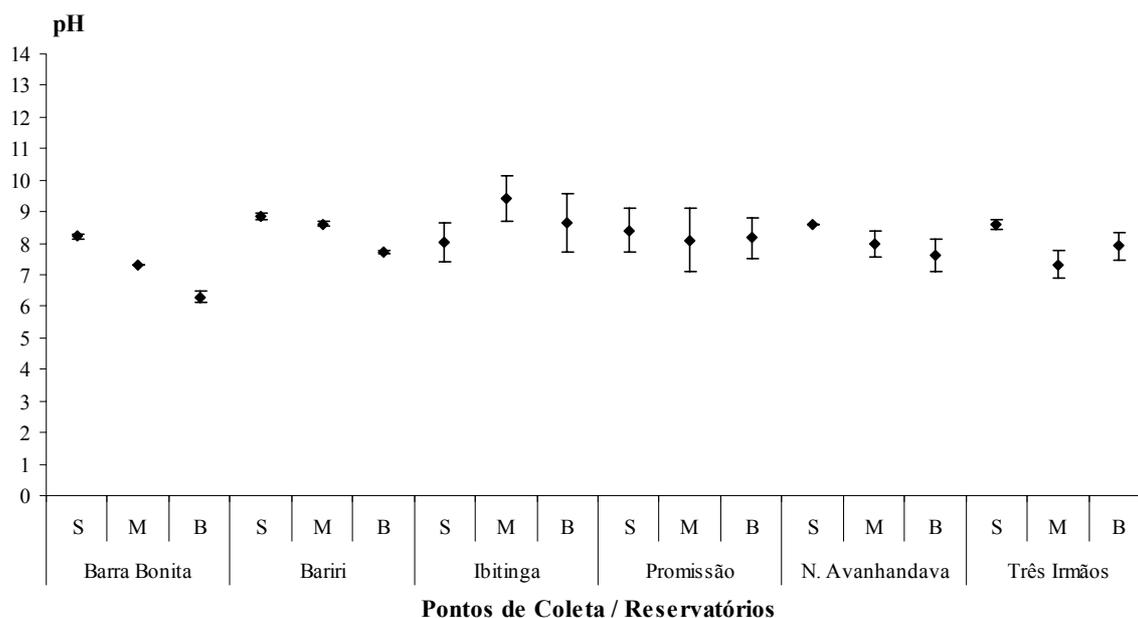


Figura 9 – Variação espacial dos valores médios de pH e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Em relação aos desvios padrões, as menores variações foram observadas nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri e nos pontos superiores dos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos. As maiores variações dos valores médios de pH em relação aos seus desvios padrões foram observadas nos reservatórios de Ibitinga e Promissão.

- **Condutividade elétrica**

De acordo com a variação espacial da condutividade elétrica apresentada na Figura 10, é possível verificar um gradiente decrescente nos valores médios no sentido montante-jusante, considerando todo o sistema de reservatórios, com o maior valor de 327,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ encontrado no ponto superior de Barra Bonita e o menor de 128,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ encontrado no ponto barragem de Três Irmãos.

As variações dos valores médios de condutividade elétrica em relação aos desvios-padrão foram, em geral, muito pequenas, com exceção dos pontos meio e barragem de Ibitinga e meio de Promissão, onde estas variações foram maiores.

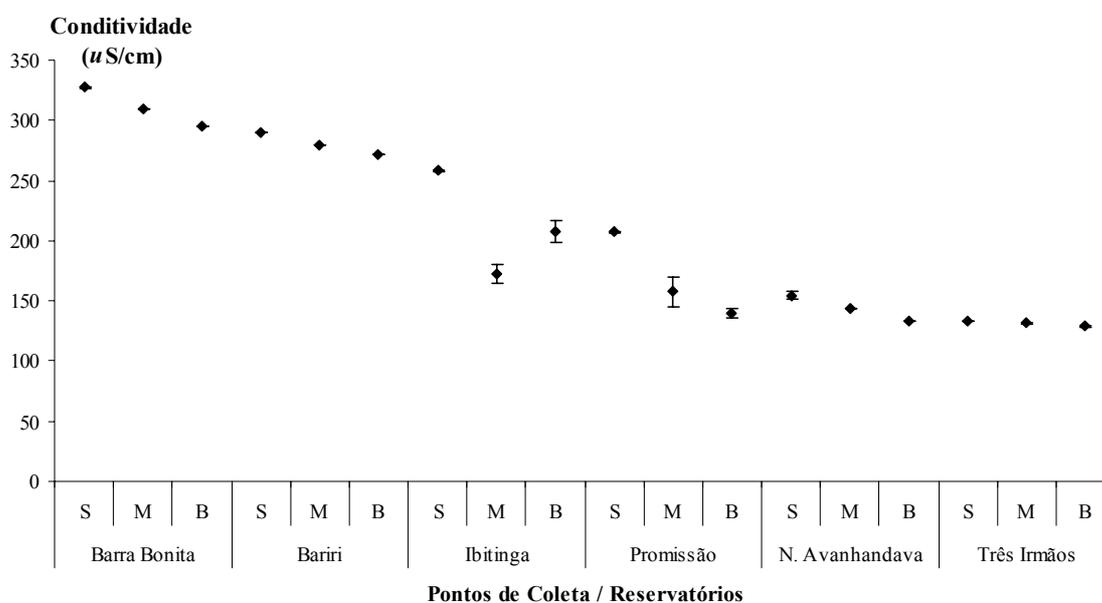


Figura 10 – Variação espacial dos valores médios de condutividade elétrica e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

- **Oxigênio dissolvido**

De acordo com a Figura 11, verifica-se uma grande variação espacial nos valores de oxigênio dissolvido, sendo que o menor valor médio de 3,66 mg/l foi observado no ponto superior de Barra Bonita e o maior valor médio foi de 7,93 mg/l, encontrado no ponto barragem de Ibitinga.

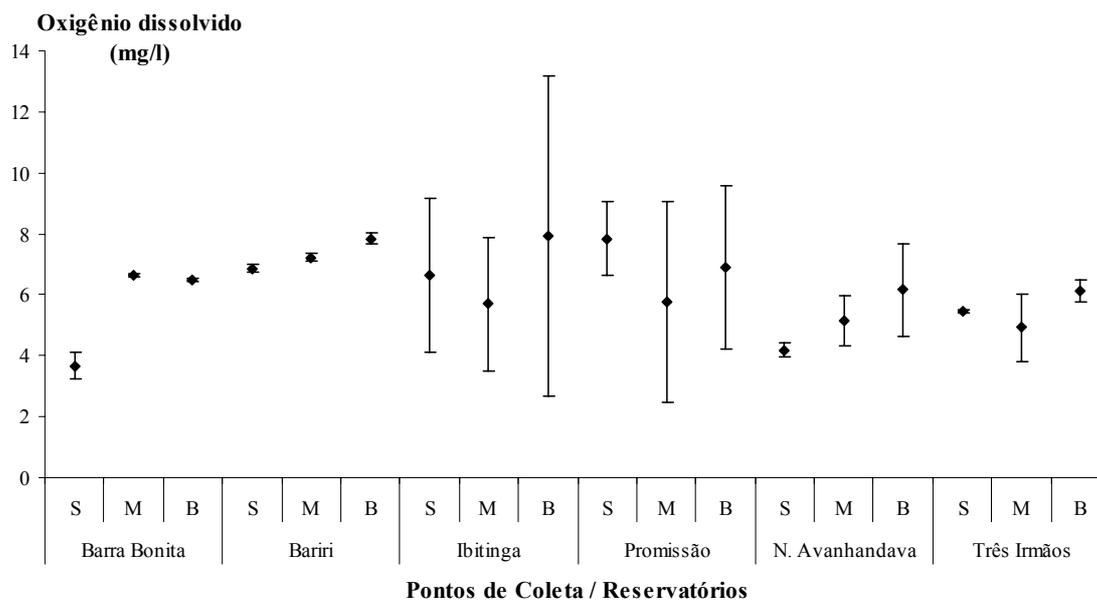


Figura 11 – Variação espacial dos valores médios de oxigênio dissolvido e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Os valores médios menos representativos de oxigênio dissolvido, associados a altos valores de desvios padrões, foram verificados nos reservatórios de Promissão e Ibitinga, juntamente com os pontos meio e barragem do reservatórios de Nova Avanhandava e meio de Três Irmãos.

- **Temperatura da água**

A partir da variação espacial dos valores médios de temperatura da água, apresentada na Figura 12, é possível observar que ocorreu um acréscimo dos valores no sentido montante-jusante de todo o sistema estudado.

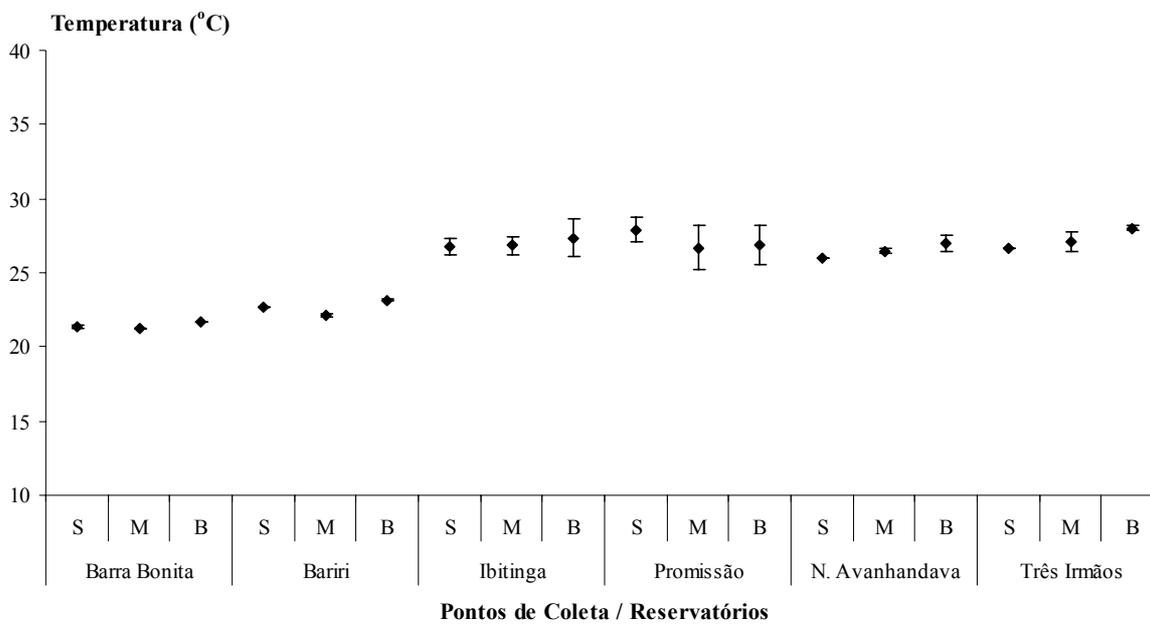


Figura 12 – Variação espacial dos valores médios de temperatura da água e respectivos desvios padrões medidos nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

O menor valor médio para esta variável foi de 21,3 °C, obtido no ponto superior de Barra Bonita, e o maior foi de 28 °C, no ponto barragem do reservatório de Três Irmãos.

As maiores variações dos valores médios de temperatura da água em relação aos desvios padrões, considerando o conjunto de dados de cada ponto de amostragem, foram verificados nos reservatórios de Ibitinga e Promissão.

- **Nitrito**

Em relação à variação espacial dos valores de nitrito apresentada na Figura 13, é possível verificar que os valores foram maiores nos três primeiros reservatórios do sistema (Barra Bonita, Bariri e Ibitinga), além dos pontos superiores dos reservatórios de Promissão e Três Irmãos.

Os valores obtidos para esta forma nitrogenada variaram de um mínimo de 1,38 $\mu\text{g/l}$ no ponto meio do reservatório de Três Irmãos e um máximo de 400,29 $\mu\text{g/l}$ no ponto superior do reservatório de Barra Bonita.

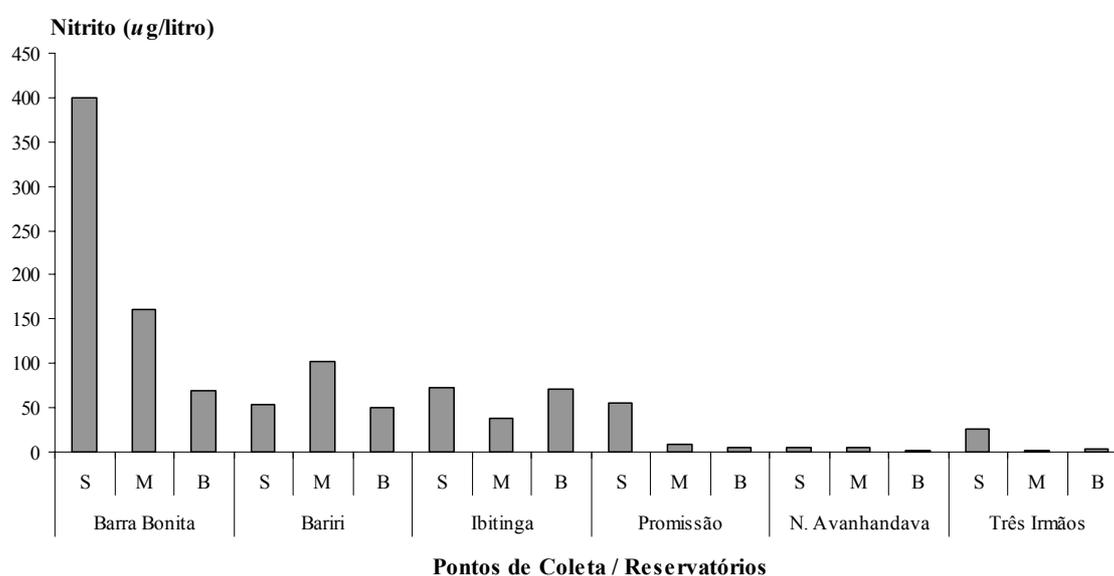


Figura 13 – Variação espacial das concentrações de nitrito medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

- **Nitrato**

A partir da variação espacial dos valores de nitrato apresentada na Figura 14, é possível verificar um gradiente decrescente nos valores no sentido montante-jusante do sistema, o qual se apresenta de forma mais marcante do que aquele observado para os valores de nitrito, tendo ocorrido valores maiores de nitrato nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, valores intermediários em Ibitinga e Promissão e valores menores em Nova Avanhandava e Três Irmãos.

O espectro de variação dos valores de nitrato no sistema estudado foi de um mínimo de 25,43 $\mu\text{g/l}$ no ponto barragem de Três Irmãos e um máximo de 2.309,58 $\mu\text{g/l}$ no ponto superior do reservatório de Barra Bonita.

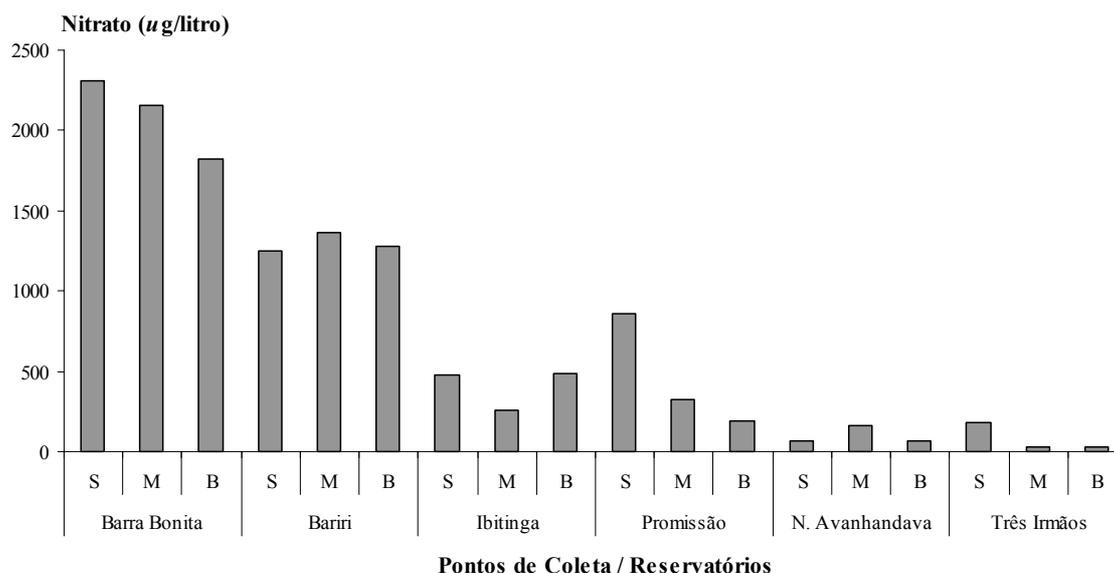


Figura 14 – Variação espacial das concentrações de nitrato medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

- **Nitrogênio amoniacal**

Diferentemente do que fora observado para o nitrito e nitrato, no caso da variação espacial dos valores de nitrogênio amoniacal apresentada na Figura 15 não foi possível identificar um gradiente decrescente no sentido montante-jusante. Os maiores valores para esta forma nitrogenada foram observados no primeiro e no último reservatório do sistema estudado, ou seja, em Barra Bonita e em Três Irmãos, sendo que o maior valor foi de 232,36 $\mu\text{g/l}$ obtido no ponto meio de Barra Bonita e o menor valor, 2,66 $\mu\text{g/l}$, no ponto superior do reservatório de Ibitinga.

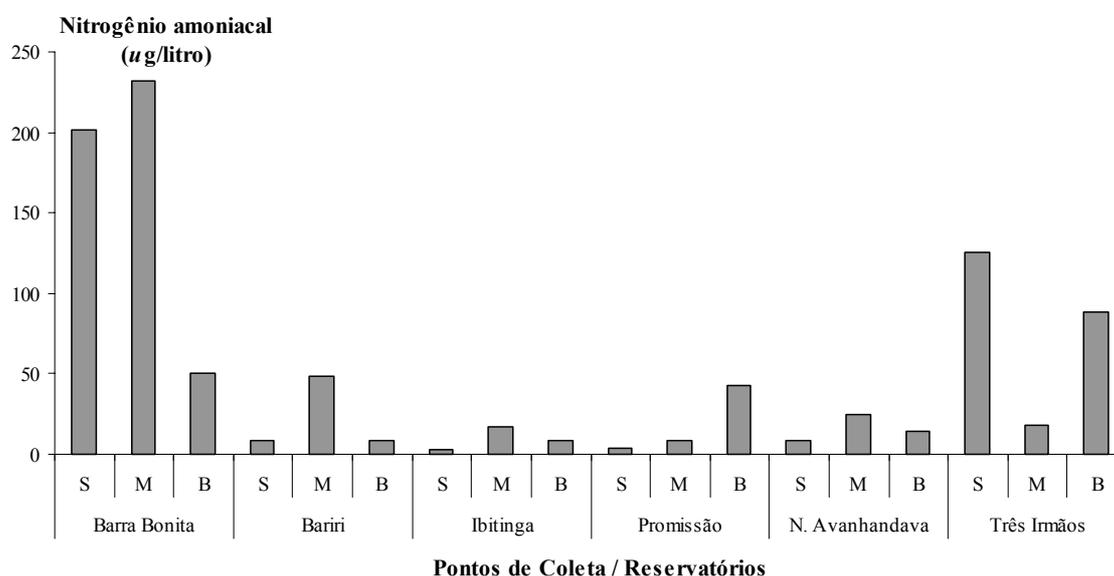


Figura 15 – Variação espacial das concentrações de nitrogênio amoniacal medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

- **Nitrogênio total**

Refletindo o que fora identificado para nitrito e nitrato, a partir da Figura 16 é possível verificar que a variação espacial dos valores de nitrogênio total revelou um gradiente decrescente no sentido montante-jusante do sistema, com maiores valores nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, intermediários em Ibitinga e Promissão e menores nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos, com exceção do ponto barragem de Barra Bonita que apresentou um valor intermediário semelhante aqueles observados nos reservatórios de Ibitinga e Promissão.

A variação dos valores de nitrogênio total ocorreu de um mínimo de 445,20 µg/l no ponto barragem do reservatório de Três Irmãos e um máximo de 4.450,32 µg/l no ponto superior de Barra Bonita.

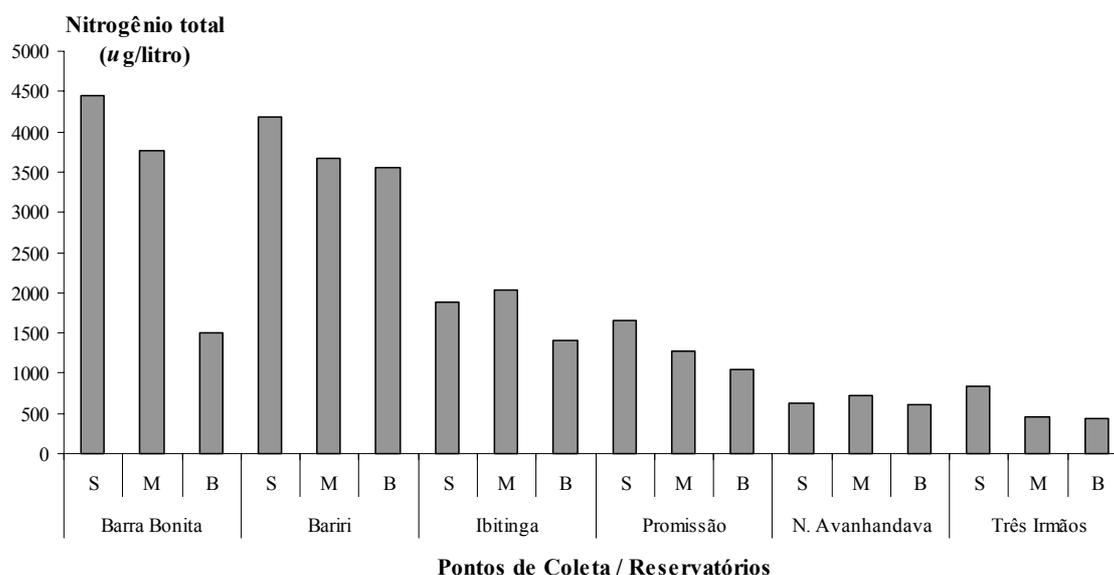


Figura 16 – Variação espacial das concentrações de nitrogênio total medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

- **Frações orgânica e inorgânica de fosfato dissolvido**

A partir da Figura 17, que apresenta a variação espacial dos valores das frações de fosfato dissolvido, é possível verificar que aqueles obtidos para a fração inorgânica foram decrescentes no sentido montante-jusante, com maiores valores nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, sendo o maior (264,51 $\mu\text{g/l}$) verificado no ponto superior de Barra Bonita. No ponto barragem de Ibitinga, meio e barragem de Promissão e nos reservatórios Nova Avanhandava e Três Irmãos os valores de fosfato dissolvido inorgânico foram relativamente mais baixos do que no restante do sistema, sendo o menor de 1,82 $\mu\text{g/l}$ obtido no ponto meio de Três Irmãos.

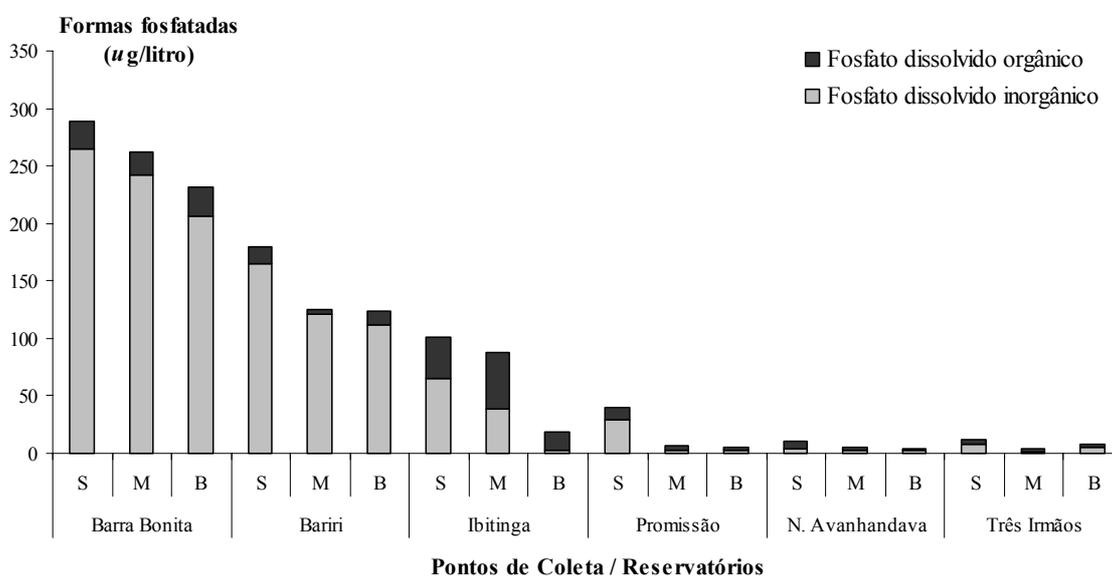


Figura 17 – Variação espacial das concentrações de fosfato dissolvido inorgânico e fosfato dissolvido orgânico medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Em relação à fração orgânica do fosfato dissolvido, os maiores valores foram verificados nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri (com exceção do ponto meio), Ibitinga e no ponto superior de Promissão. Nos demais pontos à jusante do sistema, os valores desta forma fosfatada foram menores, porém sem que fosse possível identificar um gradiente decrescente nas concentrações, assim como fora observado para nitrito, nitrato e nitrogênio total.

As concentrações da fração orgânica de fosfato dissolvido variaram de um mínimo de 1,54 $\mu\text{g/l}$ no ponto barragem de Nova Avanhandava e um máximo de 49,51 $\mu\text{g/l}$ no ponto meio de Ibitinga.

- **Fósforo total**

Assim com verificado para nitrito, nitrato, nitrogênio total e para a fração inorgânica de fosfato dissolvido, foi identificado um gradiente decrescente nas concentrações de fósforo total (Figura 18) no sentido montante-jusante, com maiores valores no reservatório de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga, e menores nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos.

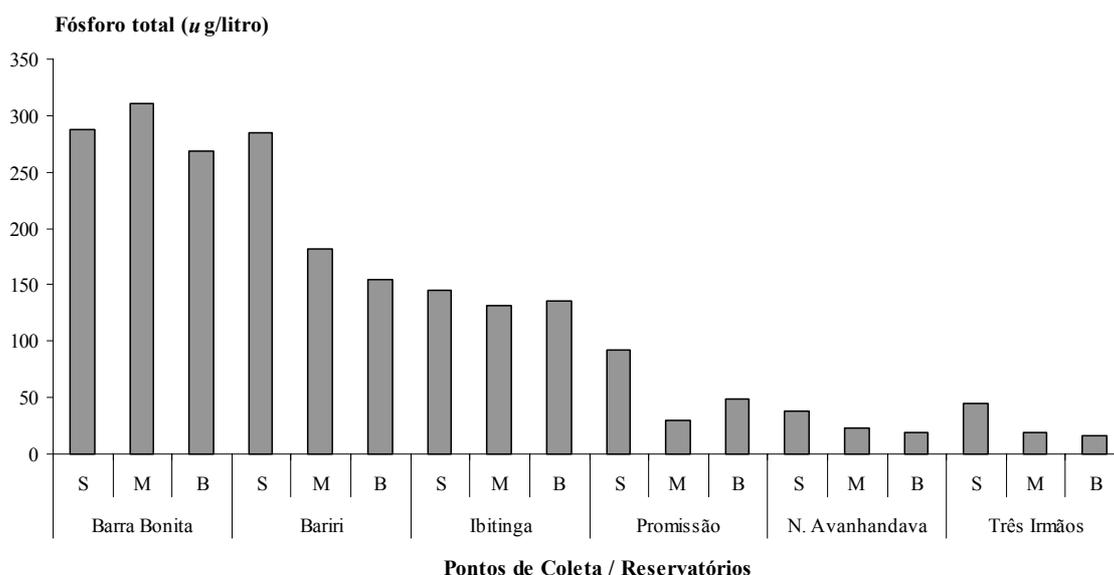


Figura 18 – Variação espacial das concentrações de fósforo total medidas nos pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

A variação das concentrações de fósforo total ocorreu entre o valor mínimo de 16,72 $\mu\text{g/l}$ no ponto barragem de Três Irmãos e um máximo de 311,31 $\mu\text{g/l}$ no ponto meio de Barra Bonita.

- **Índice de estado trófico**

A Figura 19 mostra a variação espacial dos valores do índice de estado trófico e a classificação dos pontos segundo o grau de trofia, a partir da qual também é possível identificar um gradiente longitudinal decrescente no sentido montante-jusante.

Os reservatórios de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga e o ponto superior de Promissão foram classificados como eutróficos; os pontos meio e barragem de Promissão e superiores de Nova Avanhandava e Três Irmãos foram classificados como mesotróficos; e os pontos meio e barragem de Nova Avanhandava e Três Irmãos como oligotróficos.

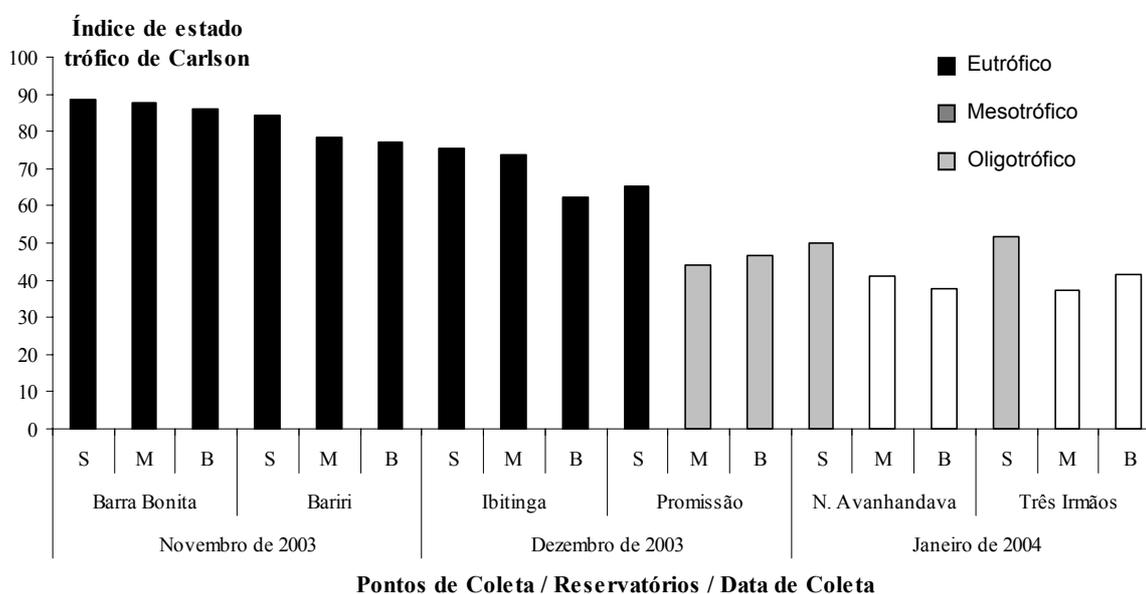


Figura 19 – Variação espacial do estado trófico estimado para os pontos de coleta dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Os valores do índice de estado trófico variaram de um mínimo de 37,28 no ponto barragem do reservatório de Três Irmãos e um máximo de 88,60 no ponto superior de Barra Bonita.

- **Análise de componentes principais**

A partir do emprego da análise de componentes principais para os resultados obtidos para as variáveis limnológicas, verifica-se a associação de variáveis apenas com o componente 1, considerando-se coeficiente de correlação acima de 90 %, assim como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores do coeficiente de correlação entre as variáveis limnológicas e o componente 1.

Variáveis limnológicas	Componente 1
Fósforo total	0.971
Fosfato dissolvido total	0.968
Condutividade elétrica	0.962
IET Carlson (FT)	0.962
Fosfato dissolvido inorgânico	0.953
Nitrato	0.948
Nitrogênio total	0.935
Nitrito	0.932
Variância explicada	64.99 %

Devido a isto, o ordenamento dos pontos de amostragem foi feito apenas em relação ao componente 1 (Figura 20), sendo desnecessário apresentar o ordenamento em relação ao segundo componente.

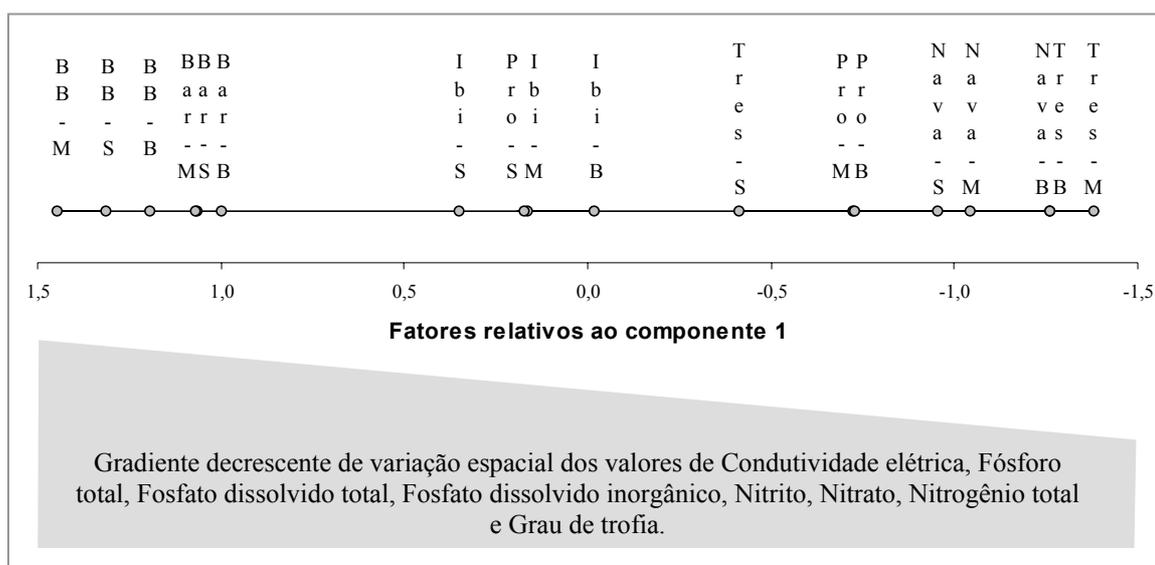


Figura 20 - Ordenação dos pontos de amostragem a partir da análise de componentes principais para as variáveis limnológicas.

A partir destes resultados ficou identificado que o fator mais relevante de ordenamento dos pontos de amostragens foi o gradiente espacial no sentido montante-jusante do sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, em função de valores decrescentes de condutividade elétrica, fósforo total, fosfato dissolvido inorgânico e total, nitrito, nitrato, nitrogênio total e grau de trofia.

Dessa forma, verifica-se que os pontos de amostragens dos reservatórios de Barra Bonita e Bariri foram ordenados em função dos valores mais altos deste gradiente, os pontos de amostragem do reservatório de Ibitinga e os pontos superiores dos reservatórios de Promissão e Três Irmãos em relação aos valores intermediários deste gradiente, e os pontos médio e barragem de Promissão e Três Irmãos e os pontos do reservatório de Nova Avanhandava em sentido aos menores valores do gradiente estabelecido.

5.2. CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE DE PEIXES

A caracterização da comunidade de peixes nos seis reservatórios do sistema em estudo está apresentada segundo os aspectos de composição de espécies, abundância e diversidade, tendo sempre como enfoque principal a relação entre os grupos de espécies nativas e não-nativas.

Na Tabela 5 estão apresentados os táxons que compuseram a comunidade de peixes no conjunto dos seis reservatórios, tendo sido verificado um total de 45 táxons de peixes, sendo que destes, 34 foram identificados até o nível específico e 11 até o nível genérico.

Dentre as quatro ordens de peixes encontradas, Characiformes foi composta pelo maior número de táxon (27), seguida por Perciformes com 9 táxons, Siluriformes com 7 táxons e Gymnotiformes com apenas 2 táxons.

As famílias que apresentaram maior número de táxons identificados foram Characidae (9 táxons), Anostomidae (9 táxons) e Cichlidae (8 táxons), sendo que nas duas primeiras foram identificados vários grupos até o nível genérico.

No conjunto dos seis reservatórios, foram encontradas 11 espécies não-nativas, sendo uma pertencente à família Characidae (*Triplophysa signatus*), três pertencentes à ordem Siluriformes (*Hoplosternum littorale*, *Lipossarcus anisitis* e *Trachelyopterus coriaceus*), seis pertencentes à família Cichlidae (*Cichla* sp., *Geophagus surinamenris*, *Satanoperca jurupari*, *Oreochromis niloticus*, *Tilapia rendalli* e *Astronotus ocellatus*) e uma pertencente à família Scianidae (*Plagioscion squamosissimus*).

Destaca-se que dentre toda a comunidade de peixes, a família Cichlidae foi quase toda representada por espécies não-nativas.

Tabela 5 – Inventário taxonômico da comunidade de peixes nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Ordem / Família / Subfamília	Espécie	Nome popular
Ordem SILURIFORMES		
Família CALLICHTHYIDAE	<i>Hoplosternum littorale</i> *	Caborja
Família LORICARIIDAE		
Subfamília HYPOSTOMINAE	<i>Hypostomus ancistroides</i> <i>Hypostomus sp.</i> <i>Lipossarcus anisitsi</i> *	Cascudo Cascudo Cascudo
Família AUCHENIPTERIDAE	<i>Trachelyopterus coriaceus</i> *	Cangati
Família HEPTAPTERIDAE	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre
Família PIMELODIDAE	<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi amarelo
Ordem GYMNOTIFORMES		
Família GYMNOTIDAE	<i>Gymnotus carapo</i>	Tuvira
Família STERNOPYGIDAE	<i>Eigenmania virescens</i>	Tuvira amarela
Ordem PERCIFORMES		
Família CICHLIDAE		
Subfamília CICHLINAE	<i>Cichla cf ocellaris</i> * <i>Crenicichla britski</i>	Tucunaré Jacundá
Subfamília GEOPHAGINAE	<i>Geophagus brasiliensis</i> <i>Geophagus surinamensis</i> * <i>Satanoperca jurupari</i> *	Cará Porquinho Cará
Subfamília PSEUDOCRENILABRINAE	<i>Oreochromis niloticus</i> * <i>Tilapia rendalli</i> *	Tilápia Tilápia
Subfamília ASTRONOTINAE	<i>Astronotus ocellatus</i> *	Apaiari ou Oscar
Família SCIANIDAE	<i>Plagioscion squamosissimus</i> *	Curvina

* Espécies não-nativas

Tabela 6 – Composição da comunidade de peixes nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Espécies	Reservatórios					
	BB	Bar	Ibi	Pro	NAva	Três
(Nativas)						
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Apareiodon affinis</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Apareiodon piracicabae</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Astyanax altiparanae</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Astyanax fasciatus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Astyanax</i> sp. 1	■	■	■	■	■	■
<i>Astyanax</i> sp. 2	■	■	■	■	■	■
<i>Crenicichla britski</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Curimata</i> sp.	■	■	■	■	■	■
<i>Cyphocharax modestus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Eigenmania virescens</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Geophagus brasiliensis</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Gymnotus carapo</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Hoplias malabaricus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Hypostomus ancistroides</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Hypostomus</i> sp.	■	■	■	■	■	■
<i>Leporinus elongatus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Leporinus friderichi</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Leporinus lacustris</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Leporinus</i> sp. 1	■	■	■	■	■	■
<i>Leporinus</i> sp. 2	■	■	■	■	■	■
<i>Leporinus</i> sp. 3	■	■	■	■	■	■
<i>Moenkhausia intermedia</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Myleus</i> sp.	■	■	■	■	■	■
<i>Oligossarcus pintoii</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Pimelodus maculatus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Prochilodus lineatus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Rhamdia quelen</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Salminus hilarii</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Schizodon nasutus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Schizodon</i> sp. 1	■	■	■	■	■	■
<i>Schizodon</i> sp. 2	■	■	■	■	■	■
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Steindachnerina insculpta</i>	■	■	■	■	■	■
(Introduzidas)						
<i>Astronotus ocellatus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Cichla</i> sp.	■	■	■	■	■	■
<i>Geophagus surinamensis</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Hoplosternum littorale</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Lipossarcus anisitsi</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Oreochromis niloticus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Satanoperca jurupari</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Tilapia rendalli</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Trachelyopterus coriaceus</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Triporthesus signatus</i>	■	■	■	■	■	■

(■ = presença)

A partir da Tabela 6, a qual mostra a composição da comunidade de peixes amostrada nos seis reservatórios pelo presente trabalho segundo a presença e ausência das espécies, é possível verificar que apenas oito espécies ocorreram em todos os reservatórios no período estudado: *Astyanax altiparanae*, *Cyphocharax modestus*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus ancistroides*, *Moenkhausia intermédia*, *Serrassalmus spilopleura*, *Hoplosternum littorale* e *Plagioscion squamosissimus*, sendo que destas, apenas *Hoplosternum littorale* e *Plagioscion squamosissimus* são espécies não-nativas do rio Tietê.

Dentre as espécies não-nativas, *Cichla* sp. e *Satanoperca jurupari* ocorreram em todos os reservatórios, com exceção de Barra Bonita, no período amostrado.

A Figura 21 mostra a variação espacial da riqueza de espécies nativas e não-nativas no período estudado. Em todos os reservatórios, o número de espécies nativas foi sempre superior ao de não-nativas. Observa-se que nos três primeiros reservatórios do sistema (Barra Bonita, Bariri e Ibitinga) foram verificados os valores mais altos para o número de espécies nativas, sendo que em Ibitinga foi verificado o maior valor para a riqueza de espécies nativas (26).

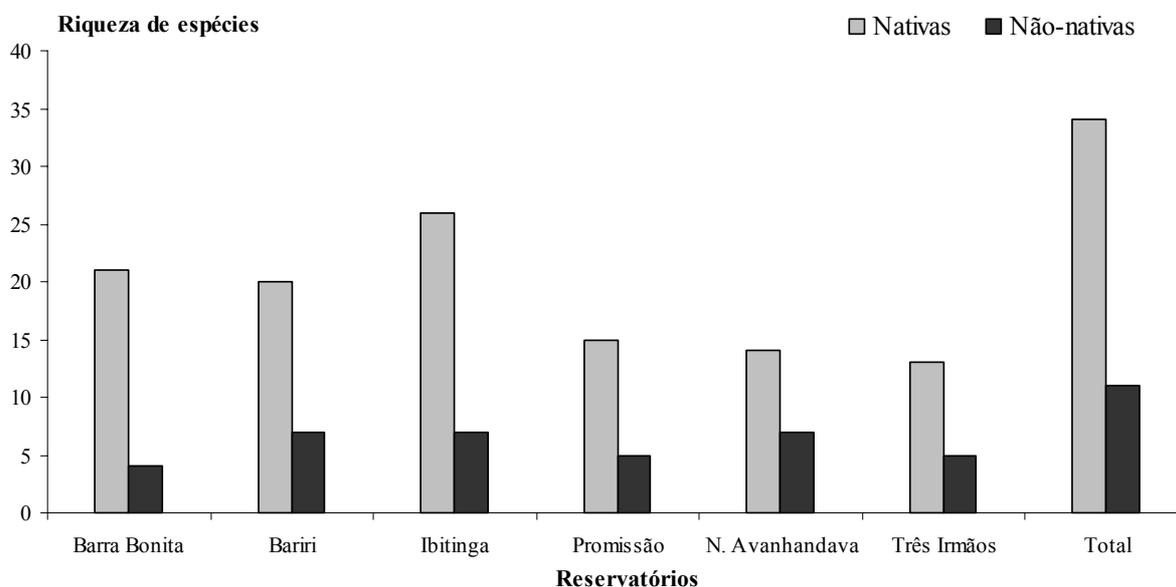


Figura 21 – Riqueza de espécies nativas e não-nativas da comunidade de peixes dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Nos três últimos reservatórios do sistema estudado ocorreram valores mais baixos para a riqueza de espécies nativas, sendo que em Três Irmãos foi encontrado o menor valor de 13 espécies.

A riqueza de espécies não-nativas variou entre 4 e 7, havendo uma grande alteração entre os táxons dos reservatórios, com exceção de *Plagioscion squamosissimus* e *Hoplosternum littolare* que foram constantes nos seis reservatórios e de *Satanoperca jurupari* e *Cichla cf. ocellaris* que só não ocorreram em Barra Bonita.

Em relação à frequência de ocorrência numérica das espécies amostradas, conforme apresentado na Tabela 7, foi coletado um total de 5.710 indivíduos nos seis reservatórios entre o período de novembro de 2003 e janeiro de 2004, sendo 4.341 indivíduos pertencentes às espécies nativas e 1369 indivíduos pertencentes às não-nativas.

Dentre os seis reservatórios, o número de indivíduos foi mais alta em Barra Bonita, Bariri e Ibitinga, sendo que em Barra Bonita foi coletado o maior número de indivíduos (1432 indivíduos). Nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos os valores da abundância de indivíduos foram mais baixos, sendo que em Promissão foi registrado o menor número de indivíduos (652 indivíduos).

A espécie *Astyanax altiparanae* foi a mais abundante dentre toda a comunidade de peixes, com 1.453 indivíduos amostrados. Além desta, dentre as espécies nativas, merece destaque em relação à abundância de indivíduos no conjunto dos seis reservatórios, as espécies *Cyphocharax modestus* com 797 indivíduos, *Moenkhausia intermedia* com 343 indivíduos e *Serrasalmus spilopleura* com 464 indivíduos. Vale destacar também que foram coletados 246 indivíduos da espécie *Geophagus brasiliensis* apenas nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, no período estudado.

A espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus* foi a segunda a apresentar maior abundância dentre toda a comunidade de peixes, com um total de 898 indivíduos coletados em todos os seis reservatórios no período estudado.

Tabela 7 – Frequência de ocorrência numérica das espécies nativas e não-nativas da comunidade de peixes dos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Espécies	Reservatórios						Total
	BB	Bar	Ibi	Pro	NAva	Três	
(Nativas)							
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	1	1	1	1	0	0	4
<i>Apareiodon affinis</i>	1	51	0	0	0	0	52
<i>Apareiodon piracicabae</i>	0	0	4	4	1	0	9
<i>Astyanax altiparanae</i>	234	493	366	79	207	74	1453
<i>Astyanax fasciatus</i>	1	3	10	0	0	0	14
<i>Astyanax</i> sp. 1	1	0	9	0	0	0	10
<i>Astyanax</i> sp. 2	0	3	0	0	0	0	3
<i>Crenicichla britski</i>	10	2	1	4	0	0	17
<i>Curimata</i> sp.	120	0	0	0	0	0	120
<i>Cyphocharax modestus</i>	598	16	122	52	4	5	797
<i>Eigenmania virescens</i>	0	1	20	1	5	0	27
<i>Geophagus brasiliensis</i>	162	84	0	0	0	0	246
<i>Gymnotus carapo</i>	1	0	1	2	0	0	4
<i>Hoplias malabaricus</i>	22	2	1	10	6	6	47
<i>Hypostomus ancistroides</i>	21	4	3	2	1	14	45
<i>Hypostomus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	1
<i>Leporinus elongatus</i>	0	0	1	0	1	0	2
<i>Leporinus friderichi</i>	0	0	5	0	3	8	16
<i>Leporinus lacustris</i>	14	1	69	0	0	6	90
<i>Leporinus</i> sp. 1	3	22	3	2	0	0	30
<i>Leporinus</i> sp. 2	0	0	136	0	0	0	136
<i>Leporinus</i> sp. 3	0	0	2	0	9	0	11
<i>Moenkhausia intermedia</i>	41	182	4	41	14	61	343
<i>Myleus</i> sp.	0	0	0	35	23	5	63
<i>Oligossarcus pintoii</i>	0	0	1	0	48	9	58
<i>Pimelodus maculatus</i>	5	7	102	0	0	0	114
<i>Prochilodus lineatus</i>	25	0	3	2	0	6	36
<i>Rhamdia quelen</i>	1	1	12	0	0	1	15
<i>Salminus hilarii</i>	0	2	0	0	0	0	2
<i>Schizodon nasutus</i>	3	7	0	0	0	0	10
<i>Schizodon</i> sp. 1	6	0	27	22	21	8	84
<i>Schizodon</i> sp. 2	0	0	6	0	0	0	6
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	6	20	9	104	194	131	464
<i>Steindachnerina insculpta</i>	0	12	0	0	0	0	12
Total nativas	1276	914	919	361	537	334	4341
(Introduzidas)							
<i>Astronotus ocellatus</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cichla</i> cf. <i>monoculus</i>	0	3	8	4	5	4	24
<i>Geophagus surinamensis</i>	0	0	6	0	4	136	146
<i>Hoplosternum littorale</i>	16	2	27	4	1	4	54
<i>Lipossarcus anisitsi</i>	0	6	0	0	0	0	6
<i>Oreochromis niloticus</i>	51	0	25	3	0	0	79
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	80	82	206	236	101	193	898
<i>Satanoperca jurupari</i>	0	2	3	44	5	8	62
<i>Tilapia rendalli</i>	0	38	0	0	0	0	38
<i>Trachelyopterus coriaceus</i>	0	0	0	0	10	0	10
<i>Tripottheus signatus</i>	9	6	36	0	0	0	51
Total introduzidas	156	139	311	291	127	345	1369
Total geral	1432	1053	1230	652	664	679	5710

A espécie *Geophagus surinamensis* foi a segunda com maior abundância (146 indivíduos) dentre o grupo de não-nativas, embora tenha sido coletada apenas nos reservatórios de Ibitinga, Nova Avanhandava e Três Irmãos, sendo que só neste último foram verificados 136 indivíduos.

De acordo com a Figura 22, a qual apresenta a abundância de espécies nativas e não-nativas, é possível verificar que a abundância de indivíduos nativos foi menor do que a de não nativos apenas nos reservatórios de Três Irmãos durante o período estudado. Nos demais reservatórios, a abundância de indivíduos nativos sempre superou a de não nativos.

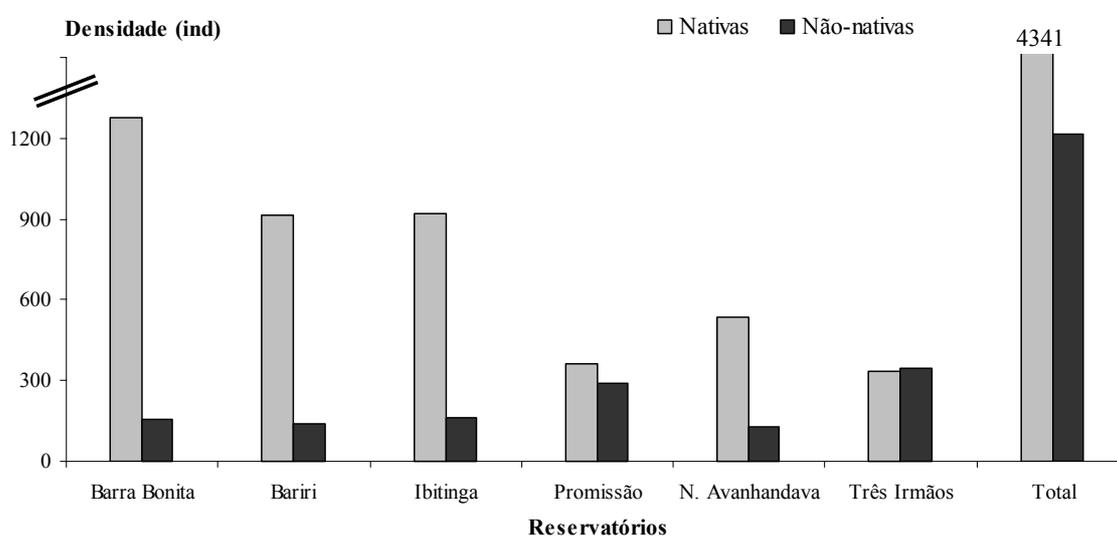


Figura 22 – Abundância dos grupos de espécies de peixes nativas e não-nativas amostradas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

De forma geral, nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga foram verificados os maiores valores de abundância de espécies nativas, sendo que em Barra Bonita obteve-se a maior abundância de nativas de todos o conjunto de reservatórios (1.276 indivíduos). Já nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhadava e Três Irmãos foram verificados valores mais baixos de abundância. No reservatório de Três Irmãos, onde a abundância de não-nativas superou a de nativas, foi encontrada o menor valor de abundância para o grupo de espécies nativas (334 indivíduos).

Em relação ao grupo de espécies não-nativas, os valores de abundância de indivíduos foram mais baixos nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri, Ibitinga e Nova Avanhandava, sendo que neste último fora verificado o menor valor (127 indivíduos). Em Promissão, os valores mais altos de abundância de nativas deve-se aos maiores valores observados para *Plagioscion squamosissimus*. Já em Três Irmãos foi verificado o maior valor da abundância de indivíduos não-nativos (345 indivíduos), relacionado principalmente à ocorrência expressiva de *Geophagus surinamensis*.

Os dados de abundância de indivíduos e riqueza de espécies obtidos resultaram em valores para o índice de diversidade de Shannon-Wiener muito próximos entre os seis reservatórios, sendo que o maior valor estimado foi de 2,33 em Ibitinga e o menor foi de 1,88 em Bariri. No conjunto dos seis reservatórios, foi estimado um valor de 2,61 para o índice de diversidade de Shannon-Wiener. A variação espacial dos valores do índice de diversidade para os seis reservatórios está apresentada na Figura 23.

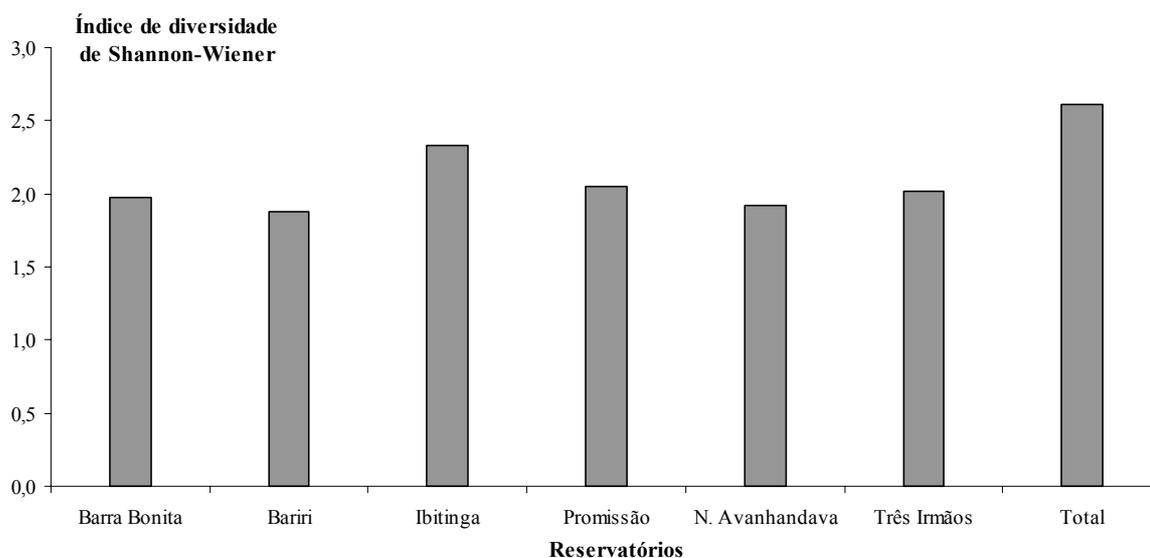


Figura 23 – Valores do índice de Shannon-Wiener para a comunidade de peixes nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

A Figura 24 mostra o dendrograma resultante da análise de agrupamento entre os seis reservatórios, como representação gráfica da diversidade beta do sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê. De acordo com esta análise, os reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos apresentam-se mais semelhantes entre

si em relação à composição e abundância de espécies de peixes, do que com o reservatório de Promissão.

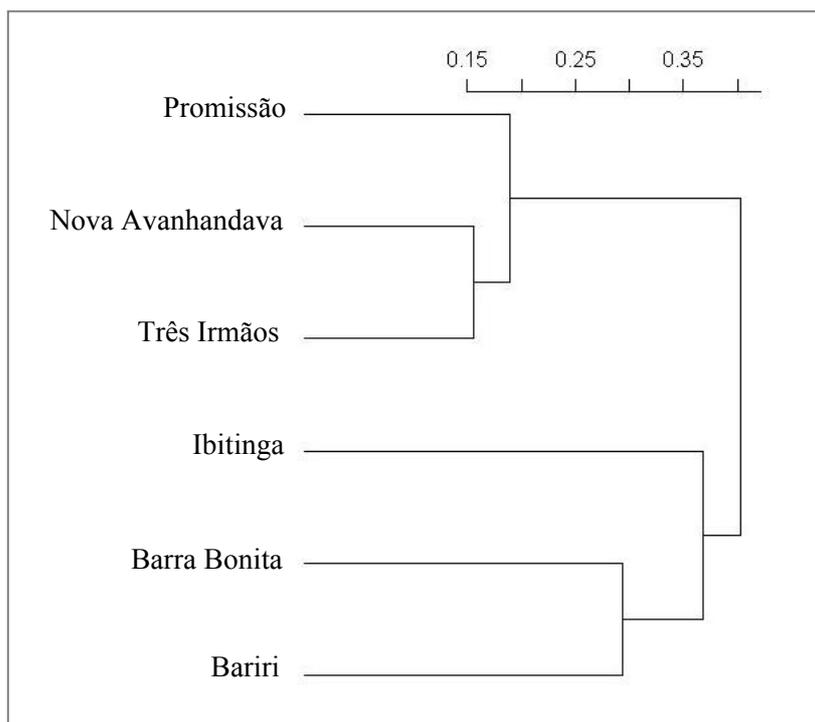


Figura 24 - Diversidade beta da comunidade de peixes entre os seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004, a partir da análise de agrupamento com coeficiente de Morisita-Horn e método de ligação UPGMA (coeficiente de correlação cofenética = 0,9015).

Da mesma forma, verifica-se que as ictiocenoses presentes em Barra Bonita e Bariri, em função da composição e abundância, são mais semelhantes entre si do que com aquela presente no reservatório de Ibitinga, no período de estudo.

Além disso, verifica-se também a formação de dois conjuntos de reservatórios com ictiocenoses semelhantes entre si, sendo o primeiro formado pelos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga, e o segundo formado pelos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Promissão.

5.3. CARACTERIZAÇÃO DE *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS*

A espécie *Plagioscion squamosissimus* foi adotada como enfoque deste trabalho pelo fato de constituir-se uma espécie não-nativa que obteve absoluto sucesso no processo de introdução no rio Tietê desde a década de 70.

A caracterização da população está apresentada segundo abordagens relativas à estrutura da população, reprodução e alimentação.

- **Abundância e biomassa**

Foi coletado um total de 898 indivíduos da espécie *Plagioscion squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, no período de novembro de 2003 a janeiro de 2004.

Ocorreram valores maiores de abundância nos reservatórios de Ibitinga, Promissão e Três Irmãos, sendo que em Promissão foi amostrado o maior número de indivíduos (236 indivíduos) de todo o sistema estudado. Nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Nova Avanhandava os valores da abundância foram mais baixos, tendo sido registrado o menor valor em Barra Bonita, relativo a 80 indivíduos. A Figura 25 apresenta a variação espacial da abundância da espécie. No caso de Nova Avanhandava, os valores estão subestimados devido ao fato de parte do material amostrado ter sido perdido.

O total de indivíduos amostrados de *P. squamosissimus* correspondeu a uma biomassa de 82,33 kg. A variação espacial desta biomassa coletada, como pode ser observado na Figura 26, refletiu a variação espacial na abundância de indivíduos, embora o maior valor de biomassa (24,94 kg) tenha sido verificado em Três Irmãos e não em Promissão, onde foi encontrado o maior valor para a abundância. O menor valor de biomassa foi encontrado em Barra Bonita (6,69 kg) onde também verificou-se a menor abundância da espécie, no período estudado.

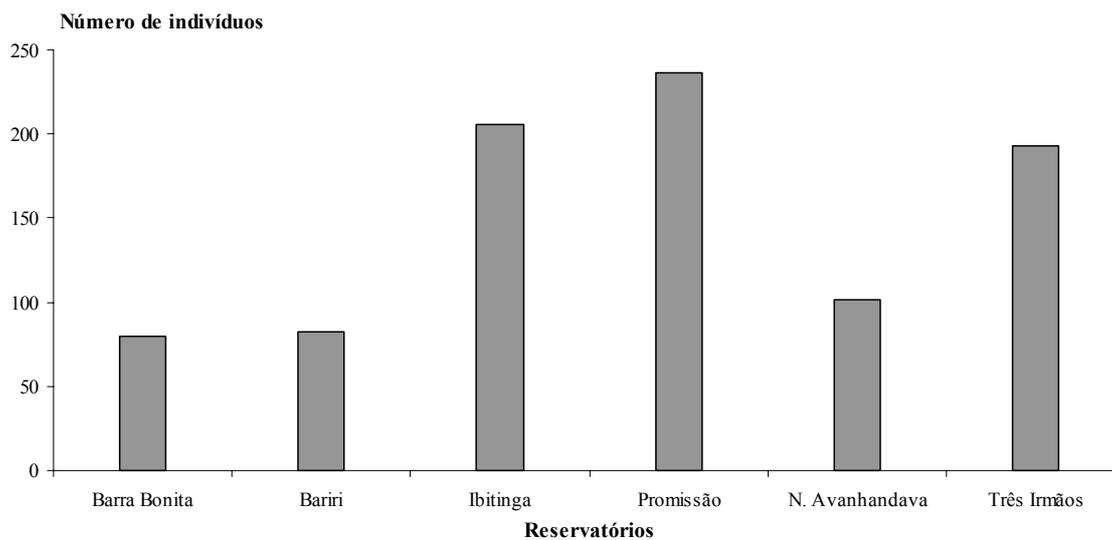


Figura 25 – Variação espacial da abundância de *P. squamosissimus* encontrados nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

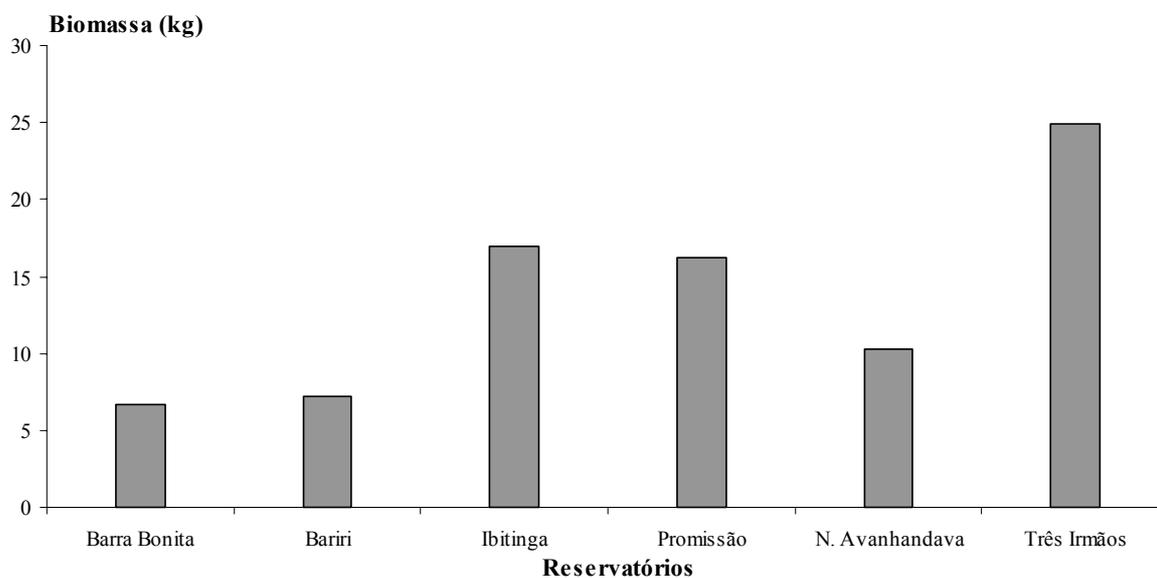


Figura 26 – Variação espacial da biomassa de *P. squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

De acordo com a Figura 27, que mostra a abundância relativa da população de *P. squamosissimus* entre os grupos de espécies nativas e não-nativas, pode-se observar que em todos os reservatórios a população em questão sempre foi a dominante em relação ao grupo de espécies não-nativas.

No conjunto total de dados sobre a comunidade de peixes, envolvendo os seis reservatórios, a participação em abundância de *P. squamosissimus* foi de 15,7%, sendo que em relação apenas ao grupo de espécies não-nativas esta proporção foi de 65,6%.

Nos reservatórios de Três Irmãos e Promissão as abundâncias relativas de *P. squamosissimus* foram as maiores em relação aos outros reservatórios, sendo que neste último foi verificado o maior valor de 36,2% de participação em abundância da espécie na comunidade de peixes, e 81,1% de participação em abundância no total de indivíduos não nativos.

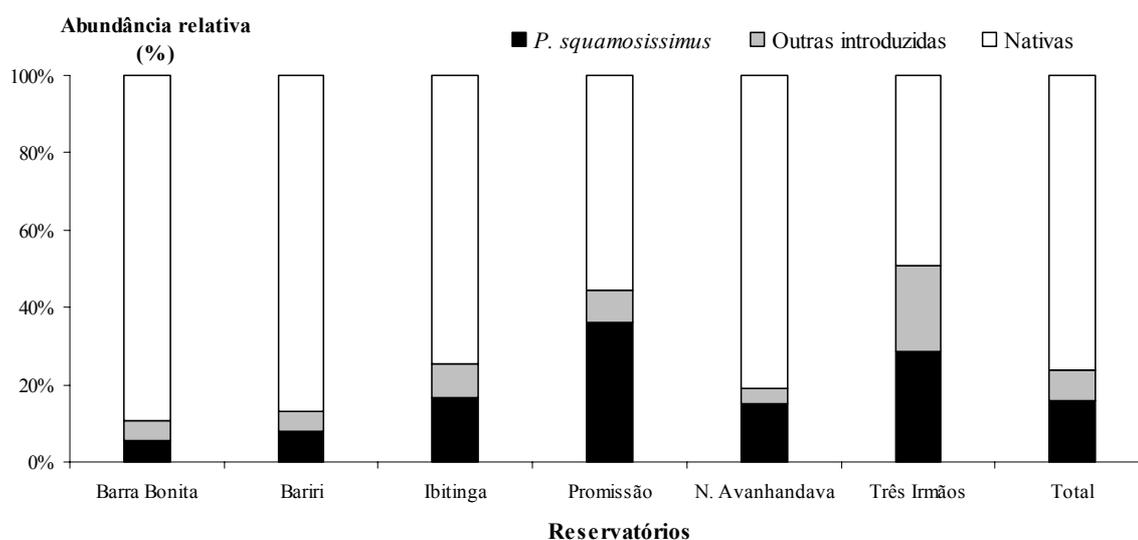


Figura 27 – Variação espacial da abundância relativa de *P. squamosissimus* em relação às outras espécies introduzidas e às espécies nativas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Valores intermediários de abundância relativa de *P. squamosissimus* em relação a toda a comunidade de peixes foram verificados nos reservatórios Ibitinga (16,75%) e Nova Avanhadava (15,21%).

Nos reservatórios de Bariri e Barra Bonita, foram verificadas os menores valores de abundância de *P. squamosissimus* em relação ao grupo de espécies não-nativas (51,28% em Barra Bonita) e a toda a comunidade de peixes (5,59% em Barra Bonita).

- **Composição em sexo**

Do total de 898 indivíduos coletados de *P. squamosissimus* em todo o sistema no período estudado, foram identificados 425 indivíduos machos (50,60 %), 318 fêmeas (37,86%) e 97 indivíduos de sexo indeterminado (11,55 %), assim como pode ser observado na Figura 28.

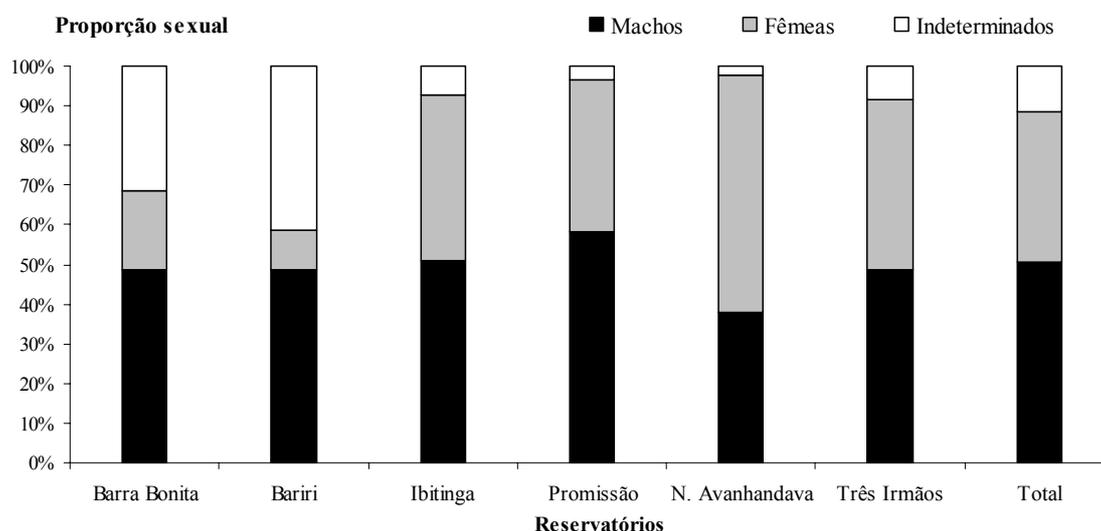


Figura 28 – Variação espacial da proporção sexual de *P. squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

A proporção de machos foi maior do que a de fêmeas em todos os reservatórios, com exceção do observado no reservatório de Nova Avanhandava, onde as fêmeas representaram 60% e os machos 37,78% da população, sendo esta a menor proporção de machos verificada para em todo o estudo. A maior proporção de machos foi de 58,37%, observada no reservatório de Promissão.

As proporções de fêmeas foram mais baixas nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, sendo que neste último observou-se o menor valor de 9,76%. Nos quatro reservatórios seguintes as proporções de fêmeas foram mais altas, atingindo um valor máximo de 60% no reservatório de Nova Avanhandava, único reservatório onde a proporção de fêmeas superou a de machos.

As proporções de indivíduos indeterminados foram mais baixas nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri e mais altas nos quatro reservatórios seguintes, variando de um valor mínimo de 2,22% em Nova Avanhandava e um máximo de 41,46% em Bariri.

As diferenças entre as freqüências absolutas de fêmeas e machos de *P. squamosissimus* foram testadas pelo método do χ^2 e encontram-se apresentadas na Tabela 8. De acordo com o teste, foram verificadas diferenças entre as freqüências absolutas de fêmeas e machos de *P. squamosissimus* em Barra Bonita, Bariri, Promissão, Nova Avanhandava e no conjunto total do sistema em estudo. Não foram verificadas diferenças nos reservatórios de Ibitinga e Três Irmãos.

Tabela 8 - Valores de freqüência absoluta (FA) e freqüência relativa (FR) de machos e fêmeas, e teste do χ^2 para a análise da proporção sexual de *Plagioscion squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Reservatório	Fêmeas		Machos		χ^2	Resultado
	FA	FR	FA	FR		
Barra Bonita	15	28,85	37	71,15	9,31	Ha : F fêmeas \neq F machos
Bariri	8	16,67	40	83,33	21,33	Ha : F fêmeas \neq F machos
Ibitinga	86	45,03	105	54,97	1,89	H0 : F fêmeas = F machos
Promissão	84	39,44	129	60,56	9,51	Ha : F fêmeas \neq F machos
Nova Avanhandava	54	61,36	34	38,64	4,55	Ha : F fêmeas \neq F machos
Três Irmãos	71	47,02	80	52,98	0,54	H0 : F fêmeas = F machos
Total	318	42,80	425	57,20	15,41	Ha : F fêmeas \neq F machos

$\chi^2_{\text{crítico}}=3,84$; gl=1; $\alpha=0,05$;

- **Composição em comprimento**

Os indivíduos de *P. squamosissimus* coletados no conjunto dos seis reservatórios estudados, e que apresentaram comprimento total, foram agrupados em 11 classes de tamanho, sendo que os indivíduos de menor e maior tamanho apresentaram respectivamente 10,6 cm e 39,0 cm de comprimento. O histograma de freqüências absolutas de indivíduos em função das classes de tamanho está apresentada na Figura 29.

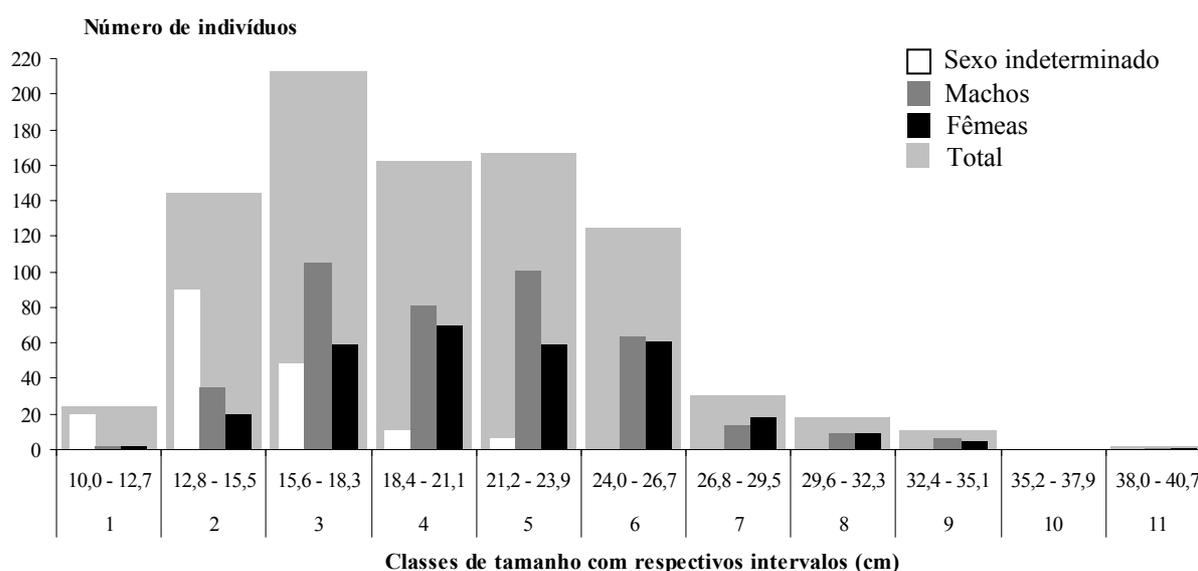


Figura 29 - Histograma freqüência absoluta de indivíduos de *P. squamosissimus* em relação às classes de tamanho, nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

No conjunto total dos indivíduos de *P. squamosissimus*, as classes de tamanho que apresentaram maior número de indivíduos foram 2, 3, 4, 5 e 6, compreendendo um espectro de tamanho de 12,8 a 26,7 cm., com um total de 812 indivíduos, sendo a classe 3 (15,6 a 18,3 cm) a que apresentou maior número de indivíduos (213 indivíduos) no conjunto total de machos, fêmeas e indeterminados. A classe 11 (38,0 a 40,7 cm) foi a que apresentou o menor número de indivíduos (2 indivíduos), desconsiderando-se a classe 10, na qual não houve participação de indivíduos de *P. squamosissimus*.

Os indivíduos cujo sexo não foi possível determinar estiveram distribuídos nas cinco primeiras classes de tamanho, de 10,6 a 23,9 cm, sendo que a segunda classe de

tamanho (12,8 a 15,5 cm) foi aquela que apresentou maior número de indivíduos desta categoria, com um total de 90 indivíduos de sexo indeterminado.

Os indivíduos machos e fêmeas participaram em maior número das classes de tamanho 3, 4, 5 e 6 (15,6 a 26,7 cm), sendo que a classe de tamanho que abrigou maior número de indivíduos machos (105 indivíduos) foi a classe 3, e aquela da qual os indivíduos fêmeas estiveram mais representados foi a 4 (70 indivíduos). Desconsiderando a classe 10, na qual não houve participação em comprimento, a classe 11 (38,0 a 40,7 cm) foi a que apresentou menor número de indivíduos machos (1 indivíduo) e fêmeas (1 indivíduo).

Tabela 9 - Valores de frequência relativa acumulada (FRA) para machos e fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* coletados no sistema em estudo, em relação às classes de comprimento, e resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado para comparação de duas distribuições de frequência de ocorrência.

Nº classe	Intervalos de classe	FRA machos	FRA fêmeas	D
1	10,0 - 12,7	0,005249	0,007220	0,001971
2	12,8 - 15,5	0,089239	0,072202	0,017037
3	15,6 - 18,3	0,341207	0,267148	0,074059
4	18,4 - 21,1	0,535433	0,498195	0,037238
5	21,2 - 23,9	0,776903	0,693141	0,083762
6	24,0 - 26,7	0,929134	0,895307	0,033827
7	26,8 - 29,5	0,960630	0,953069	0,007561
8	29,6 - 32,3	0,981627	0,981949	0,000322
9	32,4 - 35,1	0,997375	0,996390	0,000985
10	35,2 - 37,9	0,997375	0,996390	0,000985
11	38,0 - 40,7	1,000000	1,000000	0,000000
	N	418	304	
Dmáximo	0,083762			
gl	2			
α	0,05			
$\chi^2_{\text{crítico}}$	5,9991			
χ^2	4,1941			
$\therefore \chi^2 < \chi^2_{\text{crítico}}$; não se rejeita H0: as duas distribuições são iguais				

A partir do emprego do teste de Kolmogorov-Smirnov, cujos resultados estão apresentados na Tabela 9, verificou-se que não são distintas entre si as distribuições de indivíduos em classes de comprimento para machos e fêmeas de *P. squamosissimus* no sistema e período estudados. Assim, os machos e as fêmeas tendem a desenvolver os mesmos tamanhos. Os números de 418 indivíduos para machos e 304 para fêmeas referem-se apenas aos indivíduos que apresentaram comprimento total.

- **Relação peso/comprimento**

Em função de MARCIANO (2005) ter verificado que não houve diferenças entre as relações peso-comprimento de machos e fêmeas para a população de *P. squamosissimus* coletada no reservatório de Bariri entre fevereiro e novembro de 2003, optou-se por analisar a relação peso/comprimento a partir dos dados de machos e fêmeas agrupados.

A partir do estabelecimento da relação peso/comprimento, de acordo com LE CREN (1951), obteve-se a curva potencial apresentada na Figura 30, com coeficiente de crescimento relativo (b) igual a 3,1922, indicando crescimento alométrico positivo. Na Tabela 10 estão apresentadas as equações das curvas potenciais para *P. squamosissimus* em cada reservatório estudado.

Ressalta-se que, para esta análise, foram utilizados dados de apenas 674 indivíduos, os quais apresentaram comprimento total.

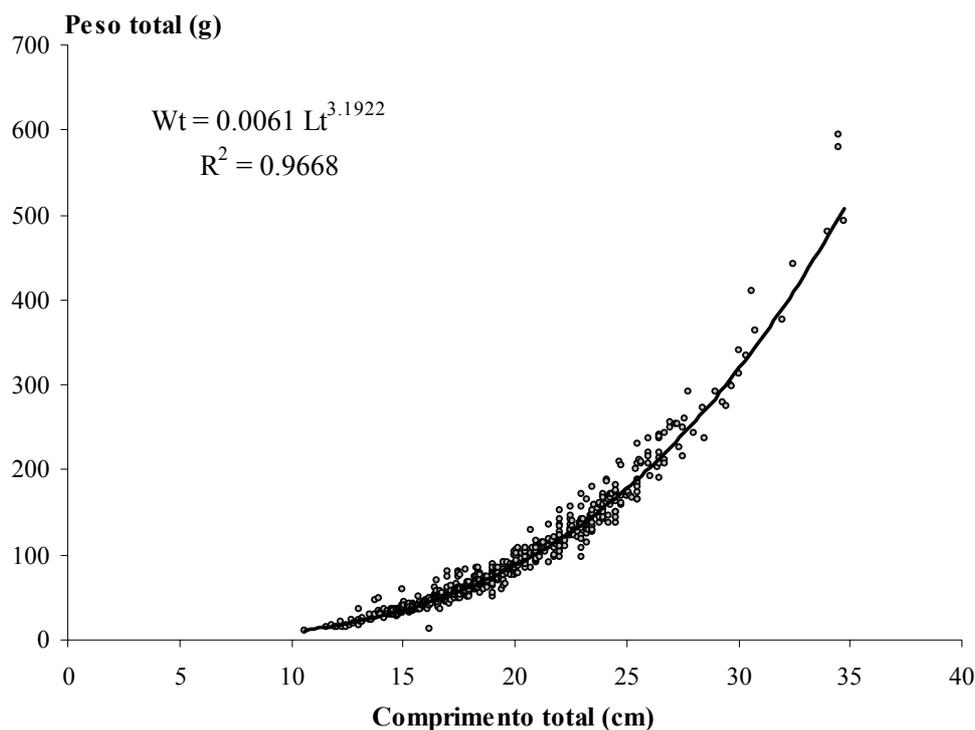


Figura 30 - Relação entre os valores de peso total (Wt) e comprimento total (Lt) para a população de *Plagioscion squamosissimus* amostrada nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Tabela 10 - Valores resultantes da curva potencial obtida a partir dos valores de log de peso total (Wt) e comprimento total (Lt), para a população de *Plagioscion squamosissimus*, amostradas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Reservatório	Atributos da regressão linear				
	a	b	Equação	R ²	N
Barra Bonita	0,0086	3,0969	$Wt = 0,0086 \cdot Lt^{3,0969}$	0,9866	72
Bariri	0,0103	3,0175	$Wt = 0,0103 \cdot Lt^{3,0175}$	0,9777	82
Ibitinga	0,0058	3,2072	$Wt = 0,0058 \cdot Lt^{3,2072}$	0,9722	193
Promissão	0,0045	3,2952	$Wt = 0,0045 \cdot Lt^{3,2952}$	0,9848	171
Nova Avanhandava	0,0074	3,1299	$Wt = 0,0074 \cdot Lt^{3,1299}$	0,9651	50
Três Irmãos	0,0041	3,3250	$Wt = 0,0041 \cdot Lt^{3,3250}$	0,9481	106

- **Fator de condição relativo**

A partir da Figura 31 é possível verificar que os valores médios do fator condição relativo de *P. squamosissimus* estiveram muito próximo do valor centralizador 1 em todos os casos, sendo que em Barra Bonita, Ibitinga e Três Irmãos as médias de Kr estiveram acima de 1 e em Bariri, Promissão e Nova Avanhandava os valores médios de Kr estiveram um pouco abaixo deste valor.

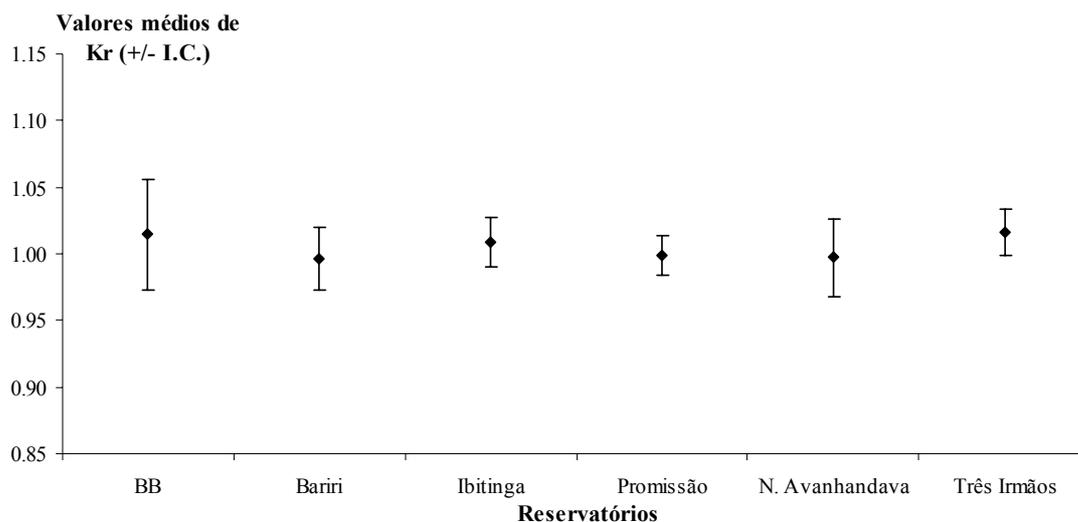


Figura 31. Valores médios do fator de condição relativa (Kr) e respectivos intervalos de confiança para *Plagioscion squamosissimus* nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

A partir das séries de dados que geraram os valores médios apresentados na Figura 31, foi empregada a análise de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,5$ e 5 gl) que resultou em um valor de p de 0,5571, indicando que não há diferenças significativas entre os valores dos fatores de condição obtidos para *P. squamosissimus* nos seis reservatórios estudados.

• Reprodução

De acordo com a Figura 32, que mostra a proporção entre os estádios de maturação gonadal de *P. squamosissimus* nos seis reservatórios e no total do conjunto de dados amostrados, é possível verificar que 69,3% dos indivíduos amostrados apresentaram-se em maturação, 15,54% foram caracterizados como imaturos, 7,12% esgotados, 6,92% em repouso e 1,12% maduros.

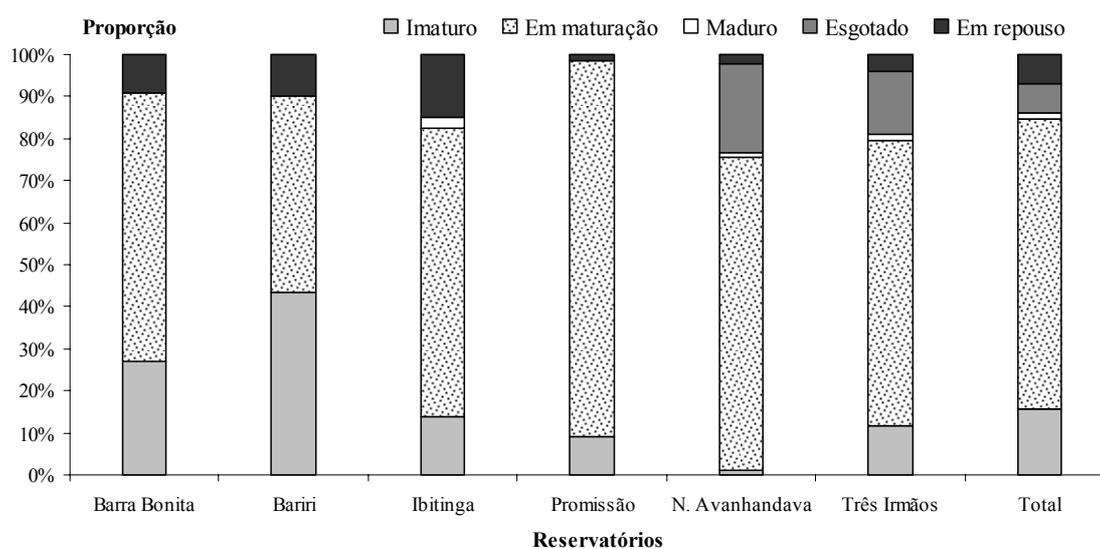


Figura 32 – Ocorrência de *P. squamosissimus* nos diferentes estádios de maturação gonadal amostrados nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, nos meses de novembro de 2003, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Os indivíduos imaturos foram mais abundantes no reservatório de Bariri do que nos quatro seguintes no sentido a jusante, variando de um valor máximo de 43,33% em Bariri e um mínimo de 1,11% em Nova Avanhandava.

Entre os reservatórios, os indivíduos em maturação foram os mais abundantes na população de *P. squamosissimus*, sendo que a maior proporção deste grupo foi de 89,47% no reservatório de Promissão e a menor de 46,67% em Bariri.

Os indivíduos maduros de *P. squamosissimus* não foram verificados nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Promissão, tendo sido encontrados percentuais

muito baixos para este grupo em Ibitinga (2,63%), Nova Avanhandava (1,11%) e Três Irmãos (1,57%).

O estágio esgotado foi verificado apenas nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos, respectivamente com 21,11% e 14,96. Já os indivíduos em repouso apresentaram proporção variando de um valor máximo de 14,91% em Ibitinga e 1,32% em Promissão, tendo sido observadas proporções maiores nos três primeiros reservatórios do sistema estudado em relação aos três últimos.

- **Caracterização do hábito alimentar**

Para a caracterização geral da dieta de *P. squamosissimus* foram capturados 255 indivíduos em amostragens de 24 horas, sendo 100 indivíduos no reservatório de Barra Bonita em janeiro de 2004, 22 indivíduos no reservatório de Barra Bonita em maio de 2004, 74 indivíduos no reservatório de Bariri em janeiro de 2004 e 59 indivíduos no reservatório de Bariri em maio de 2004. Destes 255 indivíduos coletados, foram analisados apenas os estômagos que continham algum conteúdo alimentar, totalizando 149 estômagos.

A lista de itens identificados nos conteúdos alimentares de *P. squamosissimus* por VELLUDO (2005) está apresentada na Tabela 11. Foi possível a identificação de 5 grandes grupos de animais compondo a dieta da espécie: peixes, insetos, zooplâncton, crustáceos e nematoda, além de um grupo composto por matéria orgânica vegetal caracterizado basicamente por gramíneas e algas.

O grupo dos peixes foi caracterizado por escamas, espinhos, partes de peixes, material em fase adiantada de digestão e até organismos inteiros. Os principais táxons de peixes que compuseram este grupo foram *Cichla* sp., *Oreochromis niloticus* e *Apareiodon* sp., além de espécies não identificadas pertencentes à família Characidae e à ordem Gymnotiformes.

O grupo dos insetos foi representado por larvas de espécies não identificadas pertencentes às ordens Díptera, Tricoptera, Odonata, Coleóptera e Ephemeroptera. Também compôs o grupo dos insetos o gênero *Pheidole*.

Uma espécie não identificada de Copepoda Calanoida compôs o grupo do Zooplâncton. Formas adulta e pós-larval de uma espécie não identificada da classe Crustácea caracterizaram o grupo dos Crustáceos. Da mesma forma, o grupo dos nematoda foi composto por uma espécie não identificada.

Tabela 11 – Itens alimentares identificados por VELLUDO (2005) nos estômagos de *P. squamosissimus* nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, nos meses de janeiro e maio de 2004.

Grupos	Nível de Identificação
Insetos	Filo Arthropoda Classe Insecta Ordem Trichoptera (espécie não identificada) Ordem Odonata (espécie não identificada) Ordem Coleoptera (espécie não identificada) Ordem Ephemeroptera (espécie não identificada) Ordem Hymenoptera <i>Pheidole</i> sp. Ordem Diptera Família Chironomidae Subfamília Tanypodinae (forma larval - espécie não identificada) Subfamília Orthocladinae (forma larval - espécie não identificada) Subfamília Chironominae (forma larval - espécie não identificada) Família Chaoboridae <i>Chaoborus</i> sp. (forma larval - espécie não identificada)
Zooplâncton	Filo Arthropoda Classe Crustacea Ordem Copepoda Sub-ordem Calanoida (espécie não identificada)
Crustáceos	Filo Arthropoda Classe Crustacea (adulto e pós-larva de <i>Macrobrachium</i> sp.)
Nematoda	Filo Nematelminthes Ordem Nematoda (espécie não identificada)
Matéria orgânica vegetal	

A proporção de participação dos itens na dieta de *P. squamosissimus* segundo o Índice Alimentar de KAWAKAMI & VAZZOLER (1980) está apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 – Valores do índice alimentar obtidos por VELLUDO (2005) para os itens alimentares presentes nos estômagos de *P. squamosissimus* nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, nos meses de janeiro e maio de 2004.

	Itens alimentares	Barra Bonita		Bariri		Total
		1/2004	5/2004	1/2004	5/2004	
Peixes	Parodontidae	42,30	9,09	0,00	45,13	23,46
	Gymnotiformes	0,00	5,59	0,00	13,33	0,20
	<i>Cichla</i> sp.	0,00	9,09	0,15	4,10	0,26
	<i>Oreochromis niloticus</i>	0,00	0,00	1,62	0,00	0,10
	Outros Cichlidae	1,61	6,99	4,17	0,00	2,81
	Lambari	0,00	0,00	0,85	0,00	0,05
	Escamas	0,02	0,00	0,08	0,00	0,03
	Massa amorfa detritiva	0,83	0,00	3,94	0,00	1,29
	Outros peixes	42,35	65,03	58,33	11,28	58,12
	Total de peixes	87,11	95,79	69,14	73,84	86,32
Insetos	Larva Chironomidae Tanypodinae	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
	Larva Chironomidae Orthocladinae	0,00	0,00	0,31	0,00	0,02
	Larva Chironomidae Chironominae	0,00	0,00	0,62	0,00	0,04
	Larva Chironomidae (outras)	0,09	0,00	0,08	0,00	0,07
	Pupa Chironomidae	0,49	0,00	1,85	0,00	0,67
	Larva <i>Chaoborus</i>	0,04	0,00	0,62	4,10	0,22
	Tricoptera	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
	Odonata	0,01	0,00	8,64	3,08	0,84
	Diptera	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02
	Coleoptera	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
	Ephemeroptera	0,00	0,00	0,00	15,38	0,07
	<i>Pheidole</i> sp. (formiga)	0,31	0,00	0,08	0,00	0,21
	Outros insetos	0,27	0,00	0,31	0,00	0,25
	Total de insetos	1,25	0,00	12,75	22,56	2,41
Material Vegetal		11,09	0,00	16,20	0,00	10,79
Sedimento		0,51	0,00	0,00	0,00	0,24
Microcrustáceos (Copepoda Calanoida)		0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
Crustáceos	Camarão	0,00	4,20	0,00	3,59	0,09
	Pós-larva camarão	0,00	0,00	1,93	0,00	0,12
Nematoda		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Total de estômagos analisados		76	8	55	10	149

Verificou-se que, em geral, o grupo dos peixes foi o mais presente na dieta alimentar de *P. squamosissimus* nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri nos meses de janeiro e maio de 2004. Os valores de IA para o conteúdo composto por peixes variaram de um mínimo de 69,14 em janeiro de 2004 em Bariri e um máximo de 95,79 em maio de 2004 em Barra Bonita. Verificou-se ainda que os valores mais baixos para o IA de peixes na dieta ocorreram em janeiro considerando cada reservatório, e no reservatório de Bariri quando se consideram os dois períodos de amostragem.

Para o grupo dos insetos participou da dieta com maior intensidade nos indivíduos coletados no reservatório de Bariri, onde os valores de IA foram de 12,75 no verão e 22,56 em maio de 2004. No mês de janeiro de 2004, em Barra Bonita o valor de IA para o grupo de insetos foi de 1,25 e no mês de maio de 2004 não houve registro deste grupo no referido reservatório.

As formas vegetais, como gramíneas, macrófitas e algas, estiveram presentes na dieta de *P. squamosissimus* apenas em janeiro de 2004 em ambos os reservatórios, com valores de 11,09 em Barra Bonita e 12,75 e, Bariri.

Para os demais grupos que compuseram a dieta de *P. squamosissimus* foram observados valores de IA mais baixos, com destaque apenas para o grupo de crustáceos, nos quais a forma adulta de camarão apresentou IA com valores de 4,20 em Barra Bonita e 3,59 em Bariri, ambos no período de maio de 2004.

Na Tabela 13 estão apresentadas as importâncias dos itens alimentares na dieta de *P. squamosissimus* a partir dos valores de IA. Verificou-se que o item dominante em todos os casos foi o grupo de peixes. Como itens não desprezíveis na dieta, foram identificados os grupos dos vegetais em Barra Bonita e o dos insetos em Bariri, em ambos os períodos. Os demais itens foram categorizados como secundários na alimentação de *P. squamosissimus*, nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri nos meses de janeiro e maio de 2004.

Tabela 13 – Importância dos itens alimentares presentes na dieta de *P. squamosissimus* nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri, nos meses de janeiro e maio de 2004.

Itens	Barra Bonita		Bariri		Janeiro e Maio de 2004
	Janeiro de 2004	Maio de 2004	Janeiro de 2004	Maio de 2004	
Peixes	Dominante	Dominante	Dominante	Dominante	Dominante
Insetos	Secundária	Secundária	Não desprezível	Não desprezível	Secundária
Vegetais	Não desprezível	Não desprezível	Secundária	Secundária	Não desprezível
Sedimento	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária
Zooplâncton	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária
Crustáceos	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária
Nematoda	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária	Secundária

5.4. CARACTERIZAÇÃO DE *GEOPHAGUS SURINAMENSIS*

Neste capítulo é dado enfoque à espécie *Geophagus surinamensis* pelo fato de tratar-se de uma espécie não-nativa recente no sistema do Tietê, a partir de uma caracterização espacial da população segundo aspectos relativos à abundância e distribuição, estrutura da população, reprodução e alimentação.

- **Abundância e biomassa**

Dos seis reservatórios estudados, verificou-se a presença de *Geophagus surinamensis* apenas nos reservatórios de Três Irmãos, Nova Avanhandava e Ibitinga.

Do total de 167 indivíduos coletados, a maior abundância foi de 136 exemplares amostrados no reservatório de Três Irmãos, além de quatro indivíduos em Nova Avanhandava e seis em Ibitinga. Anteriormente, em maio de 2003, foram amostrados 21 indivíduos no reservatório de Três Irmãos. Os valores da abundância de indivíduos da população de *G. surinamensis* estão apresentados na Figura 33.

Excluídos os seis indivíduos amostrados em Ibitinga, para os quais não foi possível determinar os dados de biometria por problemas ocorridos no procedimento de conservação, o total de indivíduos amostrados da população de *G. surinamensis* resultou numa biomassa de 11,14 kg, sendo que 8,65 kg corresponderam aos organismos coletados no reservatório de Três Irmãos em janeiro de 2004; 2,05 kg foram relativos à biomassa dos indivíduos capturados em Três Irmãos em maio de 2003 e apenas 0,44 kg corresponderam aos indivíduos amostrados em Nova Avanhandava em janeiro de 2004, assim como está apresentado na Figura 34.

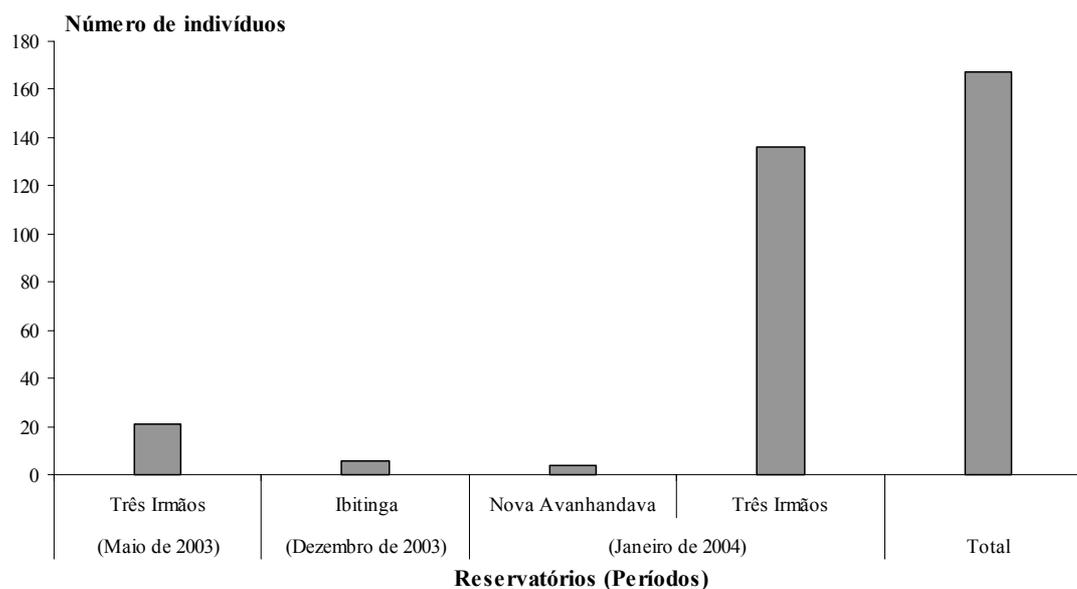


Figura 33 – Valores de abundância de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Ibitinga, Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

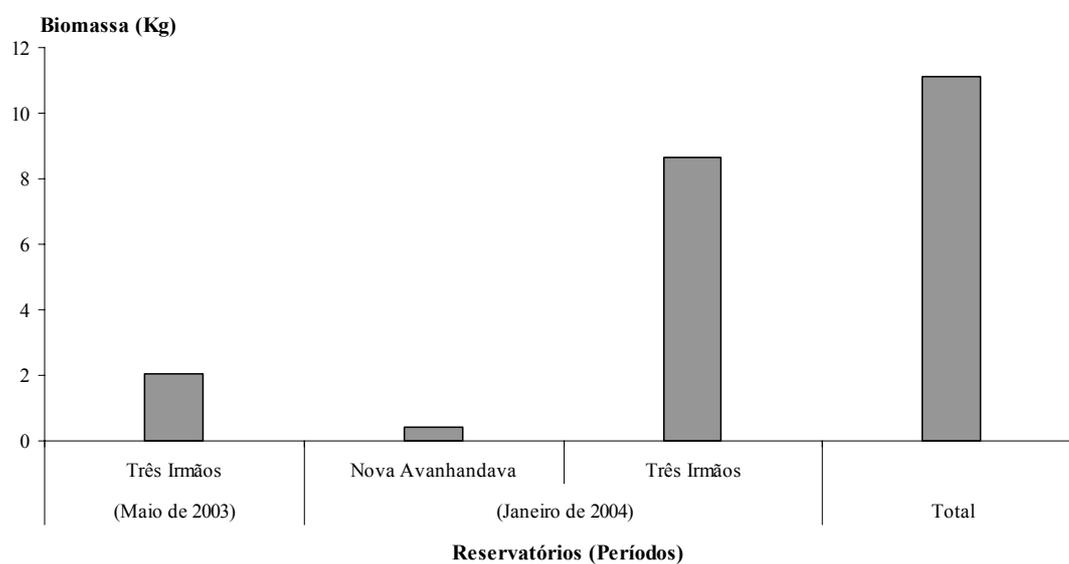


Figura 34 – Valores de biomassa de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

- **Composição em sexo**

De acordo com o apresentado na Figura 35, no conjunto total da população de *G. surinamensis* as proporções de machos (27,63%) e de fêmeas (26,32%) estiveram próximas à 1:1, sendo que a proporção de indivíduos para os quais não foi possível identificar o sexo foi de 46,05%.

No reservatório de Três Irmãos no mês de janeiro de 2004, ocorreu uma proporção maior de machos (28,35%) em relação às fêmeas (22,83%), sendo que a proporção de indivíduos indeterminados (48,82%) foi semelhante ao observado para o conjunto total de indivíduos. Ainda neste mesmo reservatório, porém no mês de maio de 2003, a proporção de fêmeas foi de 47,62%, superando a proporção de machos (19,05%) e de indivíduos indeterminados (33,33%).

Em Nova Avanhandava, no mês de janeiro de 2004, a proporção de indivíduos machos na população de *G. surinamensis* foi de 50%, valor bastante superior aquele verificado para fêmeas (25%) e indeterminados (25%). Vale ressaltar que neste reservatório foram amostrados apenas quatro indivíduos.

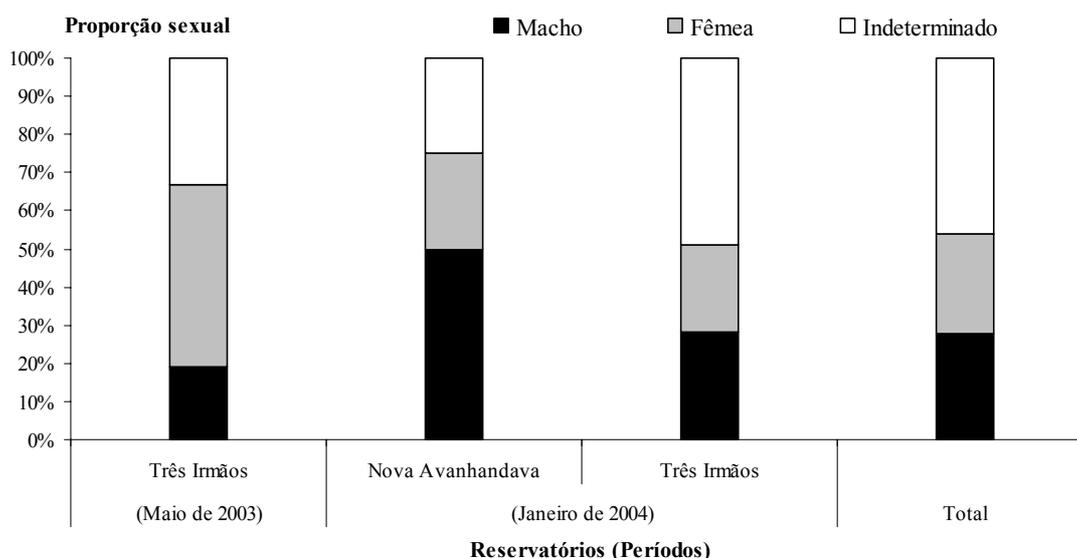


Figura 35 – Proporção sexual de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

Na Tabela 14 estão apresentados os resultados obtidos a partir do emprego do teste do χ^2 com o objetivo de identificar as diferenças entre as frequências absolutas de fêmeas e machos de *G. surinamensis* nos reservatórios de Três Irmãos nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004, além do conjunto total dos dados. Para todos os casos não se verificaram diferenças entre as frequências absolutas de machos e de fêmeas. Este teste não foi aplicado para o conjunto de dados de Nova Avanhandava, devido ao tamanho muito reduzido da amostra.

Tabela 14 - Valores de frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR) de machos e fêmeas, e teste do χ^2 para a análise da proporção sexual de *Geophagus surinamensis* nos reservatórios de Três Irmãos nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

Reservatório	Fêmeas		Machos		χ^2	Resultado
	FA	FR	FA	FR		
Três Irmãos (05/2003)	4	28,57	10	71,43	2,57	H0 : F fêmeas = F machos
Três Irmãos (01/2004)	36	55,38	29	44,62	0,75	H0 : F fêmeas = F machos
Total	42	51,22	40	48,78	0,05	H0 : F fêmeas = F machos

$\chi^2_{\text{crítico}}=3,84$; gl=1; $\alpha=0,05$;

- **Composição em comprimento**

Os indivíduos de *G. surinamensis* capturados nos reservatórios de Três Irmãos e Nova Avanhandava em janeiro de 2004, e em Três Irmãos em maio de 2003 compuseram 8 classes de tamanho, sendo que os indivíduos de menor e maior tamanho apresentaram, respectivamente, 6,8 cm e 21,4 cm de comprimento. O histograma de freqüências absolutas de indivíduos em função das classes de tamanho está apresentado na Figura 36. Ressalta-se que para esta análise só foram considerados os 97 indivíduos que apresentaram comprimento total.

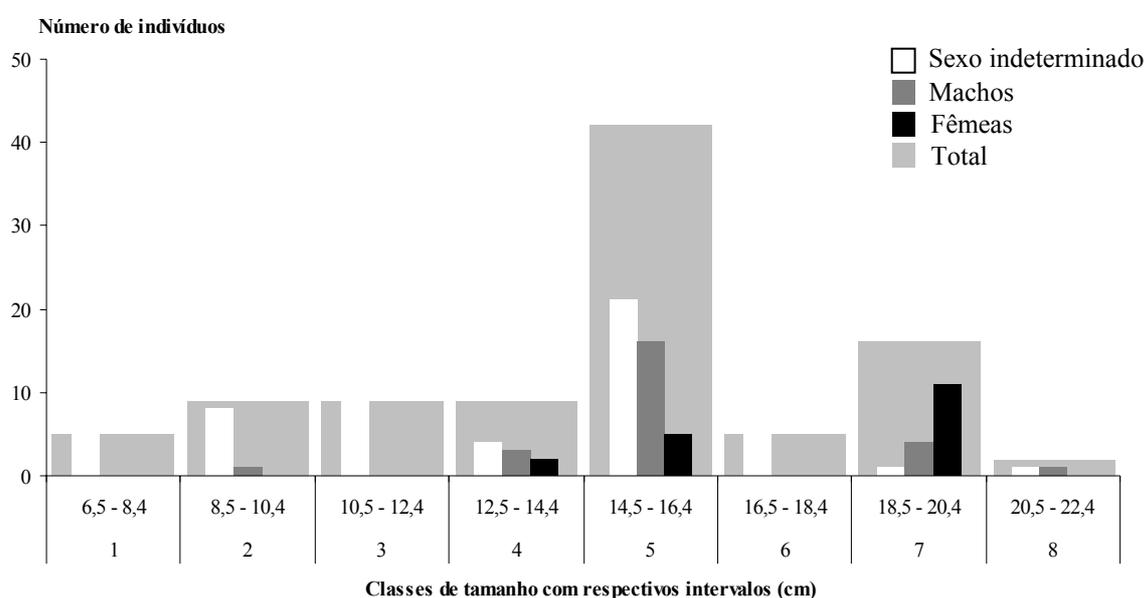


Figura 36 - Histograma de classes de tamanho de *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Três Irmãos e Nova Avanhandava nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

A quinta classe de tamanho da população de *G. surinamensis*, correspondente ao intervalo de 14,5 a 16,4 cm de comprimento, foi aquela para a qual foi verificado o maior número de indivíduos (42 indivíduos) seguida pela sétima classe (18,5 a 20,4 cm), com 16 indivíduos. Foram verificados 9 indivíduos para cada uma das classes 2, 3 e 4 (de 8,5 a 14,4 cm). Para as classes 1 (6,5 a 8,4 cm) e 6 (16,5 a 18,4 cm) foram observados 5 indivíduos em cada. A classe 8 (20,5 a 22,4 cm) foi aquela para a qual foi verificado o menor número de indivíduos (2).

Os indivíduos cujo sexo não foi possível determinar ocorreram em todas as oito classes, sendo que foram o maior grupo nas classes de 1 a 6. Nas classes 1, 3 e 6 ocorreram apenas indivíduos deste grupo. Os indivíduos machos compuseram as classes de números 2, 4, 5, 7 e 8 e as fêmeas participaram apenas das classes 4, 5 e 7. Nesta última classe o grupo da fêmeas apresentou o maior número de indivíduos em relação aos grupos dos machos e indeterminados.

Na Tabela 15 estão apresentados os resultados obtidos pelo emprego do teste de Kolmogorov-Smirnov, a partir dos quais é possível verificar que são diferentes as distribuições de frequência de machos e de fêmeas, em relação às classes de tamanho, de *G. surinamensis* capturados nos reservatórios de Três Irmãos e Nova Avanhandava no período de janeiro de 2004 e de Três Irmãos no período de maio de 2003. Os números de 25 machos e 18 fêmeas correspondem aqueles indivíduos que apresentaram comprimento total.

Tabela 15 - Valores de frequência relativa acumulada (FRA) para machos e fêmeas de *Geophagus surinamensis* coletados no sistema em estudo, em relação às classes de comprimento, e resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado para comparação de duas distribuições de frequência.

Nº classe	Intervalos de classe	FRA machos	FRA fêmeas	D
1	6,5 - 8,4	0,00000	0,00000	0,00000
2	8,5 - 10,4	0,04000	0,00000	0,04000
3	10,5 - 12,4	0,04000	0,00000	0,04000
4	12,5 - 14,4	0,16000	0,11111	0,04889
5	14,5 - 16,4	0,80000	0,38889	0,41111
6	16,5 - 18,4	0,80000	0,38889	0,41111
7	18,5 - 20,4	0,96000	1,00000	0,04000
8	20,5 - 22,4	1,00000	1,00000	0,00000
	N	25	18	
Dmáximo	0,41111			
gl	2			
α	0,05			
$\chi^2_{\text{crítico}}$	5,9991			
χ^2	16,4533			
$\therefore \chi^2 > \chi^2_{\text{crítico}}$; rejeita-se H0: as duas distribuições são diferentes				

- **Relação peso/comprimento**

Em função do baixo número de indivíduos capturados no reservatório de Nova Avanhandava em janeiro de 2004 e em Três Irmãos em maio de 2003, optou-se por analisar a relação peso/comprimento de *G. surinamensis* a partir de todos os dados agrupados. Para esta análise foram utilizados dados de apenas 161 indivíduos, os quais apresentaram comprimento total.

Na Figura 37 está apresentada a curva potencial obtida a partir do estabelecimento da relação peso/comprimento, de acordo com LE CREN (1951), cujo coeficiente de crescimento relativo (b) é igual a 3,1521, o que indica um possível crescimento alométrico positivo.

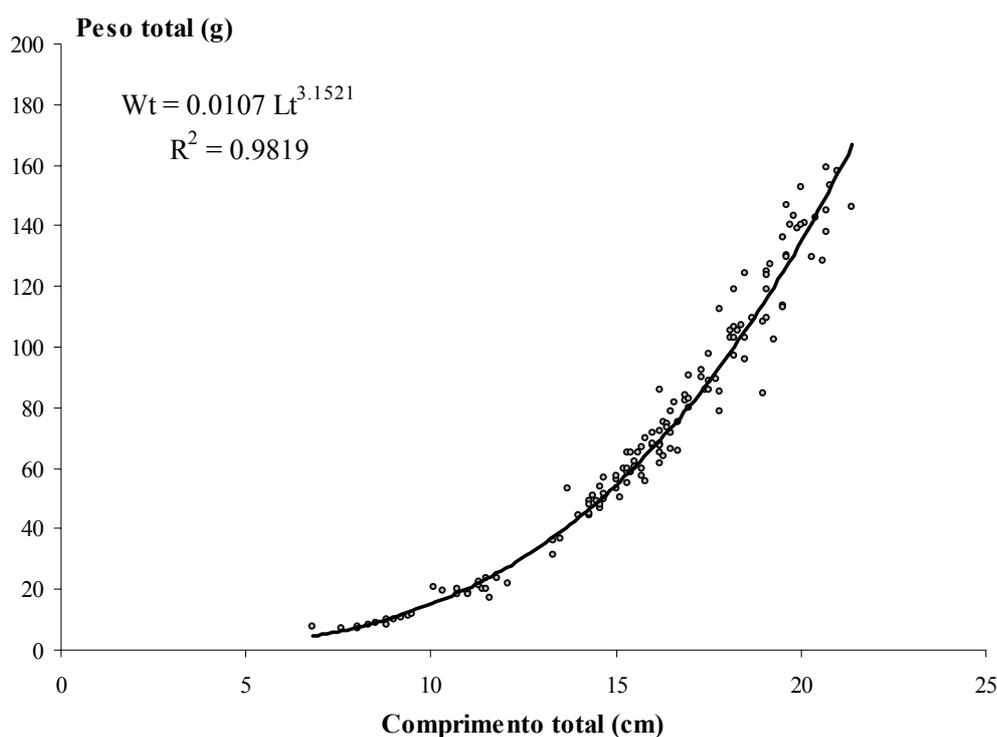


Figura 37 - Relação entre os valores de peso total (Wt) e comprimento total (Lt) para *G. surinamensis* amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

- **Fator de condição relativo**

De acordo com o apresentado na Figura 38, os valores do fator de condição relativo foram semelhantes entre as amostragens, sendo que no reservatório de Três Irmãos no mês de maio de 2003 foi verificado o menor valor (0,9140) e no mês de janeiro de 2004 neste mesmo reservatório foi verificado o maior valor (1,0045). No reservatório de Nova Avanhandava em janeiro de 2004 foi verificado o valor de 0,9883, tendo sido verificado também a maior amplitude de variação dentre as amostragens.

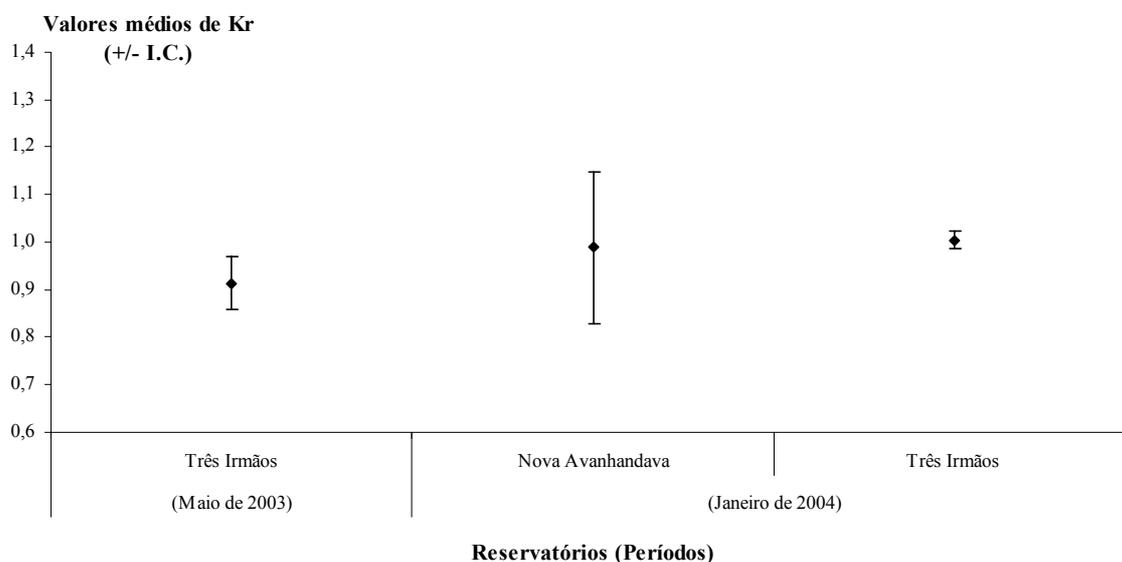


Figura 38 - Valores médios do fator de condição relativa (Kr) e respectivos intervalos de confiança para *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004.

A análise de Kruskal-Wallis revelou um valor crítico de p menor do que 0,05, indicando que não existem diferenças significativas entre os valores do fator de condição relativo estimados para *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava em janeiro de 2004 e Três Irmãos nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

• Reprodução

De acordo com a Figura 39, a qual apresenta as proporções entre os estádios de maturação gonadal para a população de *G. surinamensis*, é possível verificar que o conjunto dos indivíduos imaturos e em maturação compuseram a maior fração da população nas amostragens realizadas. No total do conjunto de dados, os indivíduos imaturos participaram com 40,58% e os indivíduos em maturação com 35,51%.

É importante ressaltar que as proporções apresentadas para os grupos nos reservatórios de Três Irmãos em maio de 2003 e de Nova Avanhandava em janeiro de 2004 representam conjuntos amostrais baixos, respectivamente, 21 e 4 indivíduos.

No reservatório de Três Irmãos, em maio de 2003, os indivíduos imaturos representaram 33,33% da população e em janeiro de 2004 representaram 42,48%. Em Nova Avanhandava no mês de janeiro de 2004 foi observada a menor proporção para imaturos dentre as amostragens realizadas (25%).

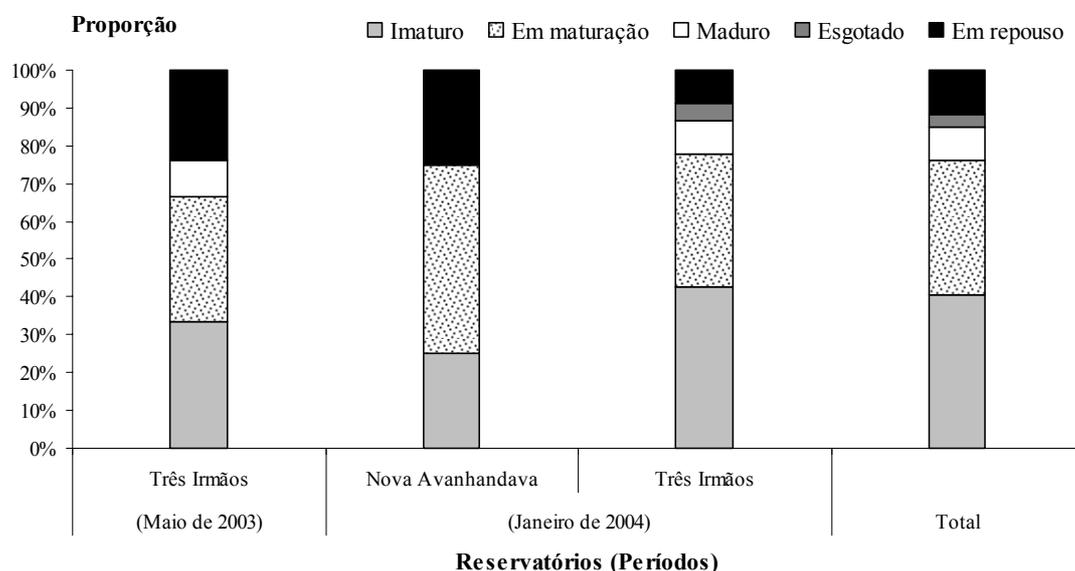


Figura 39 – Ocorrência de *G. surinamensis* nos diferentes estádios de maturação gonadal amostrados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, nos meses de maio de 2003 e janeiro de 2004.

Os indivíduos em maturação representaram 50,00% da população no reservatório de Nova Avanhandava no mês de janeiro de 2004. Em Três Irmãos este grupo representou 33,33% da população no mês de maio de 2003 e 35,40% em janeiro de 2004.

Os indivíduos maduros estiveram presentes apenas no reservatório de Três Irmãos, compondo 9,52% da população em maio de 2003 e 8,85 % em janeiro de 2004. Foram observados indivíduos esgotados apenas em Três Irmãos no mês de janeiro de 2004, representando 4,42% da população.

Para o grupo dos indivíduos em repouso verificou-se valores de 25,00% em relação ao total da população em Nova Avanhandava em janeiro de 2004. Em Três Irmãos foram observados valores de 23,81% no mês de maio de 2003 e 8,85% e em janeiro de 2004.

- **Caracterização do hábito alimentar**

Dos 167 indivíduos de *G. surinamensis* capturados, somente 17 foram objeto da caracterização do hábito alimentar, uma vez que apenas este conjunto de indivíduos apresentou conteúdo alimentar nos estômagos dos indivíduos. Este conjunto de indivíduos analisados representou apenas os reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos no mês de janeiro de 2004.

A Tabela 16 apresenta a lista de itens encontrados por VELLUDO (em preparação) nos conteúdos estomacais de *G. surinamensis*. Os resultados foram agrupados em oito grandes grupos: molusco, crustáceos, cladocera, copepoda, insetos, fragmentos vegetais alóctones, sedimento e matéria orgânica em decomposição.

O grupo dos moluscos foi totalmente representado por conchas de organismos pertencentes à espécie *Aylacostoma puncher*. Os crustáceos foram compostos por uma espécie não identificada da ordem Decapoda. Os Cladocera e os Copepoda, embora pertençam ao grupo dos crustáceos, foram divididos em dois grupos e representados, respectivamente, por uma espécie do gênero *Daphnia* e por espécies não identificadas pertencentes às subordens Calanoida e Cyclopoida.

Os insetos formaram o grupo composto pelo maior número de táxons, todos pertencentes à ordem Diptera, com espécies pertencentes aos gêneros *Coelotanypus* (Chironomidae Tanypodinae), *Saethenia* (Chironomidae Chironominae) e *Chaoborus* (Chaoboridae). Foram encontrados ovos, formas larvais, fragmentos de insetos e adultos deste grupo.

O material vegetal alóctone foi composto por sementes, fragmentos de folhas, talos e gramíneas, todos de origem terrestre. O sedimento foi caracterizado como sendo formado por areia e terra. Toda a matéria orgânica em decomposição que não foi possível de ser identificada foi incluída neste último grupo.

Tabela 16 – Itens alimentares encontrados por VELLUDO (em preparação) no estômagos de *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004.

Grupos	Nível de Identificação
Molusco	Filo Gastropoda Família Thiaridae <i>Aylacostoma puncher</i>
Crustáceos	Filo Arthropoda Classe Crustacea Ordem Decapoda (espécie não identificada)
Cladocera	Filo Arthropoda Classe Crustacea Ordem Anomopoda Família Daphnidae Gênero <i>Daphnia</i> (espécie não identificada)
Copepoda	Filo Arthropoda Classe Crustacea Ordem Copepoda Sub-ordem Calanoida (espécie não identificada) Sub-ordem Cyclopoida (espécie não identificada)
Insetos	Filo Arthropoda Classe Insecta Ordem Diptera Família Chironomidae Subfamília Tanytopodinae Gênero <i>Coelotanypus</i> (espécie não identificada) Subfamília Chironominae Gênero <i>Saethenia</i> (espécie não identificada) Família Chaoboridae Gênero <i>Chaoborus</i> (espécie não identificada)
Fragmentos vegetais alóctones: sementes, fragmentos de folhas, talos e gramíneas	
Sedimento: areia e terra	
Matéria orgânica em decomposição: massa amorfa em decomposição não passível de identificação	

Os resultados obtidos a partir do emprego do índice alimentar de KAWAKAMI & VAZZOLER (1980) para os itens alimentares encontrados nos conteúdos estomacais de *G. surinamensis* capturados nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004, estão apresentados na Tabela 17.

Para o grupo sedimento, composto por areia e terra, foi verificado o maior valor do IA (42,38%), seguido pelo grupo composto por conchas de molusco (32,61%) e por aquele representante da matéria orgânica em decomposição (18,20%). A partir destes valores, foi

possível estimar a importância destes itens na dieta de *G. surinamensis* (Tabela 18), sendo que o grupo sedimento foi classificado com importância dominante, o grupo molusco com importância essencial e o grupo matéria orgânica em decomposição com importância não desprezível.

Os demais grupos representados por fragmentos vegetais alóctones, insetos, crustáceos, Copepoda e Cladocera apresentaram baixos valores de IA, sendo todos categorizados com importância secundária de acordo com a Tabela 18.

Tabela 17 – Valores do índice alimentar encontrados por VELLUDO (em preparação) para os grupos de itens alimentares presentes nos estômagos de *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004.

Itens	IA (%)
Material do sedimento	42.38
Molusco	32.61
Matéria orgânica em decomposição	18.20
Fragmentos vegetais alóctones	3.10
Insetos	2.93
Crustáceos, Copepoda e Cladocera	0.72

Tabela 18 – Importância dos itens alimentares encontrados por VELLUDO (em preparação) na dieta de *G. surinamensis* nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos do rio Tietê, no mês de janeiro de 2004.

Itens alimentares	Importância
Material do sedimento	Dominante
Molusco	Essencial
Matéria orgânica em decomposição	Não desprezível
Fragmentos vegetais alóctones	Secundária
Insetos	Secundária
Crustáceos, Copepoda e Cladocera	Secundária

5.5. ANÁLISE DA SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS ALIMENTARES

Neste capítulo é feita uma análise das possíveis sobreposições de nichos alimentares das espécies encontradas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê no período de novembro de 2003 a janeiro de 2004.

Na Tabela 19 está apresentada uma matriz onde estão atribuídos pesos para os itens alimentares para as espécies de peixes estudadas, a partir de dados obtidos neste trabalho e de registros encontrados na literatura referentes ao sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê. De acordo com os critérios estabelecidos para esta análise, não foram encontrados registros no sistema estudado para as espécies *Astyanax fasciatus*, *Crenicichla britski*, *Curimata* sp., *Eigenmania virescens*, *Myleus* sp. e *Salminus hilarii*.

Ressalta-se que os números de amostras analisadas diferem muito entre as espécies, tendo sido analisados mais amostras as espécies *Astyanax altiparanae*, *Geophagus brasiliensis*, *Moenkhausia intermédia*, *Serrasalmus spilopleura*, *Steindachnerina insculpta*, *Geophagus surinamensis*, *Cichla* cf. *monoculus* e *Plagioscion squamosissimus*.

A partir da Figura 40, onde está apresentado o dendrograma resultante da análise de agrupamento segundo o índice de Morisita-Horn, segundo recomendado por UIEDA (1995), calculado a partir dos dados da Tabela 19, é possível identificar as sobreposições de nichos alimentares entre as espécies de peixes observadas pelo presente trabalho.

No geral, verificou-se a presença de quatro grupos de espécies segundo os hábitos alimentares. O grupo A ficou caracterizado com hábito alimentar predominantemente carnívoro, com sobreposições de hábitos alimentares entre a espécie nativa *Serrasalmus spilopleura* e a não-nativa *Plagioscion squamosissimus*, sendo que esta última foi a que apresentou o maior espectro de itens alimentares neste grupo. Ainda pertencentes a este grupo, as espécies não-nativas *Lipossarcus anisitsi* e *Trachelyopterus coriaceus* apresentaram-se mais semelhantes entre si, bem como as espécies *Acestrorhynchus lacustris*, *Hoplias malabaricus* e *Cichla* sp., sendo esta última uma espécie não-nativa. Junto com as anteriores, a espécie não-nativa *Astronotus ocellatus* encerra o grupo A, caracterizado por espécies de hábito predominantemente carnívoro.

Tabela 19 – Pesos dos itens na alimentação das espécies encontradas nos seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê.

Espécies ou gêneros	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	N	Fonte
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	5
<i>Astyanax altiparanae</i>	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	45	5
<i>Cyphocharax modestus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	5
<i>Geophagus brasiliensis</i>	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	2	>50	4
<i>Gymnotus carapo</i>	0	2	2	0	0	2	0	2	2	0	0	1	5
<i>Hoplias malabaricus</i>	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1
<i>Hypostomus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5
<i>Leporinus</i> spp.	2	0	3	0	0	2	0	2	2	0	2	6	5
<i>Moenkhausia intermedia</i>	1	0	3	1	0	1	0	2	1	0	0	28	5
<i>Pimelodus maculatus</i>	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	3	5	5
<i>Prochilodus lineatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	5
<i>Rhamdia quelen</i>	0	0	2	0	1	3	0	1	2	0	0	9	5
<i>Schizodon</i> spp.	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	9	5
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	3	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	38	5
<i>Steindachnerina insculpta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	40	5
<i>Astronotus ocellatus</i>	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	5
<i>Cichla</i> sp.	2	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	24	4
<i>Geophagus surinamensis</i>	0	1	1	0	2	0	1	1	0	0	3	17	3
<i>Hoplosternum littorale</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	4	5
<i>Lipossarcus anisitsi</i>	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	*	6
<i>Oreochromis niloticus</i>	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	2	*	7
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	3	1	1	0	1	1	1	2	2	1	0	>50	2 e 4
<i>Satanoperca jurupari</i>	2	0	3	0	0	2	0	2	2	0	0	4	5
<i>Tilapia rendalli</i>	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	2	*	7
<i>Trachelyopterus coriaceus</i>	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2	*	6
<i>Triportheus signatus</i>	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	1	5

A = fragmentos e escamas de peixes

B = crustáceos

C = material vegetal alóctone (gramíneas, folhas e sementes)

D = material vegetal autóctone (algas e fitoplâncton)

E = gastrópode

F = fragmentos e exoesqueletos de insetos

G = Cladocera, copepoda e larvas de *Chaoborus*

H = larvas de Chironomidae, Ephemeroptera, Coleoptera, Hemíptera e Tricoptera

I = Odonata

J = Amphipoda

K = Sedimento

N = Número total de indivíduos analisados

Fonte 1 = presente estudo

Fonte 2 = Velludo (2005)

Fonte 3 = Velludo (em preparação)

Fonte 4 = Stefani *et al.* (2005a)

Fonte 5 = Pereira (2001)

Fonte 6 = Smith *et al.* (2005b)

Fonte 7 = CESP (1985)

* informação inexistente

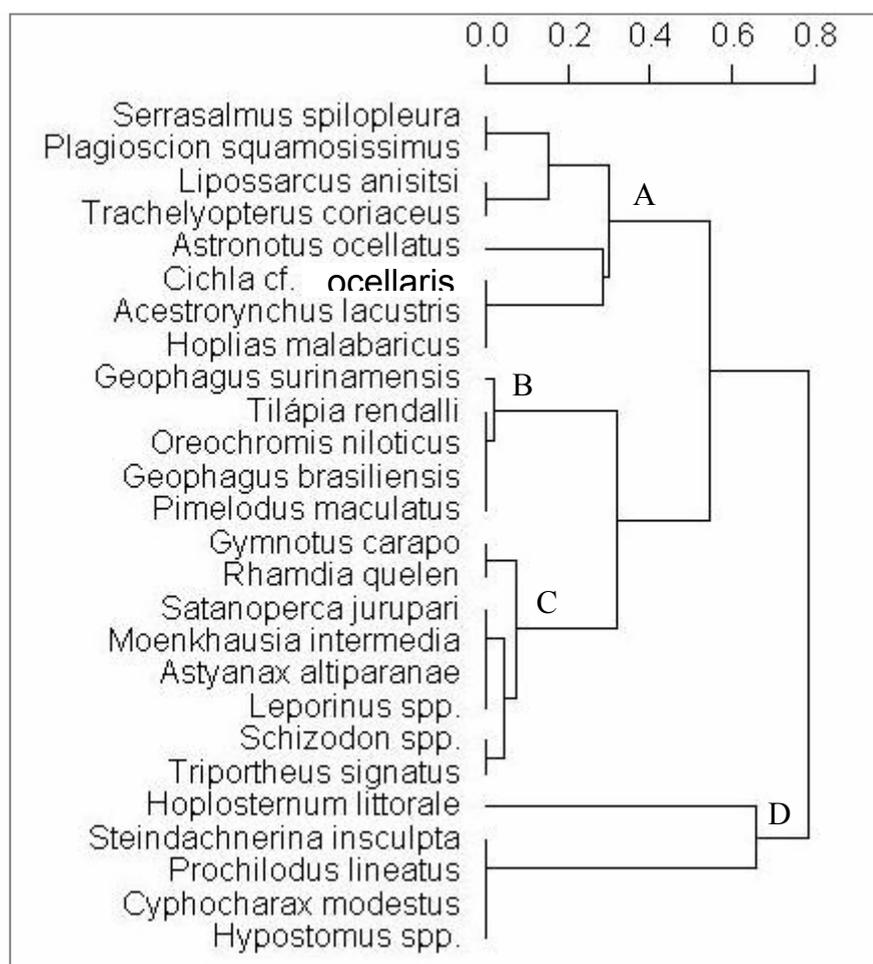


Figura 40 – Dendrograma resultante da análise de agrupamento com coeficiente de Morisita-Horn e método de ligação UPGMA (coeficiente de correlação cofenética = 0,8012), a partir dos pesos dos itens alimentares presentes nas dietas das espécies de peixes que ocorrem nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê.

O grupo B foi formado pelas espécies *Tilapia rendalli*, *Oreochromis niloticus*, *Geophagus brasiliensis* e *Pimelodus maculatus* com maior similaridade entre si, em conjunto com a *Geophagus surinamensis*, todas com hábito alimentar caracterizado por características iliófagas.

O grupo B apresentou maior similaridade com o grupo C, do que com os demais grupos, pelo fato deste último estar composto por espécies com hábitos também filtradores, porém com tendência à onivoria. O grupo C foi formado pelas espécies *Gymnotus carapo* e *Rhamdia quelen*, com maior similaridade entre si; espécies do gênero *Schizodon* e a espécie *Triportheus signatus* com maior similaridade entre si; e as espécies do gênero

Leporinus, *Satanoperca jurupari*, *Moenkhausia intermedia* e *Astyanax altiparanae* com maior similaridade entre si.

O grupo D foi composto por espécies com hábito alimentar iliófago predominantemente, e por isto ficou mais distante do grupo A e do grupo BC. As espécies que compuseram o grupo D foram do gênero *Hypostomus* spp., *Cyphocharax modestus*, *Prochilodus lineatus* e *Steindachnerina insculpta*, que estiveram mais próximas entre si em função de seus hábitos alimentares serem estritamente iliófagos, o que deixou a espécie *Hoplosternum littorale* um pouco mais distante, por também ter apresentado uma tendência filtradora.

6. DISCUSSÃO

A extensão longitudinal formada pelo sistema de reservatórios dos trechos médio e inferior do rio Tietê inclui diversas regiões geológicas do estado de São Paulo, uma grande variedade de fisionomias de vegetação e o aporte de diversos tributários de bacias com diferentes características, fatores estes que levam à ocorrência de gradientes longitudinais ao longo da cascata de reservatórios, de acordo com STRASKRABA *et al.* (1993).

Além dos grandes tributários do sistema de reservatórios em estudo, como os rios Piracicaba e Tietê que aportam águas com grandes quantidades de efluentes domésticos e industriais diluídos, pequenos tributários também podem influenciar a qualidade da água dos reservatórios (MORETTO & NOGUEIRA, 2003).

Durante o período estudado, no conjunto de todos os seis reservatórios estudados no rio Tietê, a principal condição que caracterizou limnologicamente o sistema foi o gradiente longitudinal decrescente do grau de trofia, também associado com uma diminuição nos valores de condutividade.

O aumento nas concentrações de oxigênio dissolvido que ocorreu entre o ponto superior de Barra Bonita e o ponto barragem do reservatório de Bariri no período estudado está relacionado, principalmente, à diminuição do grau de trofia das águas no sentido montante-jusante do sistema. Embora nos reservatórios de Ibitinga e Promissão as concentrações de oxigênio dissolvido tenham sido maiores, os valores médios obtidos interromperam esta tendência, principalmente devido aos baixos valores de oxigênio dissolvido que ocorreram abaixo da termoclina, uma vez que nestas localidades há profundidades suficientes para a ocorrência de estratificação térmica, evento típico nestes reservatórios no período de verão (TUNDISI & STRASKRABA, 1999).

De uma forma geral, as maiores variações que ocorreram em torno dos valores médios de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura da água nos reservatórios de Ibitinga e Promissão, estão associadas às grandes extensões da coluna da água nestas localidades.

O gradiente longitudinal crescente no sentido montante-jusante observado para os valores de temperatura da água deve estar mais relacionado com as condições climáticas dos períodos de amostragem do que com aspectos limnológicos do sistema, uma vez que as amostragens nos reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos foram realizadas no mês de janeiro, quando normalmente ocorre maior incidência de luminosidade e maiores temperaturas do que nos períodos de dezembro, quando foram amostrados Ibitinga e Promissão, e novembro, quando foram amostrados Barra Bonita e Bariri. Segundo HENRY (1995), variações na estrutura térmica de ambientes aquáticos estão diretamente relacionadas às alterações sazonais na intensidade da radiação solar.

Este gradiente longitudinal decrescente do grau de trofia no sentido montante-jusante do sistema de reservatórios evidenciado no presente trabalho é considerado como consequência, principalmente, das grandes quantidades de nutrientes aportados para a bacia do rio Tietê a partir dos efluentes domésticos e industriais emitidos pelos grandes centros urbanos, além de poluições difusas de origem agrícola, como é o caso daquelas oriundas do plantio da cana-de-açúcar (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1990).

GUNTZEL (2000) verificou, entre o período de 1979 e 1998, a ocorrência de um aumento significativo no processo de eutrofização no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, principalmente em função do aporte de grandes concentrações de formas nitrogenadas, o que acarretou um aumento da condutividade elétrica, diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido e alterações nas comunidades biológicas, como foi o caso do aumento da biomassa de fitoplâncton. Embora o processo de eutrofização das águas do rio Tietê seja uma realidade antiga em sua bacia de drenagem e já tenha sido amplamente abordado (TUNDISI *et al.*, 1988; BARBOSA *et al.*, 1999; GUNTZEL, 2000; FRACÁCIO *et al.*, 2002), os aportes de nitrogênio e fósforo por efluentes de origem nos centros urbanos e industriais localizados no trecho alto da bacia ainda hoje é fator determinante na diminuição da qualidade da água de todo o curso do rio Tietê.

TUNDISI *et al.* (1988) associam a existência de um gradiente longitudinal decrescente no grau de trofia do sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê ao acúmulo de altas concentrações de nitrogênio e fósforo nos reservatórios do início do sistema, como o de Barra Bonita e Bariri. Além disso, é importante destacar que existem diversas fontes difusas de nitrogênio e fósforo ao longo de todo o sistema,

principalmente em função da ocorrência de atividades agrícolas dentro dos limites da bacia de drenagem, como é o caso do plantio da cana-de-açúcar (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1990), o que pode explicar alguns valores mais altos de nutrientes ao longo do gradiente, como pode ter sido o caso do aumento da concentração de nitrato no ponto superior do reservatório Promissão.

Embora não tenha sido evidenciada, pelo presente trabalho, o gradiente longitudinal decrescente no grau de trofia ao longo do sistema pode ser o responsável por mudanças na composição de espécies de peixes entre os reservatórios, uma vez que reflete mudanças nos aspectos físicos e biológicos do sistema, como na transparência da água e na oferta de alimento.

Em relação à comunidade de peixes, a riqueza de espécies encontrada no conjunto dos seis reservatórios no presente trabalho foi de 45 táxons, valor igual ao verificado por SMITH (2004), porém com composição específica distinta. O mesmo autor estimou, a partir da literatura, que ocorrem cerca de 134 espécies de peixes em toda a bacia do rio Tietê, incluindo os seus tributários mais importantes, sendo que 119 são espécies nativas e 15 são não-nativas. Esta diferença entre a riqueza estimada no presente trabalho e aquela obtida junto à literatura deve-se, principalmente, ao fato de que o esforço de amostragem empregado no presente trabalho tenha abrangido apenas as porções lacustres dos reservatórios e em apenas um período de amostragem.

Em geral, os resultados de composição e abundância obtidos para a comunidade de peixes no período de estudo (diversidade beta) permitiram um agrupamento dos reservatórios de Barra Bonita e Bariri com maior semelhança, e o conjunto destes com o de Ibitinga. Da mesma forma, foram mais semelhantes os reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos, e o conjunto destes com o de Promissão. Assim, as ictiocenoses amostradas nos três primeiros reservatórios do sistema são mais próximas entre si do que aquelas amostradas nos três últimos reservatórios, e vice-versa.

Ao longo da década de 90, vários autores avaliaram diferentemente a riqueza de espécies de peixes nos trechos do rio Paraná. BRITSKI (1994) relatou que o número de espécies presentes no trecho superior do rio Paraná era 140. Já AGOSTINHO *et al.* (1995) afirmam que para toda a bacia do rio Paraná o número de espécies era de 221. Mais tarde,

AGOSTINHO & JULIO Jr. (1999) afirmaram que ocorrem 250 espécies ao longo de toda a bacia do rio Paraná, sendo 89 apenas nos trechos superiores. Recentemente, SMITH (2004) verificou a ocorrência de 134 espécies apenas no rio Tietê, envolvendo os reservatórios e os grandes e pequenos tributários.

Ainda assim, o esforço de amostragem empregado no presente trabalho para apenas um período sazonal foi suficiente para registrar uma comunidade de peixes com riqueza semelhante àquela observada por SMITH (2004), que amostrou o sistema durante um período maior.

MARCIANO (2005) observou um total de 37 espécies de peixes na região lacustre do reservatório de Bariri, com um esforço de amostragem que envolveu três outros períodos de amostragem, além do período também apresentado no presente trabalho.

A ordem Characiformes foi aquela composta pelo maior número de espécies no presente trabalho, seguida pela ordem Siluriformes. A maior expressividade da ordem Characiformes, em número de espécies, também foi verificada por outros autores como BRITSKI (1994) para toda o trecho superior do rio Paraná, AMARAL & PETRERE Jr. (1994) no reservatório de Promissão, SMITH (2004) nos reservatórios de Barra Bonita, Ibitinga, Promissão e Três Irmãos, e MARCIANO (2005) no reservatório de Bariri. De acordo com SMITH (2004) as características lânticas que ocorrem nos reservatórios do rio Tietê favorecem a ocorrência das espécies pertencentes à ordem Characiformes. A ordem Perciformes foi quase toda composta por espécies não-nativas, com exceção das espécies nativas *Crenicichla britski* e *Geophagus brasiliensis*.

Embora tenha sido verificada uma maior riqueza de espécies em Barra Bonita, Bariri e Ibitinga em relação aos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, não foi possível associá-la com as composições específicas de cada reservatório de modo a identificar quais as espécies seriam as responsáveis por esta diferença na riqueza.

Ainda que BARRELLA & PETRERE Jr. (2003) e SMITH (2004) apresentem que as maiores riquezas de espécies são observadas na região do reservatório de Barra Bonita devido aos grandes tributários (rio Piracicaba e rio Tietê), o presente trabalho evidenciou uma maior riqueza de espécies no reservatório de Ibitinga, principalmente em função da

maior ocorrência de espécies nativas. No presente estudo, o reservatório que apresentou a comunidade de peixes com menor riqueza de espécies foi o de Três Irmãos.

Dentre as oito espécies que ocorreram em todos os reservatórios durante o presente estudo (*Astyanax altiparanae*, *Cyphocharax modestus*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus ancistroides*, *Moenkhausia intermedia*, *Serrassalmus spilopleura*, *Hoplosternum littorale* e *Plagioscion squamosissimus*), SMITH (2004) verificou que as espécies *Astyanax altiparanae*, *Plagioscion squamosissimus*, *Serrassalmus spilopleura* e *Moenkhausia intermedia* também ocorrem de forma ampla nos principais tributários do sistema. Por outro lado, diferentemente do que afirmou SMITH (2004), no presente trabalho a espécie *Hypostomus ancistroides* foi caracterizada com ampla ocorrência no sistema, quando considerados apenas os reservatórios e não os tributários.

Do conjunto de espécies observadas por SMITH (2004), quando consideradas apenas as amostragens nas regiões lacustres dos reservatórios, não estiveram na composição da comunidade observada pelo presente trabalho as seguintes espécies: *Cyphocharax nagelli*, *Galeocharax knerii*, *Leporinus obtusidens*, *Metynnis maculatus*, *Schizodon intermedius* e *Synbranchus marmoratus*. É importante ressaltar que esta lista pode ser reduzida para 4 espécies somente, uma vez que ainda existem espécies amostradas pelo presente trabalho que necessitam de identificação específica.

Por outro lado, ainda considerando apenas as porções lacustres dos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, verificou-se a presença de seis táxons que não foram encontrados por SMITH (2004), desconsiderando espécies dos gêneros *Astyanax*, *Leporinus* e *Schizodon* que ainda precisam de melhor identificação. Estes táxons foram: *Apareidon affinis*, *Curimata* sp., *Eingenmania virescens*, *Leporinus friderichi*, *Myleus* sp., *Oreochromis niloticus*.

No conjunto dos resultados apresentados pelo presente trabalho e por aquele de SMITH (2004) destaca-se a ocorrência da espécie *Plagioscion squamosissimus*, a qual é a única espécie não-nativa dentre as espécies mais abundantes e mais amplamente distribuídas em todo o sistema, incluindo os principais tributários.

Foi possível verificar que nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga a abundância do conjunto de espécies nativas foi bastante superior à abundância das espécies não-nativas, fato que já não foi tão marcante nos três últimos reservatórios do sistema, principalmente em Promissão e Três Irmãos, sendo que neste último a abundância das espécies não-nativas foi superior à de nativas.

A composição específica e a abundância das espécies que constituíram a comunidade de peixes foram responsáveis por dividir o sistema estudado em dois blocos distintos, sendo o primeiro formado por Barra Bonita, Bariri e Ibitinga, e o segundo formado por Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos. No primeiro bloco os reservatórios de Barra Bonita e Bariri são mais semelhantes entre si em função destas variáveis, o que também ocorre para os reservatórios de Nova Avanhandava e Três Irmãos no segundo bloco. De acordo com este resultado, as comunidades dos reservatórios de Promissão e Ibitinga podem ser consideradas como intermediárias entre os dois primeiros e os dois últimos reservatórios do sistema estudado, sem apresentar semelhanças entre si em função da comunidade de peixes.

De forma geral, em função dos dados sobre a comunidade de peixes, o sistema pode ser dividido em dois grupos de reservatórios, sendo um formado pelos três reservatórios iniciais do sistema (Barra Bonita, Bariri e Ibitinga) e o outro pelos reservatórios localizados mais a jusante (Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos). Nos três últimos reservatórios foram verificadas menor riqueza de espécies nativas, maior riqueza de espécies não-nativas, menor abundância total da comunidade, maior abundância de espécies não-nativas e menor abundância de espécies nativas em relação aos três primeiros reservatórios. Este resultado foi confirmado pela análise de agrupamento para diversidade beta que mostrou estas mesmas semelhanças entre os reservatórios, sendo que Barra Bonita e Bariri foram mais semelhantes entre si, assim como também Três Irmãos e Nova Avanhandava.

O fato dos três primeiros reservatórios do sistema possuírem um grau de trofia maior pode ser um fator limitante para o adequado desenvolvimento de espécies não-nativas mais sensíveis a estas condições, com é o caso de *Plagioscion squamosissimus*.

A menor abundância total da comunidade de peixes nos três últimos reservatórios pode estar relacionado ao fato de que uma maior ocorrência de espécies não-nativas estaria imprimindo maior pressão de predação e competição nestes ambientes, principalmente em função de espécies bem estabelecidas, como é o caso de *Plagioscion squamosissimus* e *Cichla* sp., além de outras que estão se estabelecendo no sistema, como é o caso de *Geophagus surinamensis*.

A espécie *Plagioscion squamosissimus* foi a segunda em número de indivíduos coletados no conjunto dos seis reservatórios, sendo que a primeira foi *Astyanax altiparanae*. Quando considerados os reservatórios isoladamente, a espécie *Plagioscion squamosissimus* apresentou maior abundância de organismos dentre todas as espécies nos reservatórios de Promissão e Três Irmãos, embora no reservatório de Ibitinga a abundância da espécie tenha sido bastante alta também.

CRUZ *et al.* (1990), estudando o reservatório de Promissão, verificaram que esta espécie apresentou-se com a terceira maior abundância dentro da comunidade amostrada. Já SMITH (2004) verificou a quinta maior abundância para *Plagioscion squamosissimus*, fato provavelmente relacionado com o esforço de amostragem empregado pelo autor, que envolveu também os principais tributários do sistema em questão.

AGOSTINHO *et al.* (1995) relatam que a espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus* foi considerada como aquela mais abundante na maioria dos reservatórios do trecho superior do rio Paraná, com exceção aos reservatórios de Furnas no rio Grande e de Jurumirim no rio Paranapanema, onde a espécie não foi observada.

Assim, em conjunto com algumas espécies nativas como *Astyanax altiparanae* e *Moenkhausia intermedia*, a espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus* pode ser considerada como uma espécie dominante no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê no período estudado. MARCIANO (2005) considerou que *Plagioscion squamosissimus* é dominante no reservatório de Bariri.

Em geral, os valores da abundância e da biomassa de *Plagioscion squamosissimus* foram maiores nos reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, do que nos três primeiros, tendo sido encontrado o maior valor de biomassa no reservatório de

Ibitinga, embora o maior valor de abundância tenha ocorrido no reservatório de Promissão. Isto se deve ao fato de que em Promissão ocorreu grande número de indivíduos de pequeno porte, contribuindo para o incremento na abundância, mas não na biomassa.

De acordo com as análises empregadas no presente trabalho, apenas nos reservatórios de Três Irmãos e Ibitinga a proporção de machos é estatisticamente igual à de fêmeas, sendo que nos demais reservatórios e no conjunto total dos dados estas proporções são diferentes. Devido ao esforço de amostragem empregado para a obtenção dos dados, torna-se difícil extrapolar estes resultados para toda a comunidade, haja vista que não foram feitas amostragens em outros períodos sazonais de forma a amostrar outros momentos do ciclo de vida da espécie, uma vez que a proporção sexual pode variar de forma diferenciada entre os sexos de acordo com as fases do ciclo de vida (VAZZOLER, 1996). Ainda assim, mesmo tendo havido diferenças entre as proporções sexuais para todo o conjunto de dados, as distribuições em classes de tamanho de machos e fêmeas foram iguais estatisticamente.

Observando a distribuição dos indivíduos de acordo com um histograma de classes de tamanho para *Plagioscion squamosissimus* é possível fazer inferências sobre o tipo de estratégia de sobrevivência que está ocorrendo no desenvolvimento de uma determinada espécie (ORSI *et al.*, 2000). Assim, quando é considerado todo o conjunto dos seis reservatórios estudados, verifica-se que a maior quantidade de indivíduos concentra-se nas seis primeiras classes de tamanho de um total de 11 classes determinadas pelo presente trabalho, o que pode ser um indicativo de que a espécie esteja empreendendo uma estratégia de crescimento rápido (ODUM, 1988), com grande investimento de energia para a reprodução e para, conseqüentemente, colonização do sistema.

Outro fato que pode estar associado é o esforço de amostragem, o qual se concentrou apenas na região litorânea e no período de verão. BAUMGARTNER *et al.* (2003) verificaram uma associação da alta ocorrência de formas larvais de *Plagioscion squamosissimus* em regiões litorâneas da bacia de inundação do alto rio Parará, com altas temperatura. DELARIVA *et al.* (1994) associaram a maior ocorrência de indivíduos jovens de *P. squamosissimus* ao aumento no nível da água. Além destes fatores, é comum a procura de refúgios contra predação e de recurso trófico associados à vegetação presente na região litorânea. CHACON & SILVA (1971) relatam que no verão os indivíduos

pertencentes a esta faixa de comprimento procuram as zonas litorâneas dos reservatórios com alta quantidade de material em suspensão e águas mais lânticas para a reprodução e desova, embora tenham encontrado grande número de indivíduos também no inverno.

Em função disto, uma amostragem mais ampla espacialmente, envolvendo a região pelágica, poderia revelar a presença de grandes quantidades de indivíduos também nas classes relacionadas a comprimentos maiores. O hábito reprodutivo de *P. squamosissimus* caracterizado pela possibilidade de desovar em ambientes lânticos é um dos elementos favoráveis à ocorrência desta espécie em reservatórios segundo BRITSKI (1972), como os dos trechos médio e baixo do rio Tietê.

Em relação aos aspectos biométricos da população de *Plagioscion squamosissimus* pôde-se verificar pelo esforço de amostragem empregado que a mesma está em crescimento alométrico positivo, com o coeficiente de crescimento relativo com valor de 3,1922. Segundo LE CREN (1951), o coeficiente de crescimento relativo varia normalmente entre os valores de 2,5 e 4,0, sendo que o valor 3 representa um ponto referencial a partir do qual a população apresenta crescimento alométrico positivo e abaixo deste valor o crescimento é alometricamente negativo.

O crescimento alométrico positivo encontrado no presente trabalho indica que, em geral, os indivíduos desta espécie estão atingindo pesos além das proporções corporais ideais teoricamente estimadas para um coeficiente de crescimento isométrico de valor 3, uma vez que a partir da relação peso-comprimento é possível determinar o comportamento do crescimento relativo de uma espécie (FRAGOSO, 2000). Em última análise, isto mostra que os indivíduos da espécie estão encontrando ótimas condições de sobrevivência, como grande disponibilidade de recurso trófico, por exemplo.

Os valores dos fatores de condição relativo entre os reservatórios foram iguais estatisticamente e muito próximos ao valor centralizador 1, o que indica que os indivíduos de *Plagioscion squamosissimus* presentes nos seis reservatórios apresentaram as mesmas condições fisiológicas, em relação às condições ambientais e disponibilidade de recursos alimentares. O fator de condição relativo foi adotado neste trabalho como indicativo do grau de bem estar dos indivíduos amostrados (LE CREN, 1951), pelo fato de seus valores

poderem ser comparados com o valor centralizador 1,0, independente das variações biométricas encontradas para quaisquer espécies (ANDERSON & GUTREUTER, 1983).

Em relação ao aspecto reprodutivo, MARCIANO (2005) verificou altos valores do índice gonadosomático no mês de fevereiro para a espécie *Plagioscion squamosissimus*, os quais relaciona com período de pico reprodutivo da espécie, embora outros trabalhos com a espécie no reservatório de Itaipu tenham evidenciado o período de primavera como de pico reprodutivo para as fêmeas e o período de outono como pico reprodutivo para os machos (CARNELÓS & BENEDITO-CECILIO, 2002).

Estas diferenças sazonais nos períodos de empenho reprodutivo mencionadas anteriormente podem estar relacionadas com as condições ambientais dos sistemas em questão, uma vez que o processo reprodutivo de uma espécie é influenciado pelas condições físicas e químicas (BASILE-MARTINS *et al.*, 1975; VAZZOLER, 1996).

De acordo com CRUZ *et al.* (1990) e BRAGA (1998), o hábito alimentar de *P. squamosissimus* é caracterizado como predominantemente carnívoro, embora apresente uma ontogenia trófica com variação na preferência alimentar ao longo do ciclo de desenvolvimento (HAHN *et al.*, 1997).

HAHN (1991) informa que *P. squamosissimus* é uma espécie de hábito alimentar piscívoro, sendo que este item alimentar está presente em cerca de 95% de sua dieta. Nos açudes do nordeste brasileiro a preferência da espécie é por crustáceos (CHACON & SILVA, 1971), o que também ocorre nos rios da região amazônica (GOULDING & FERREIRA, 1984). AGOSTINHO *et al.* (1995) relacionam estas variações no hábito alimentar com as altas flutuações na disponibilidade de recursos alimentares que ocorrem com as mudanças de habitats.

Durante o desenvolvimento ontogenético as espécies de peixes, normalmente, passam por alterações qualitativas na preferência de itens alimentares (LOWE-MCCONNELL, 1987; HAHN, 1997).

Porém, os hábitos alimentares de uma espécie de peixe podem variar bastante de uma localidade para outra em função da disponibilidade do recurso trófico e das condições

ambientais (UIEDA, 1995), motivo pelo qual é importante verificar o hábito alimentar a partir de indivíduos capturados no ambiente em estudo e não apenas em dados da literatura.

De acordo com os resultados obtidos por VELLUDO (2005) para a espécie *Plagioscion squamosissimus* a partir de amostragens nictemerais nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri (dados apresentados também no presente trabalho) foi possível caracterizar o hábito alimentar da espécie como piscívora generalista, com predominância de peixes de diversas espécies em sua dieta. Além deste item, o grupo dos insetos ocorre como item secundário, além de outros itens menos frequentes com gramíneas, macrófitas e algas, as quais estiveram presentes na dieta de *P. squamosissimus* apenas no mês de janeiro em ambos os reservatórios, o que pode indicar uma substituição na dieta por matéria vegetal no mês de maio.

Os resultados obtidos por VELLUDO (2005) para os reservatórios de Barra Bonita e Bariri foram corroborados por resultados obtidos por outros autores nestes reservatórios e em outros do rio Tietê, como aqueles obtidos por STEFANI *et al.* (2005a) e PEREIRA *et al.* (2005).

AGOSTINHO *et al.* (1995) relatam que é comum encontrar espécies piscívoras e detritívoras como dominantes em abundância e biomassa nos trechos superiores do rio Paraná.

É importante destacar que a partir do esforço de amostragem empregado foi possível confirmar a tendência do processo recente de introdução da espécie *Geophagus surinamensis*, inclusive com a obtenção de maiores informações sobre a estrutura populacional, exercício que ainda não havia sido realizado.

Isto revela que, embora o sistema de reservatórios já tenha sido objeto de estudos exaustivos sobre a comunidade de peixes, amostragens rápidas e periódicas são importantes para o monitoramento da composição da comunidade de peixes com o objetivo de verificar novas ocorrências de introdução de espécies não-nativas de peixes, como é o caso de *Geophagus surinamensis* neste trabalho.

Embora SMITH (2004) tenha apresentado a ocorrência de *Geophagus surinamensis* no sistema de reservatórios do rio Tietê, o mesmo evento não está apresentado no capítulo 5 de seu trabalho de doutorado, no qual estão expressos os resultados obtidos pelo esforço de captura daquele trabalho.

De maneira geral, é possível afirmar que a espécie *Geophagus surinamensis* tem sua ocorrência confirmada nos reservatórios de Ibitinga, Nova Avanhandava e Três Irmãos, mesmo que o presente trabalho tenha feito amostragens em apenas um período do ano.

Ainda que sua ocorrência só tenha sido verificada nestes reservatórios, a espécie participou com a segunda com maior abundância total (146) dentre o grupo de espécies não-nativas, sendo que desta abundância, 136 indivíduos foram amostrados no reservatório de Três Irmãos. Desta forma, pôde-se verificar a ocorrência de uma estrutura populacional diferenciada no reservatório de Três Irmãos em relação aos reservatórios de Promissão e Ibitinga, uma vez que neste primeiro a população está estruturada com uma abundância considerável de indivíduos. Vale ressaltar que a espécie *Geophagus surinamensis* é a mais recente espécie não-nativa que se tem registro de introdução no sistema estudado, o que associado ao fato de que esta espécie representou a segunda maior abundância dentre as espécies não-nativas, corrobora com a idéia de que ela encontra-se em fase efetiva de introdução no sistema de reservatórios do rio Tietê, o que pode ser importante na eleição de estratégias para um futuro plano de manejo.

O fato da espécie não ter sido amostrada no reservatório de Promissão pode ser explicado pelo esforço amostral empregado que só considerou um período sazonal, sendo plausível considerar que provavelmente a espécie ocorra em Promissão, haja vista que este reservatório é intermediário entre os reservatórios de Nova Avanhandava e Ibitinga, onde a espécie ocorre. Da mesma forma, pode-se inferir que a espécie também ocorra nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri.

Diante destas inferências, é importante ressaltar que a espécie tem sua ocorrência confirmada no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, sendo que apenas nos reservatórios de Três Irmãos fora possível verificar a existência de uma estrutura populacional definida, diferentemente dos reservatórios de Nova Avanhandava e

Ibitinga onde foram coletados uns poucos indivíduos, e dos reservatórios de Promissão, Bariri e Barra Bonita onde a espécie não fora amostrada, embora deva ocorrer também nesta localidade.

Em relação à proporção sexual, verificou-se que não há diferença entre as proporções de machos e fêmeas nas localidades onde *Geophagus surinamensis* foi amostrado. Um fato relevante foi a grande ocorrência de indivíduos de sexo indeterminado em todas as localidades, sendo que no total a proporção deste grupo foi maior do que a de fêmeas ou de machos. Em última análise, os indivíduos cujo sexo não fora possível determinar representam o grupo dos indivíduos jovens que ainda não iniciaram a fase de maturação sexual.

Embora o histograma de classes mostra grande número de indivíduos nas classes intermediárias, verificou-se uma grande ocorrência de indivíduos jovens e imaturos, o que significa que a espécie está empregando energia para o rápido crescimento populacional através da reprodução (ODUM, 1988), fato que ocorre no momento de colonização de uma nova localidade.

A partir das variáveis biométricas obtidas para a população de *Geophagus surinamensis* verificou-se um coeficiente de crescimento relativo com valor de 3,1521, o qual representa um crescimento alométrico positivo, segundo LE CREN (1951), indicando que os indivíduos da espécie estão encontrando ótimas condições de sobrevivência na nova localidade, como grande disponibilidade de recurso trófico, por exemplo. Em função dos valores do fator de condição relativo obtidos para as diferentes localidades em que a espécie ocorreu, pode-se considerar que os indivíduos de *Geophagus surinamensis* apresentam as mesmas condições fisiológicas, em relação às condições ambientais e disponibilidade de recursos alimentares.

De acordo com os resultados obtidos por VELLUDO (em preparação) o hábito alimentar da espécie *Geophagus surinamensis* foi caracterizado como iliófago, sendo composto predominantemente por sedimento e organismos bentônicos, como molusco.

Pela análise de sobreposição de nicho alimentar, verificou-se que *Geophagus surinamensis* deva estar competindo por recurso trófico com a espécie nativa *Geophagus*

brasiliensis, o qual tem diminuído o seu estoque pesqueiro ao longo dos últimos anos, segundo informações dos pescadores da localidade de Pereira Barreto. Assim, é provável que a espécie *Geophagus surinamensis*, recém introduzida no sistema, em conjunto com *Oreochromis niloticus*, *Tilapia rendalli* e *Pimelodus maculatus*, pode estar produzindo uma grande pressão por competição de recursos tróficos sobre *Geophagus brasiliensis*, o que possivelmente estaria diminuindo suas abundância nos reservatórios mais a jusante do sistema.

É importante ressaltar que a espécie *Geophagus brasiliensis* não foi capturada nos reservatórios de Três Irmãos e Nova Avanhandava, como também as espécies *Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli*.

Para a espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus*, pode-se inferir que a maior interferência que esta gera sobre as espécies nativas advém da forte pressão de predação, uma vez que é uma espécie de hábito predominantemente carnívoro. Ressalta-se que o hábito alimentar desta espécie interfere pouco como pressão de competição sobre as espécies nativas, uma vez que dentre as espécies com hábito semelhante, apenas *Serrasalmus spilopleura*, *Acestrorhynchus lacustris* e *Hoplias malabaricus* são nativas.

6.1. ANÁLISE DO PROCESSO DE INTRODUÇÃO DE *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS*

A seguir está apresentada uma análise do processo de introdução da espécie *Plagioscion squamosissimus* no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê.

Ainda que esteja exaustivamente descrito o processo de introdução de *Plagioscion squamosissimus* na bacia do rio Paraná, a literatura não traz de forma clara como se deu o processo de entrada desta espécie no sistema de reservatórios do rio Tietê, onde a população apresenta grandes abundância e biomassa atualmente.

MACHADO (1974) *apud* CESP (1993), relata que a espécie chegou aos reservatórios de Ilha Solteira e Jupiaá no rio Paraná no ano de 1972, atingindo grande expressividade pesqueira.

Neste período, ainda não existiam os barramentos de Nova Avanhandava e Três Irmãos, o que possibilitou a entrada da espécie a partir da localidade de Itapura, na foz do rio Tietê. Assim, quando estes reservatórios foram construídos, esta espécie não-nativa já se encontrava introduzida no sistema.

É importante ressaltar que com a construção da barragem de Três Irmãos no final da década de 80, o transporte de espécies passou a ser possível apenas pela conexão das eclusas da barragem de Três Irmãos e pelo canal de Pereira Barreto, o qual conecta as águas a montante da barragem de Três Irmãos com as águas do reservatório de Ilha Solteira.

A partir de meados da década de 70 a espécie *Plagioscion squamosissimus* passou a se dispersar a montante para os reservatórios de Promissão, Ibitinga, Bariri e Barra Bonita por meio das eclusas construídas para a navegação. Na Figura 41 está apresentado o cenário que havia na década de 70, no qual se verifica a via de introdução da espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus* no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê.

Atualmente, juntamente com a espécie *Cichla cf ocellaris*, a espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus* encontra-se dispersa e proliferada por todo o sistema de reservatórios do rio Tietê (AGOSTINHO *et al.*, 2005), incluindo também seus tributários, como é o caso dos rios Capivara, Araraquara, Jaú, Iacanga, Dourado e Cotovelo (SMITH, 2004), além dos rios Tietê e Piracicaba.

Porém, no conjunto dos resultados obtidos pelo presente trabalho, o processo de introdução de *Plagioscion squamosissimus* parece ter tido menor sucesso nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri quando comparado com os demais.

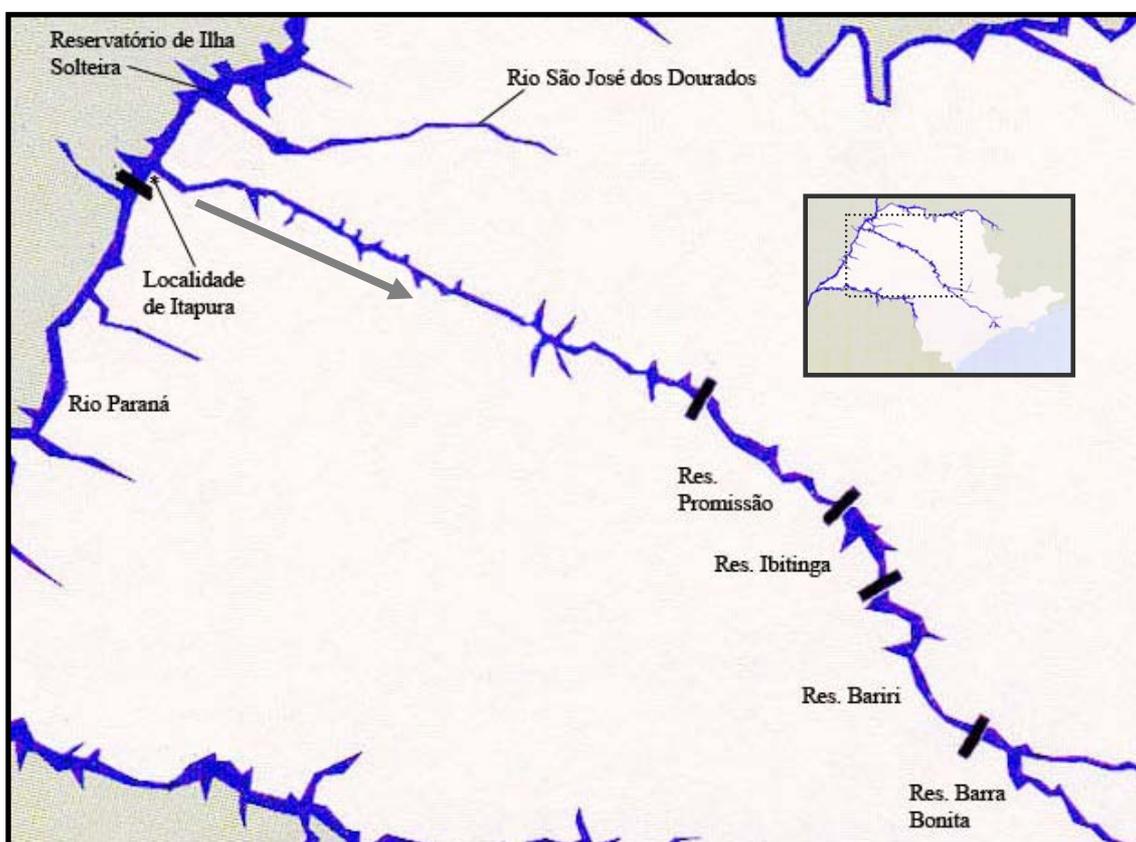


Figura 41 – Cenário existente em meados da década de 70, no qual se deu a introdução da espécie *Plagioscion squamosissimus* para sistema de reservatórios do rio Tietê.

6.2. ANÁLISE DO PROCESSO DE INTRODUÇÃO DE *GEOPHAGUS SURINAMENSIS*

Embora SMITH (2004) tenha relatado a ocorrência de *G. surinamensis* no reservatório de Três Irmãos no período de 2000 a 2001, não foram apresentadas maiores informações sobre as características populacionais da espécie que permitissem inferências sobre a ocorrência efetiva de sua introdução no sistema.

Assim, pelo fato de se tratar de uma espécie com ocorrência recente no sistema de reservatórios do rio Tietê e que necessita de maiores informações para uma possível proposição de práticas de manejo de sua população, optou-se no presente trabalho pela realização de um exercício de análise do processo de introdução da espécie, vis a vis a caracterização geral da população obtida nas amostragens de campo e as informações obtidas junto à comunidade de pescadores que utiliza o reservatório de Três Irmãos na altura da cidade de Pereira Barreto.

Diferentemente da espécie *Plagioscion squamosissimus*, a ocorrência de *Geophagus surinamensis* no sistema de reservatórios do rio Tietê é recente e encontra-se em fase de expansão, o que requer especial atenção no tocante à geração de subsídios para o estabelecimento de práticas de manejo que venham a diminuir a intensidade dos potenciais impactos da espécie no novo ambiente.

Para isto, a análise está apresentada de acordo os estágios de introdução de uma espécie de peixes propostos por MOYLE & LIGHT (1996).

I – Transporte

Os relatos obtidos com as comunidades de pescadores indicam que o transporte da espécie *G. surinamensis* no sistema de reservatórios do rio Tietê deu-se em meados da década de 90 por meio do canal de Pereira Barreto que ligou as águas do reservatório de Três Irmãos no rio Tietê, com as águas do rio São José dos Dourados, na porção superior do reservatório de Ilha Solteira, indicando que esta espécie já se encontrara anteriormente instalada nas águas do rio São José dos Dourados e no trecho superior do rio Paraná, propriamente no reservatório de Ilha Solteira.

Embora SMITH *et al.* (2005b) indique que o transporte de *G. surinamensis* tenha ocorrido durante a década de 80 a partir da localidade de Itapura (foz do rio Tietê no rio Paraná) diretamente para o reservatório de Três Irmãos, parece mais plausível que a sua entrada efetiva no sistema, a partir de grandes valores de abundâncias, tenha ocorrido por meio do canal de Pereira Barreto, e não pelas eclusas da barragem de Três Irmãos, tendo em vista a rapidez com que se deu o processo de ocupação neste reservatório e as informações obtidas junto à comunidade de pescadores, a qual passou a capturar a espécie logo após a construção do canal de Pereira Barreto, e não no início da década de 90.

A partir da construção deste canal, houve a eliminação da barreira geográfica para a dispersão e a comunidade de peixes residente no trecho alto do rio Paraná, a qual passou a estar conectada fisicamente com a comunidade de peixes do reservatório de Três Irmãos, aumentando a abrangência de migração dos indivíduos e, conseqüentemente, a entrada de novas espécies em ambos os sistemas.

A Figura 42 mostra o cenário existente em meados da década de 90, no qual se deu o transporte da espécie até o sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê. Em relação aos reservatórios de Nova Avanhandava e Ibitinga, onde também foram verificados exemplares de *G. surinamensis*, o transporte só é possível a partir das eclusas existentes entre os reservatórios, motivo pelo qual os valores de abundância nestes reservatórios ainda são pequenos. Infere-se ainda que a espécie também esteja ocorrendo no reservatório de Promissão, embora não tenha sido observada pelo presente trabalho nesta localidade.

II – Chegada

A chegada de *G. surinamensis* no sistema do rio Tietê, ou seja, a entrada efetiva de um conjunto considerável de indivíduos da espécie em uma nova localidade, ocorreu no reservatório de Três Irmãos, na altura da entrada do canal de Pereira Barreto, em meados da década de 90, fato evidenciado pelos relatos obtidos junto às comunidades de pescadores da localidade de Pereira Barreto – SP.

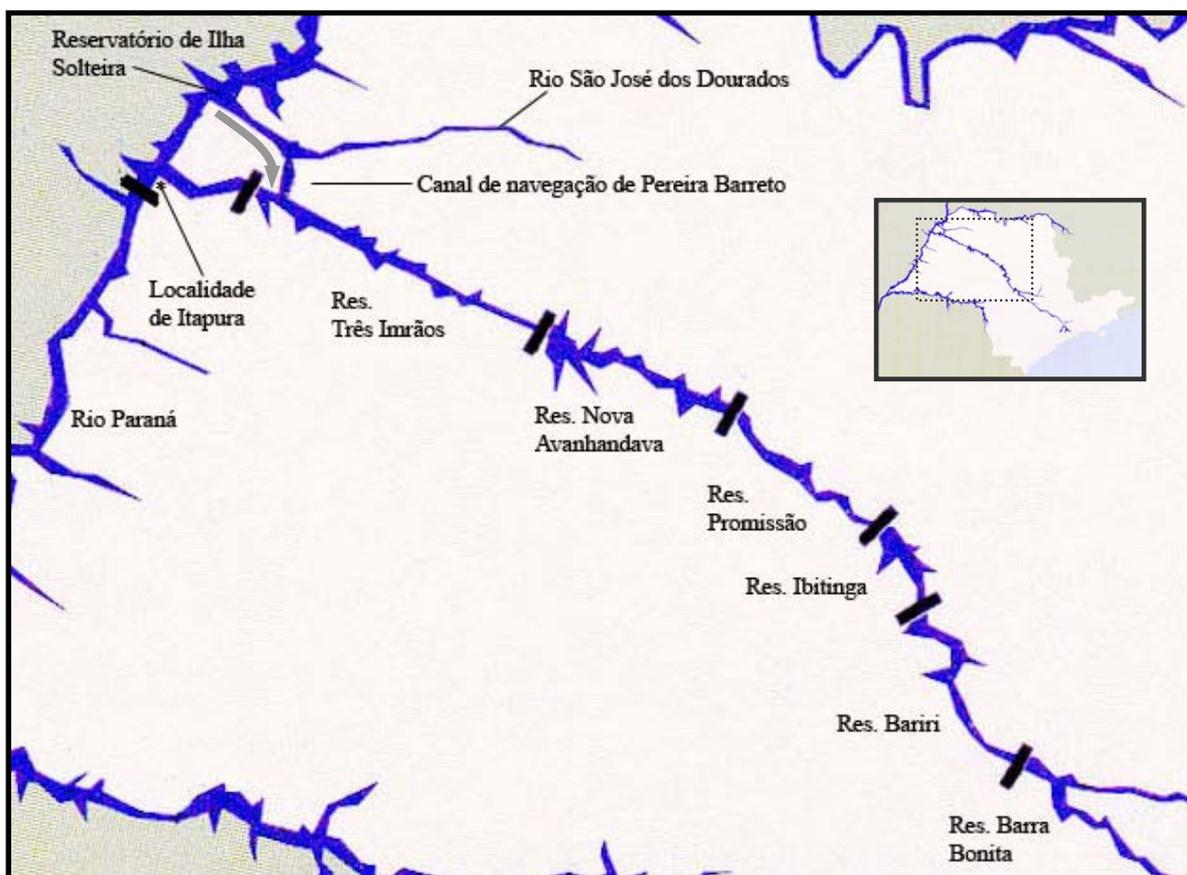


Figura 42 – Cenário existente em meados da década de 90, no qual provavelmente se deu a introdução da espécie *Geophagus surinamensis* para o reservatório de Três Irmãos.

III – Estabelecimento

O estabelecimento de *G. surinamensis* no reservatório de Três Irmãos ocorreu a partir de 2000, uma vez que deste período em diante ocorreu um aumento da captura de exemplares da espécie pela pesca artesanal, atraindo a atenção de toda a comunidade de pescadores da região. Ou seja, a partir de 2000 é que população de *G. surinamensis* alcançou uma abundância suficiente e obteve sucesso reprodutivo tal, que sustentaram a presença da espécie na localidade e proporcionaram um estoque considerável como atrativo para a pesca local.

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se considerar que o estabelecimento tenha ocorrido em Três Irmãos, inclusive com a provável coexistência de algumas gerações nesta localidade, em função da ocorrência de uma grande abundância,

com diversas classes de tamanho e estágios de maturação gonadal. Ressalta-se que, em relação ao grupo de espécies não-nativas, a abundância da população de *G. surinamensis* foi a segunda maior no reservatório de Três Irmãos, ficando atrás apenas da abundância observada para *P. squamosissimus*.

Pelos mesmos motivos apresentados anteriormente, pode-se inferir que nos reservatórios a montante a espécie ainda não está devidamente estabelecida, mas ocorrendo apenas com pequena abundância.

IV – Integração

As fases integração e dispersão são analisadas apenas para o reservatório de Três Irmãos, uma vez que nos demais reservatórios a espécie *G. surinamensis* ainda não superou a fase de estabelecimento.

Para atingir efetivamente a fase de integração, a população de *G. surinamensis* deverá passar por uma consolidação de suas relações com a comunidade residente, receber e promover pressões nos atributos ecológicos do sistema, e reorganizar as estruturas de nichos alimentares e sítios reprodutivos. A sua permanência no longo prazo no reservatório de Três Irmãos será fruto de suas respostas frente a estas interações. A partir desta abordagem é possível analisar alguns possíveis impactos que a população de *G. surinamensis* promove ou promoverá no reservatório de Três Irmãos.

A partir de 2000, quando a espécie passou a ser capturada em maior quantidade pela pesca local, os pescadores locais relataram que outras espécies deixaram de ocorrer na pesca com a mesma intensidade anterior, como é o caso da espécie nativa *G. brasiliensis*. A comunidade de pescadores de Pereira Barreto-SP atribui a diminuição do estoque da espécie *G. brasiliensis* ao aumento do estoque de *G. surinamensis*. Esta inferência tem embasamento técnico, uma vez que o presente trabalho verificou uma sobreposição de nicho alimentar entre estas duas espécies, além de não terem sido encontrados indivíduos de *G. brasiliensis* pelo esforço de amostragem utilizado.

V – Proliferação e dispersão

Esta é a fase na qual se encontra a população de *Geophagus surinamensis* do reservatório de Três Irmãos, a partir da qual a migração dos indivíduos para os reservatórios a montante só é possível por meio dos sistemas de eclusas das barragens, uma vez que não ocorrem escadas de peixes neste sistema de reservatórios. Isto faz com que a consolidação da fase de estabelecimento da espécie nos reservatórios a montante de Três Irmãos seja mais demorada do que ocorreu em Três Irmãos.

7. CONCLUSÕES

Pelos dados obtidos pelo presente trabalho nos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, no período considerado, conclui-se que:

1. Ocorre um gradiente longitudinal decrescente do grau de trofia das águas dos reservatórios no sentido montante-jusante, sendo os reservatórios de Barra Bonita e Bariri retentores de maiores concentrações de nitrogênio e fósforo em relação aos demais reservatórios a jusante;
2. Há um alto percentual de espécies não-nativas introduzidas na comunidade de peixes do sistema estudado, sendo que dos 45 táxons observados, 11 corresponderam a espécies não-nativas;
3. As comunidades de peixes observadas nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga foram mais similares entre si, assim como também para os reservatórios de Promissão, Nova Avanhandava e Três Irmãos, segundo a diversidade beta de peixes;
4. Nos reservatórios de Três Irmãos, Nova Avanhandava e Promissão onde ocorreu maior riqueza e abundância de espécies não-nativas, também foram verificadas menores valores de abundância para a comunidade de peixes;
5. O hábito alimentar de *Plagioscion squamosissimus* foi caracterizado como predominantemente carnívoro no sistema de reservatórios, tendo sido verificada sobreposição de hábitos alimentares com as espécies nativas *Serrasalmus spilopleura*, *Acestrorhynchus lacustris* e *Hoplias malabaricus*, e com as espécies não-nativas *Lipossarcus anisitsi*, *Trachelyopterus coriaceus*, *Astronotus ocellatus* e *Cichla* sp.;
6. A ocorrência do processo de introdução da espécie não-nativa *Geophagus surinamensis* foi confirmada nos reservatórios de Ibitinga, Nova Avanhandava e Três Irmãos, sendo que neste último a espécie ocorre de forma mais expressiva;

7. A espécie *Geophagus surinamensis* apresentou a segunda maior abundância dentre as espécies não-nativas, embora esteja em processo recente de introdução, o que é um indicativo de seu potencial de empreender um processo efetivo de introdução em todo o sistema de reservatórios;
8. O hábito alimentar de *Geophagus surinamensis* foi caracterizado com predominantemente iliófago, tendo sido observada sobreposições de nichos alimentares com as espécies *Oreochromis niloticus*, *Tilapia rendalli*, *Pimelodus maculatus* e *Geophagus brasiliensis*;
9. É bastante provável que o processo de introdução da espécie *Geophagus surinamensis* no sistema tenha sido viabilizado a partir da construção do canal de Pereira Barreto que ligou diretamente as águas do reservatório de Três Irmãos com as do reservatório de Ilha Solteira, processo este que se iniciou em meados da década de 90 e consolidou-se no início desta década atual;
10. A rápida colonização da espécie *Geophagus surinamensis* no reservatório de Três Irmãos pode ser justificada pelo transporte da espécie a partir do canal de Pereira Barreto;
11. No reservatório de Três Irmãos a espécie *Geophagus surinamensis* já se encontra estabelecida e na fase de integração com a comunidade de peixes, sendo que nos demais reservatórios ela ainda não consolidou a fase de estabelecimento;
12. O canal de Pereira Barreto é um importante meio de introdução de espécies não-nativas de peixes para o sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, o que aumenta a vulnerabilidade relativa à introdução dos reservatórios mais a jusante do sistema, como é o caso de Três Irmãos.

Enfim, em atendimento ao delineamento lógico proposto para a elaboração do presente trabalho e a partir dos métodos empregados, a espécie não-nativa *Geophagus surinamensis* tem sua ocorrência confirmada no sistema em estudo e o seu processo de introdução está mais avançado no reservatório de Três Irmãos, onde se encontra efetivamente estabelecida.

Sendo assim, há grande possibilidade de que a partir do reservatório de Três Irmãos a espécie venha a se dispersar por todo o sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê/SP, a exemplo do que já ocorrera para a espécie não nativa *Plagioscion squamosissimus*, em concordância com a hipótese aventada para a elaboração do trabalho.

8. RECOMENDAÇÕES

A exemplo do que ocorreu com a espécie *Plagioscion squamosissimus*, a espécie *Geophagus surinamensis* encontra-se em processo de introdução no sistema de reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, o que foi viabilizado, principalmente, pela ligação que o canal de Pereira Barreto faz entre as águas dos reservatórios de Três Irmãos e o rio São José dos Dourados.

Em função dos altos valores de abundância encontrados para esta espécie no reservatório de Três Irmãos e pelo fato de ter sido relatado pelos pescadores locais de Pereira Barreto que algumas espécies estão tendo seus estoques diminuídos, como é o caso de *Geophagus brasiliensis*, é pertinente o estabelecimento de programas de manejo que objetivem o controle populacional desta espécie no reservatório de Três Irmãos, de forma a evitar impactos futuros e sua provável ocupação efetiva em outros reservatórios do sistema, assim como ocorreu com a espécie *Plagioscion squamosissimus* nas décadas de 70 e 80.

Como possibilidade para o estabelecimento de políticas públicas e práticas de manejo que visem o controle populacional de *Geophagus brasiliensis*, é possível pensar-se em ações de incentivo à pesca seletiva da espécie na região da cidade de Pereira Barreto e em outras localidades associadas ao reservatório de Três Irmãos, haja vista a grande aceitação comercial da espécie pela comunidade de pescadores desta região.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO Jr., H. F.; PETRERE JR., M. 1994. Itaipu Reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. *In*: COWX, I. G. Ed. **Rehabilitation of freshwater fisheries**. Oxford. Fishing News Books, Blackwell Science: 171-184.
- AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. 1995. 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: 59-103.
- AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO Jr., H. F. 1996. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. **Ciência Hoje**, 21: 36-44.
- AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. 1997. Estrutura trófica. *In*: VAZZOLER, A. E. A de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. Eds. **A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômico**. Maringá, PR: 229-248.
- AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO Jr., H. F. 1999. Peixes da bacia do alto rio Paraná. *In*: LOWE-MCCONNELL, R. H. L. 1999. Ed. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP: 374-400.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; LATINI, J. D. 2004. Fisheries management in brazilian reservoirs: lesson from/for south América. **Interciência**, 29 (6).
- AGOSTINHO, A. A.; PELECICE, F. M.; JÚLIO, H. F. 2005. Introdução de espécies de peixes em águas continentais brasileiras: uma síntese. *In*: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.

- AMARAL, B. D. & M. PETRERE Jr. 1994. Habitat fatores físico-químicos relacionados às comunidades de peixes do reservatório da UHE “Mário Lopes Leão-Promissão (SP). **I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais - Rio de Janeiro: 277-293.**
- ANDERSON, R. O. & GUTREUTER, S. J. 1983. Length, weight and associated structural indices. *In*: NIELSEN, L. A. e JOHNSON, D. L. (Ed.), **Fisheries Techniques**. American Fisheries Society. Maryland.
- BARBOSA, F. A. R.; PADISÁK, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; BORICS, G., ROCHA, O. 1999. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the River Tietê - basin, São Paulo State, Brazil. *In*: TUNDISI, J.G. STRASBRABA, M. eds. **Theoretical reservoir ecology and its application: 425-437.**
- BARRELLA, W. 1998. **Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema (SP), devido à poluição e ao represamento.** Rio Claro. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista – UNESP: 115p.
- BARRELLA, W. & PETRERE JR., M. 2003. Fish community alterations due to pollution and damming In Tietê And Paranapanema rivers (Brazil). **River Res. Applic. 19:59-76.**
- BARTHEM, R. B. 1987. Uso de redes de espera no estudo de ritmos circadianos de algumas espécies de peixes nos lagos de várzea do rio Solimões. **Revista Brasileira de Zoologia, 3 (7): 409-422.**
- BASILE-MARTINS, M. A.; GODINHO, H. M.; FENERICH, N. A.; BARKER, J. M.B. 1975. Influência de fatores abióticos sobre a maturação dos ovários de *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). **Bol. Inst. Pesca, Santos, 4(1), 128p.**
- BAUMGARTNER, M. S. T.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; MAKRAKIS, M. C. 2003. Spatial and Temporal Distribution of “Curvina” larvae (*Plagioscion squamosissimus*) (HECKEL, 1840) and its relationship to some environmental variables in the upper Paraná river floodplain, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia, 63(3): 381-391.**

- BLOCH, M. E. 1791. Naturgeschichte der ausländischen Fische. Berlin. **Naturg. Ausl. Fische 1(8):** 1-152.
- BRAGA, F. M. S. 1998. Alimentação de *Plagioscion squamosissimus* (Osteichthyes, Sciaenidae) no reservatório de Barra Bonita, Estado de São Paulo, **Iheringia, 84:** 11-19.
- BRITSKI, H. A. 1972. Peixes de água doce do Estado de São Paulo: sistemática. *In: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai. Poluição e Piscicultura*, São Paulo: 83-108.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. 1984. **Manual de identificação de peixes da bacia do São Francisco**. Brasília. Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações-CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca: 143p.
- BRITSKI, H. A. 1994. A fauna de peixes brasileiros de água doce e o represamento de rios. *In: Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro-Caderno IV: Estudos e Levantamentos*. Rio de Janeiro. COMAS/ELETROBRÁS: 86p.
- CAMPOS, A. A. 1942. Sciaenidae de água doce – estudo das espécies que habitam os rios do Brasil. **Arq. Mus. Paranaense, 2:** 9-22.
- CARNELÓS, R. C. & BENEDITO-CECILIO, E. 2002. Reproductive strategies of *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 (Osteichthyes: Sciaenidae) in the Itaipu reservoir, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology, 45(3):** 317-324.
- CASTRO, A. C. L. 1994. **Ictiofauna do reservatório de Barra Bonita-SP: aspectos ecológicos da comunidade e dinâmica populacional da corvina, *Plagioscion squamosissimis* (Heckel, 1840) (Acanthopterygii, Scianidae)**. São Carlos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.
- CESP. 1985. **Criação da tilápia-do-Nilo**. Companhia Energética de São Paulo, SP. 2ª. Edição, Ver. SP, AR, 12p.

- CESP. 1993. **A pescada-do-Piauí *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo.** Companhia Energética de São Paulo, SP, 23p.
- CESP. 1998. **Conservação e Manejo nos Reservatórios: Limnologia, Ictiologia e Pesca.** São Paulo. Companhia Energética de São Paulo – Série Divulgação e Informação, 220p.
- CHACON, J. O. & SILVA, J. W. B. 1971. Alimentação da pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel). **Boletim Cearense de Agricultura**, 12: 41-44.
- CNEC. 1969. **O barramento dos rios e a fauna ictiológica.** Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores, SP. 122p.
- COLAUTTI, R. I. & MACISAAC, H. J. 2004. A neutral terminology to define invasive species. **Diversity and Distributions**, 10(2): 135-141.
- CRUZ, J. A.; ADAILTON, J. M.; VERANI, J. R.; LORENZO, G.; TORLONI, C. E. C. 1990. **Levantamento da Ictiofauna e aspectos da dinâmica de população de algumas espécies do reservatório de Promissão, SP (1ª Etapa).** Série Pesquisa e Desenvolvimento. CESP. São Paulo.
- DELARIVA, R. L.; AGOSTINHO, A. A.; NAKATANI, K.; BAUMGARGNER, G. 1994. Ichthyofauna associated to aquatic macrophytes in the upper Parana River floodplain. **Rev. UNIMAR**, 16: 41-60.
- ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O.; RIETZLER, A. C., VERANI, J. R.; FENERICH-VERANI, N. 2005. Uma proposta de manejo para as espécies introduzidas nos reservatórios do Médio e Baixo rio Tietê, SP. *In*: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo.** São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.

- FERNANDO, C. H., 1991, Impacts of fish introductions in tropical Ásia and América, **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, **48**: 24-32.
- FRACÁCIO, R.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; RODGHER, S.; PEREIRA, R. H. G.; ROCHA, O.; VERANI, N. F. 2002. Limnologia dos reservatórios em cascata do médio e baixo rio Tietê: uma análise espacial e temporal. *In*: ESPÍNDOLA, E. L. G.; MAUAD, F. F.; SCHALCH, V.; ROCHA, O.; FELICIDADE, N.; RIETZLER, A. C. Eds. **Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado**. São Carlos, RIMA: 145-163.
- FRAGOSO, E. N. 2000. **Caracterização biológica de *Astyanax scabripinis paranae* (Eigenmann, 1914) (Characiformes, Characidae) do Córrego da Lagoa, São Carlos/SP**. 2000. 195 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- FRANÇA, R. S.; SURIANI, A. L.; DE LUCCA, J. V.; ROCHA, O. 2005. A invasão dos reservatórios do Baixo rio Tietê (SP) pelas espécies exóticas *Melanoides tuberculata* e *Corbicula fluminea* e o impacto destes sobre os moluscos nativos. *In*: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. 1978. **Methods for physical & chemical analysis of Fresh Waters**. 2nd. Edition. Blackwell Scientific Publications. IBP, 8.
- GOMES, L. G.; Fernandes, R.; Luiz, E. A. 2004. Development of reservoir fisheries management in Brazil based on imported paradigms. **Acta Scientiarum**, **26** (3): 309-315.
- GOULDING, M. & FERREIRA, E. J. G. 1984. Shrimp eating fishes and a case of prey-switching in Amazon rivers. **Rev. Brasil. Zool.**, **2**: 85-97.

- GÜNTZEL, A. M. 2000. **Variações espaço-temporais da comunidade zooplanctônica nos Reservatórios do Médio e Baixo Rio Tietê/Paraná, SP.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos.
- HAHN, N. S. 1991. **Alimentação e dinâmica nutricional da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Hechel, 1840) (Osteihthyes, Perciformes) e aspectos da estrutura trófica da ictiofauna acompanhante no rio Paraná.** São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.
- HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOITEIN, R.. 1997. Feeding Ecology of Curvina *Plagioscion squamosissimus* (Hechel, 1840) (Osteihthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **9**:11-22.
- HECKEL, J. J. 1840. Johann Natterer's neue Flussfische Brasilien's nach den Beobachtungen und Mittheilungen des Entdeckers beschrieben (Erste Abtheilung, Die Labroiden). **Ann. Wien. Mus. Naturges**: 325-471
- HENRY, R. 1995. The Thermal Structure of Some Lakes and Reservoirs in Brazil. *In*. TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T., eds. **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro. ABC/SLB: 351-363.
- HYNES, H. B. N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food fishes. **J. Anim. Ecol.**, **19**: 36-57.
- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Bol. Inst. Oceanogr.** **29**(2): 205-207.
- KOROLEFF, F. 1976. Determination of nutrients. *In*: GRASSHOFF, K., ED., **Methods of seawater analysis**. Weinhein, Verlag.
- LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **J. Anim. Ecology**, **20**(2): 201-209.

- LOUREIRO, V. E. & HAHN, N. S. 1996. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (*Osteichthyes, Erythruridae*), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo – PR. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **8**: 195-205.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. L. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge. Cambridge Univ. Press: 382p.
- MACKRETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, F. J. 1978. Water analysis: Some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association Scientific Publication**. Kendall, Titus Wilson & Sons LTD, 36.
- MAGURRAN, A. E. 1989. **Diversidad Ecológica y su Medición**. Barcelona. Ediciones Vedral.
- MANLY, B. F. J. 1986. **Multivariate statistical methods**. London, Chapman & Hall.
- MARCIANO, F. T. 2005. **Composição, abundância e aspectos reprodutivos das espécies de peixes do reservatório Álvaro de Souza Lima (Bariri) e suas relações com as características ambientais do sistema**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. EESC/CRHEA.
- MARCIANO, F. T.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O.; MORETTO, E. M. 2005. Aspectos reprodutivos da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e do tucunaré (*Cichla ocellaris*) na represa de Bariri, Médio Tietê, São Paulo. In: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.
- MARGALEF, R. 1983. **Limnologia**. Barcelona, Ediciones Omega.
- MILLER, D. J. 1989. Introductions and extinctions of fish in the African Great Lakes. **Tree** **4**(2): 56-59.

- MORETTO, E. M. & NOGUEIRA, M. G. 2003. Physical and chemical characteristics of Lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita Reservoir (São Paulo – Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, **15**(1): 27-39.
- MOYLE, P. B. & LIGHT, T. 1996. Biological invasions of freshwater: empirical rules and assembly theory. **Biological Conservation**, **78**: 149-161.
- NOMURA, H. 1984. **Dicionário dos peixes do Brasil**. Brasília. Editerra.
- ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan S. A.
- ORSI, M. L.; FORESTI, F.; CARVALHO, E. D. 2000. Relação peso/comprimento e composição em comprimento de *Astyanax bimaculatus* em quatro trechos do rio Tibagi, PR. **Anais do Congresso Brasileiro de Zoologia**. Cuiabá. UFMT.
- PAMPLIN, P. A. Z. 2004. **Estudo comparativo da estrutura da comunidade bentônica de duas represas com diferenças no grau de eutrofização**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: 113p.
- PAMPLIN, P. A. Z. & ROCHA, O. 2005. Distribuição batimétrica e sazonal de moluscos na represa de Bariri, com ênfase nas espécies exóticas, *Melanooides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) e *Corbicula fluminea* (Bibabia: Corbiculidae). In: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.
- PASCHOAL, C. M. R. B. 2002. **Avaliação ecotoxicológica de sedimentos em reservatórios da bacia do rio Tietê, SP, com ênfase na aplicação do estudo de AIT – Avaliação e identificação da toxicidade**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. EESC, São Carlos: 164p.

- PEREIRA, C. C. G. F. 2001. **Caracterização alimentar das espécies de peixes exóticas e nativas dos reservatórios do médio e baixo rio Tietê.** (Relatório Científico FAPESP, Processo 00/044658).
- PEREIRA, C. C. G. F. SMITH, W. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. 2005. Alimentação de *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840), uma espécie introduzida nos tributários e reservatórios do Médio e Baixo rio Tietê, São Paulo, Brasil. *In:* ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo.** São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.
- PEREIRA, R. H. G. 2003. **Análise da distribuição, densidade e diversidade de Copepoda Calanoida e Cyclopoida nos reservatórios e tributários do Médio e Baixo rio Tietê e sua relação com as características limnológicas do sistema.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, EESC-CRHEA, São Carlos: 287p.
- PETRERE, M. JR.; AGOSTINHO, A.A.; OKADA, E. K.; JÚLIO JR., H. F. 2002. Review of the fisheries in the Brazilian portion of the Paraná/Pantanal basin. *In:* COWX, I.G. ed. **Management and ecology of lakes and reservoir fisheries.** London. Fishing new books, 11: 123-144.
- RIBEIRO-FILHO, A. R. 1999. **Caracterização de Dietas Alimentares de Peixes Predadores em Açudes de Pernambuco e no lago Paranoá.** Recife. Monografia de Graduação – Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco: 39 p.
- ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. O problema das invasões biológicas em águas doces. *In:* ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo.** São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.

- RODGHER, S. 2001. **Estudos ecotoxicológicos e limnológicos nos reservatórios em cascata do médio e baixo rio Tietê: uma análise espacial e temporal.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, EESC-CRHEA, São Carlos. 213p.
- RODRIGUES, M. H. S. 2003. **Limnologia, análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e bioensaios de toxicidade para avaliação ambiental dos reservatórios em casacata do médio e baixo rio Tietê (SP).** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, EESC, São Carlos: 205p.
- SANDES, M. A. L. 1990. **Flutuações de fatores ecológicos, composição e biomassa do fitoplâncton em curto período de tempo no reservatório Álvaro de Souza Lima (Bariri, SP).** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, EESC-CRHEA, São Carlos.
- SILVA, J. W. B. E. 1981. **Recursos pesqueiros de águas interiores do Brasil, especialmente do Nordeste.** Fortaleza. DNOCS, 98p.
- SMITH, W. S. 2004. **A importância dos tributários, a influência da fragmentação artificial de rios e da introdução de espécies exóticas na comunidade de peixes dos reservatórios do Médio e Baixo Tietê.** Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, CRHEA, São Carlos, 295 p.
- SMITH, W. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. 2005a. As introduções de espécies de peixes exóticos e alóctones em bacias hidrográficas brasileiras. *In:* ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo.** São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.
- SMITH, W. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. 2005b. As espécies de peixes introduzidas no rio Tietê. *In:* ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo.** São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.

- STEFANI, P. M. 2001. **Estudo ecomorfológico das espécies de peixes exóticas e nativas dos reservatórios do médio e baixo Tietê**. Relatório Científico FAPESP, Processo 00/044664.
- STEFANI, P. M.; ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; MARCIANO, F. T. 2005a. Alimentação de *Plagioscion squamosissimus* (Osteichthyes, Scianidae) nos reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga, Médio Tietê, SP. *In*: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.
- STEFANI, P. M.; SMITH, W. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. 2005b. Caracterização ecomorfológica dos peixes nos reservatórios do Médio e Baixo rio Tietê, São Paulo: Análise comparativa e possíveis sobreposições morfológicas e alimentares entre espécies introduzidas e nativas. *In*: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. 1993. State the art of reservoir limnology and water management. *In*: STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. Eds.. **Reservoir limnology and water quality management**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 13: 213-288.
- STRICKLAND, J. D. & PARSONS, T. R. 1960. A manual of sea water analysis. **Bull. Fish. Res. Bel. Can., 125**: 1-185.
- STURGES, H. A. 1926. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association, 21**: 65-66.
- SURIANI, A. L.; FRANÇA, R. S.; DE LUCCA, J. V.; ROCHA, O. 2005. A invasão de moluscos exóticos nas represas do Médio rio Tietê (SP). *In*: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A.

C. 2005. **Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos: 416p.

TAVARES, K. S. 2003. **A comunidade de macrófitas aquáticas em reservatórios do médio e baixo rio Tietê (SP) e em lagos do médio rio Doce (MG)**. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: 123p.

TOLEDO JR., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. 1983. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. 12^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, DENG.

TORLONI, C. E. C.; CORRÊA, A. R. A.; CARVALHO JR., A. A.; SANTOS, J. J.; GONÇALVES, J. L.; GERETO, E.J.; CRUZ, J A.; SILVA, D. C.; DEUS, E. F. & FERREIRA, A S. 1993. **Produção pesqueira e composição das capturas em reservatórios sob concessão da CESP nos rios Tietê, Paraná e Grande, no período de 1986 a 1991**. Série Produção Pesqueira. CESP, 1: 73p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; HENRY, R.; ROCHA, O.; HINO, K. 1988. Comparações do estado trófico de 23 reservatórios do estado de São Paulo: eutrofização e manejo. *In*: TUNDISI, J. G. Ed. **Limnologia e manejo de represas** (série: Monografias em Limnologia), 1(1): 165-204.

TUNDISI, J. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 1990. Limnology and eutrophication of Barra Bonita reservoir, S. Paulo State, Southern Brazil. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, **33**: 661-676

TUNDISI, J. G. 1999. **Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos, SP. IIE.

TUNDISI, J.G. STRASBRABA, M. 1999. **Theoretical reservoir ecology and its application**: 425-437.

- UIEDA, V. S. 1995. **Comunidade de peixes de um riacho litorâneo: composição, habitat e hábitos.** Tese de Doutorado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, 229.
- VALDERRAMA, J. G. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry**, **10**: 109-122.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1981. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. I - Reprodução e crescimento.** Brasília: CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 106p.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. 1996. **Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá. EDUEM, 169p.
- VELLUDO, M. R. 2005. **Hábito alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Scianidae), em duas represas do rio Tietê, SP.** Monografia de Graduação. São Carlos. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, 59p.
- VERMEIJ, G. J. 1996. Na agenda for invasion biology. **Biological Conservation**, **78**: 3-9.
- WELCOMME, R. I. 1988. International introductions of inland aquatic species. **FAO Fish. Tec. Papers**, 294.
- WINDELL, J. T. 1968. Food analysis and rate of digestion. *In*: RICKER, W. E. Ed. **Methods for assessment of fish production in fresh waters.** Blackwell Scientific Publications: 197-203.
- ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical Analysis.** London. Prentice Hall.
- ZARET, T. M. & PAINE, R. T. 1973. Species Introduction in a Tropical Lake. **Science**, **182**: 449-455.

ANEXO

Valores de profundidade da coluna da água, transparência da água e extensão da zona eufótica, para cada ponto de amostragem.

Ponto	Profundidade (m)	Transparência (m)	Extensão da zona eufótica (m)
BB-S	2,5	1,1	2,5
BB-M	1,0	1,0	1,0
BB-B	1,0	1,0	1,0
Bar-S	2,0	1,5	2,0
Bar-M	1,5	1,5	1,5
Bar-B	1,0	1,0	1,0
Ibi-S	8,8	2,4	6,5
Ibi-M	6,0	1,8	4,9
Ibi-B	21,8	1,2	3,2
Pro-S	5,0	2,8	5,0
Pro-M	17,0	2,3	6,2
Pro-B	21,0	4,6	12,4
NAva-S	6,2	1,6	4,3
NAva-M	19,0	0,9	2,4
NAva-B	21,0	1,1	3,0
Três-S	4,0	0,8	2,2
Três-M	15,7	0,9	2,4
Três-B	13,0	1,1	3,0

Valores médios (M) e desvio-padrão (dp) de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura da água, para cada ponto de amostragem.

Ponto	pH		Condutividade (μ S/cm)		Oxigênio dissolvido (mg/l)		Temperatura da água ($^{\circ}$ C)	
	M	dp	M	dp	M	dp	M	dp
BB-S	8,22	0,09	327,40	0,89	3,66	0,44	21,36	0,09
BB-M	7,31	0,00	310,00	0,00	6,64	0,04	21,30	0,00
BB-B	6,29	0,18	295,00	0,00	6,50	0,04	21,70	0,00
Bar-S	8,84	0,10	290,00	0,00	6,87	0,12	22,70	0,00
Bar-M	8,62	0,07	279,00	0,00	7,21	0,12	22,13	0,06
Bar-B	7,73	0,05	272,00	0,00	7,85	0,16	23,15	0,07
Ibi-S	8,03	0,64	258,06	0,56	6,65	2,54	26,77	0,59
Ibi-M	9,41	0,73	172,22	7,98	5,69	2,18	26,83	0,59
Ibi-B	8,64	0,93	207,35	8,90	7,93	5,23	27,35	1,26
Pro-S	8,41	0,71	207,14	1,07	7,83	1,20	27,90	0,82
Pro-M	8,10	0,99	157,37	12,83	5,75	3,30	26,71	1,54
Pro-B	8,18	0,65	139,81	4,02	6,91	2,67	26,89	1,32
NAva-S	8,61	0,01	154,50	3,61	4,19	0,25	26,00	0,00
NAva-M	7,98	0,44	143,93	0,26	5,17	0,83	26,47	0,20
NAva-B	7,61	0,51	133,03	0,18	6,16	1,54	27,01	0,58
Três-S	8,60	0,15	133,00	0,00	5,46	0,07	26,70	0,00
Três-M	7,32	0,43	131,85	0,61	4,92	1,09	27,10	0,69
Três-B	7,91	0,44	128,91	0,29	6,13	0,36	28,00	0,14

**Concentrações das formas nitrogenadas de nutrientes,
para cada ponto de amostragem.**

Ponto	Nitrito (ug/l)	Nitrato (ug/l)	Nitrogênio amoniacal (ug/l)	Nitrogênio total (ug/l)
BB-S	400,29	2309,58	201,27	4450,32
BB-M	160,76	2153,75	232,36	3758,88
BB-B	70,06	1823,19	50,85	1508,45
Bar-S	53,71	1247,08	8,10	4176,35
Bar-M	101,50	1365,13	48,52	3674,08
Bar-B	50,48	1275,41	8,10	3550,15
Ibi-S	71,99	475,93	2,66	1886,78
Ibi-M	38,56	259,18	17,43	2043,33
Ibi-B	70,80	488,21	8,88	1397,56
Pro-S	55,07	855,13	4,21	1651,95
Pro-M	9,33	322,46	8,10	1270,36
Pro-B	4,78	194,49	42,30	1052,49
NAva-S	4,90	62,74	8,10	625,89
NAva-M	4,33	159,07	24,42	728,30
NAva-B	2,34	69,82	14,32	600,45
Três-S	25,10	180,32	125,48	843,75
Três-M	1,38	32,04	18,20	463,46
Três-B	3,37	25,43	88,17	445,20

**Concentrações das formas fosfatadas de nutrientes,
para cada ponto de amostragem.**

Ponto	Fósforo dissolvido inorgânico (ug/l)	Fósforo dissolvido inorgânico (ug/l)	Fósforo dissolvido total (ug/l)	Fósforo total (ug/l)
BB-S	264,51	23,61	288,12	288,12
BB-M	241,64	20,20	261,84	311,31
BB-B	206,46	25,13	231,59	269,23
Bar-S	164,83	15,42	180,25	284,89
Bar-M	121,44	3,81	125,24	182,45
Bar-B	112,35	10,76	123,10	154,40
Ibi-S	65,44	35,66	101,10	144,93
Ibi-M	38,76	49,51	88,27	132,21
Ibi-B	3,28	14,70	17,98	135,15
Pro-S	29,08	10,29	39,37	92,41
Pro-M	3,28	3,09	6,37	30,43
Pro-B	2,70	2,76	5,45	49,02
NAva-S	3,87	7,39	11,26	38,26
NAva-M	2,40	3,36	5,76	22,60
NAva-B	2,70	1,54	4,23	18,36
Três-S	7,68	4,50	12,18	45,43
Três-M	1,82	2,11	3,93	19,01
Três-B	5,63	2,58	8,20	16,72

**Valores e classificação do índice de estado trófico de Carlson,
para cada ponto de amostragem.**

Ponto	IET	Classificação
BB-S	88,60	Eutrófico
BB-M	87,75	Eutrófico
BB-B	85,81	Eutrófico
Bar-S	84,41	Eutrófico
Bar-M	78,57	Eutrófico
Bar-B	77,24	Eutrófico
Ibi-S	75,37	Eutrófico
Ibi-M	73,73	Eutrófico
Ibi-B	62,41	Eutrófico
Pro-S	65,32	Eutrófico
Pro-M	44,17	Mesotrófico
Pro-B	46,49	Mesotrófico
NAva-S	49,93	Mesotrófico
NAva-M	41,29	Oligotrófico
NAva-B	37,57	Oligotrófico
Três-S	51,73	Mesotrófico
Três-M	37,28	Oligotrófico
Três-B	41,67	Oligotrófico

**Valores de riqueza de espécies nativas, não-nativas e total,
para cada ponto de amostragem.**

Ponto	Riqueza de espécies nativas	Riqueza de espécies não-nativas	Riqueza total
BB-S	12	4	16
BB-M	11	4	15
BB-B	15	4	19
Bar-S	16	5	21
Bar-M	14	4	18
Bar-B	11	5	16
Ibi-S	17	4	21
Ibi-M	12	2	14
Ibi-B	13	5	18
Pro-S	13	2	15
Pro-M	7	5	12
Pro-B	9	4	13
NAva-S	8	6	14
NAva-M	11	2	13
NAva-B	6	4	10
Três-S	9	4	13
Três-M	8	4	12
Três-B	9	4	13

**Valores de riqueza de espécies nativas, não-nativas e total,
para cada reservatório.**

Ponto	Riqueza de espécies nativas	Riqueza de espécies não-nativas	Riqueza total	Índice de diversidade de Shannon-Wiener
Barra Bonita	21	4	25	1,98
Bariri	20	7	27	1,88
Ibitinga	26	7	33	2,33
Promissão	15	5	20	2,05
N. Avandava	14	7	21	1,92
Três Irmãos	13	5	18	2,02
Total	34	11	45	2,61

**Valores de abundância de espécies nativas, não-nativas e total,
para cada ponto de amostragem.**

Ponto	Abundância de espécies nativas	Abundância de espécies não-nativas	Abundância total
BB-S	187	77	264
BB-M	718	44	762
BB-B	371	35	406
Bar-S	269	39	308
Bar-M	425	22	447
Bar-B	220	78	298
Ibi-S	273	35	308
Ibi-M	278	2	280
Ibi-B	368	122	490
Pro-S	137	147	284
Pro-M	97	70	167
Pro-B	127	74	201
NAva-S	274	25	299
NAva-M	170	49	219
NAva-B	93	53	146
Três-S	211	84	295
Três-M	64	155	219
Três-B	59	106	165

**Valores de abundância de espécies nativas, não-nativas e total,
para cada reservatório.**

Ponto	Abundância de espécies nativas	Abundância de espécies não-nativas	Abundância total
Barra Bonita	1276	156	1432
Bariri	914	139	1053
Ibitinga	919	311	1078
Promissão	361	291	652
N. Avanhandava	537	127	664
Três Irmãos	334	345	679
Total	4341	1369	5710

**Valores da abundância e biomassa de *Plagioscion squamosissimus*,
para cada reservatório.**

Ponto	Abundância	Biomassa (kg)
Barra Bonita	80	6,69
Bariri	82	7,20
Ibitinga	206	16,99
Promissão	236	16,21
N. Avanhandava	101	10,30
Três Irmãos	193	24,94
Total	898	82,33

Abundância de *Plagioscion squamosissimus* em relação às demais espécies não-nativas e nativas, para cada reservatório.

Ponto	<i>P. squamosissimus</i>	Outras não nativas	Nativas
Barra Bonita	5,59	5,31	89,11
Bariri	7,79	5,41	86,80
Ibitinga	16,75	8,54	74,72
Promissão	36,20	8,44	55,37
N. Avanhandava	15,21	3,92	80,87
Três Irmãos	28,42	22,39	49,19
Total	15,73	8,25	76,02

Proporção sexual de *Plagioscion squamosissimus*, para cada reservatório.

Ponto	Machos	Fêmeas	Indeterminados
Barra Bonita	48,68	19,74	31,58
Bariri	48,78	9,76	41,46
Ibitinga	50,97	41,75	7,28
Promissão	58,37	38,01	3,62
N. Avanhandava	37,78	60,00	2,22
Três Irmãos	48,48	43,03	8,48
Total	50,60	37,86	11,55

Valores médios e respectivos intervalos de confiança do fator de condição relativo de *Plagioscion squamosissimus*, para cada reservatório.

Ponto	Média	Intervalo de confiança
Barra Bonita	1,0143	0,0417
Bariri	0,9968	0,0236
Ibitinga	1,0083	0,0185
Promissão	0,9988	0,0150
N. Avanhandava	0,9969	0,0297
Três Irmãos	1,0156	0,0174

Proporção entre os estádios de maturação gonadal de *Plagioscion squamosissimus*, para cada reservatório.

Ponto	Imaturo	Em maturação	Maduro	Esgotado	Em repouso
Barra Bonita	26,87	64,18	0,00	0,00	8,96
Bariri	43,33	46,67	0,00	0,00	10,00
Ibitinga	14,04	68,42	2,63	0,00	14,91
Promissão	9,21	89,47	0,00	0,00	1,32
N. Avanhandava	1,11	74,44	1,11	21,11	2,22
Três Irmãos	11,81	67,72	1,57	14,96	3,94
Total	15,54	69,29	1,12	7,12	6,93

Valores da abundância e biomassa de *Geophagus surinamensis*, para cada reservatório onde a espécie ocorreu.

Ponto	Abundância	Biomassa (kg)
Três Irmãos (05/2003)	21	2,05
Ibitinga (12/2003)	6	-
N. Avanhandava (01/2004)	4	0,44
Três Irmãos (01/2004)	136	8,65
Total	167	11,14

Proporção sexual de *Geophagus surinamensis*, para cada reservatório onde a espécie ocorreu.

Ponto	Machos	Fêmeas	Indeterminados
Três Irmãos (05/2003)	19,05	47,62	33,33
N. Avanhandava (01/2004)	50,00	25,00	25,00
Três Irmãos (01/2004)	28,35	22,83	48,82
Total	27,63	26,32	46,05

Valores médios e respectivos intervalos de confiança do fator de condição relativo de *Geophagus surinamensis*, para cada reservatório onde a espécie ocorreu.

Ponto	Média	Intervalo de confiança
Três Irmãos (05/2003)	0,9141	0,0563
N. Avanhandava (01/2004)	0,9883	0,1583
Três Irmãos (01/2004)	1,0045	0,0193

Proporção entre os estádios de maturação gonadal de *Geophagus surinamensis*, para cada reservatório onde a espécie ocorreu.

Ponto	Imaturo	Em maturação	Maduro	Esgotado	Em repouso
Três Irmãos (05/2003)	33,33	33,33	9,52	0,00	23,81
N. Avanhandava (01/2004)	25,00	50,00	0,00	0,00	25,00
Três Irmãos (01/2004)	42,48	35,40	8,85	4,42	8,85
Total	40,58	35,51	8,70	3,62	11,59