

**A ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES DA BACIA
DO RIO SOROCABA EM DIFERENTES SITUAÇÕES
AMBIENTAIS**

WELBER SENTEIO SMITH



Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Miguel Petrere Jr.

São Carlos

1999



Class.	TESE-EESC
Cutt.	566
Tombo	0118/99

31100006852

S/5 1032650

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S663e Smith, Welber Senteio
A estrutura da comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba em diferentes situações ambientais / Welber Senteio Smith. -- São Carlos, 1999.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1999.
Área: Ciências da Engenharia Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Miguel Petrere Jr.

1. Comunidade de peixes. 2. Poluição.
3. Diversidade. 4. Habitats. 5. Ictiofauna.
I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Bacharel **WELBER SENTEIO SMITH**

Dissertação defendida e aprovada em 18-03-1999
pela Comissão Julgadora:



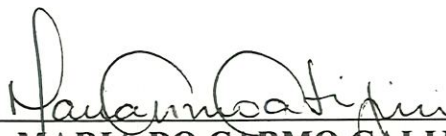
Prof. Doutor **MIGUEL PETRERE JÚNIOR (Orientador)**
(UNESP - Campus de Rio Claro)



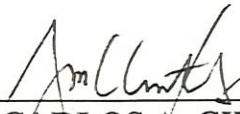
Prof. Titular **JOSÉ ALEXANDRE FELIZOLA DINIZ FILHO**
(Universidade Federal de Goiás)



Doutor **MAURO CESAR LAMBERT DE BRITO RIBEIRO**
(IBGE - Brasília)



Profª. Doutora **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Coordenadora da Área de Ciências da Engenharia Ambiental



JOSE CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

DEDICATÓRIA

À meus pais, Irieme e Maria Lucy pela dedicação, carinho e compreensão nos momentos mais difíceis.

À Arthur (in memoriam) Vanessa, Glauber, Maria do Carmo, Maria de Lourdes e Priscila pela motivação e estímulo dados pelas suas existências.

AGRADECIMENTOS:

- À Universidade de São Paulo (USP), Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada pela atenção e apoio da administração, funcionários e alunos durante o curso.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo e auxílio ao projeto.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processos 934146-4 e 95/1311-0 e ao Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), pelos recursos fornecidos para a conclusão da tese.
- Ao Prof. Dr. Miguel Petreire Jr., pela orientação, apoio e incentivo.
- Ao Prof. Dr. Walter Barrella, pelo incentivo, orientação e apoio.
- À Prof. Dra. Maria Aparecida Pion Abuabara e ao Prof. Dr. Evaldo L. Gaeta, pelo apoio e incentivo.
- Ao Prof. Dr. Heraldo Britski, pelo auxílio na identificação do material coletado.
- Ao Prof. Dr. José Alexandre Felizola Diniz Filho, pelo auxílio nas análises estatísticas.
- Ao Antonio Carlos Beaumord pela orientação nas análises ecomorfológicas e também pelo incentivo.
- Ao Maurício Cetra, Benedito Domingues do Amaral e a Carolina V. Minte-Vera pela ajuda nas análises estatísticas.
- Ao Irieme Smith, Marcos César R. Senteio, Sergio Sagrilho e Luciano Fogaça de Assis Montag, pelo auxílio nas coletas de campo.
- À Ivaldo José de Carvalho pela leitura e correção gramatical.
- Ao Luciano Bonatti Regalado e Roberto Carlos Cundo, pela confecção e digitalização dos mapas.
- À amiga Fernanda Teixeira Marciano pela inestimável colaboração no desenvolvimento do trabalho de ecomorfologia.
- À todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELA	iii
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO DA LITERATURA	3
3- METODOLOGIA	10
3.1 Descrição da área de estudo	10
3.2 O reservatório de Itupararanga	13
3.3 Caracterização das estações de amostragem	13
3.4 Amostragem	15
3.5 Atributos ecomorfológicos	16
3.6 Fatores ambientais	19
3.7 Análise de dados	21
4- RESULTADOS	27
4.1 Características físico-químicas da água dos rios da bacia do rio Sorocaba	27
4.2 Comparação entre as estações de coleta nas épocas seca e chuvosa quanto aos valores de oxigênio dissolvido, temperatura da água, pH, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nítrico e dureza total	34
4.3 Classificação das estações de coleta em relação as características abióticas	37
4.4 Caracterização ambiental do reservatório de Itupararanga	38
4.5 Inventário da ictiofauna do rio Sorocaba	42
4.6 A ictiofauna da bacia do rio Sorocaba	43
4.7 Distribuição espacial, ocorrência e introdução de espécies	48

4.8 As comunidades de peixes nos rios da bacia e a variação espaço-temporal.....	50
4.9 Guildas ecomorfológicas.....	59
4.10 Modelos de relação espécies-abundância.....	63
4.11 Estimativa “Jackknife” da riqueza de espécies.....	65
4.12 Diversidade α e dominância de espécies.....	65
4.13 Variação sazonal da diversidade α.....	67
4.14 Classificação biótica das estações e suas relações com as variáveis físico-químicas.....	70
4.15 O reservatório de Itupararanga.....	72
5- DISCUSSÃO.....	83
6- CONCLUSÕES.....	108
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
APÊNDICE 1.....	I
APÊNDICE 2.....	II

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01- Localização da bacia do rio Sorocaba entre as outras bcias do Estado de São Paulo (modificado de São Paulo,1990).....	10
FIGURA 02- Precipitação média mensal nos rios Sorocaba (Íbiuna), Pirajibú e Tatuí no ano de 1995.....	11
FIGURA 03- Mapa da bacia do rio Sorocaba, e sua localização no Estado de São Paulo, no Brasil e na América do Sul.....	12
FIGURA 04- Localização das estações de coleta na bacia hidrográfica do rio Sorocaba-SP.....	14
FIGURA 05- Valores de temperatura da água (TAG) em °C, oxigênio dissolvido (OD) em mg/l, nitrogênio amoniacal (NAMO) em mg/l, pH, Dureza total (DUTO) em mg/l e Nitrogênio nítrico (NNITRIC) em mg/l nas estações de coleta durante a época chuvosa (C) e seca (S).	36
FIGURA 06- Agrupamento das estações de coleta na bacia do rio Sorocaba, através das variáveis abióticas.....	38
FIGURA 07- Agrupamento das estações de coleta no reservatório de Itupararanga, através das variáveis abióticas	41
FIGURA 08- Abundância relativa (AR) e biomassa relativa (BR) das famílias representadas na coleção total.....	47
FIGURA 09- Diagrama representando a posição na coluna d'água relacionada ao tamanho da presa utilizada pelas espécies de peixes da bacia do rio Sorocaba.....	62
FIGURA 10- Curva de importância das espécies ($\ln(N+1)$) "Whittaker plot" da coleção total de peixes coletados na bacia do rio Sorocaba.....	63
FIGURA 11- Gradiente de diversidade (Shannon-Wiener) para abundância numérica da nascente à foz do rio Sorocaba bem como a sequência dos seus afluentes ao longo do seu curso.....	66
FIGURA 12- Diversidade de Shannon-Wiener para a biomassa da nascente à foz do rio Sorocaba bem como a sequência dos seus afluentes ao longo do seu curso.....	67
FIGURA 13- Variação sazonal do índice de diversidade de Shannon-Wiener para as estações de coleta e plot da diversidade entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r=0,574; 0,05 < P < 0,01; n=13$). Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t=0,918$).....	69
FIGURA 14- Variação sazonal do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a biomassa das estações de coleta e plot da diversidade entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r=0,592; 0,05 < P < 0,01; n=13$) Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t=01,66$).....	70

FIGURA 15- Dendrograma das estações de coleta na estação seca (S) e chuvosa (C) agrupadas segundo a abundância das espécies de peixes	72
FIGURA 16- Distribuição espacial das espécies de peixes no reservatório de Itupararanga.....	74
FIGURA 17- Diversidade de Shannon-Wiener (H') no reservatório de Itupararanga utilizando a coleção total de dados..	75
FIGURA 18- Variação da diversidade numérica de Shannon-Wiener nas estações de coleta do reservatório de Itupararanga e plot da diversidade entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r=0,209$; $0,05 < P < 0,01$; $n=9$) Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t=1,148$).....	77
FIGURA 19- Variação da diversidade de Shannon-Wiener nas estações de coleta do reservatório de Itupararanga para a biomassa e plot da diversidade entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r=-0,043$; $0,05 < P < 0,01$; $n=13$). Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t=2,057$).....	78
FIGURA 20- Curva de importância das espécies ($\ln(N+1)$) “Whittaker plot” da coleção total de peixes coletados no reservatório de Itupararanga.....	79
FIGURA 21- Dendrograma das estações de coleta no reservatório de Itupararanga nas estações seca (S) e chuvosa (C) agrupadas segundo a abundância das espécies de peixes.....	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 01- Relação das estações de coleta, município a qual pertencem e o resumo de suas situações ecológicas (local-id= código do local utilizado no banco de dados).....	15
TABELA 2- Características físico-químicas da água nos locais de coleta, amostrada durante a época chuvosa (janeiro, fevereiro e março/ 1995). (tag= temperatura da água (C); pH= potencial hidrogeniônico; od= oxigênio dissolvido (mg/l); turb= turbidez; cor= cor da água; fe= ferro (mg/l); clor= cloro (mg/l); res= resíduo seco (mg/l); rfix= resíduo fixo (mg/l); pcal= perda por calcinação (mg/l); albi= alcalinidade de bicarbonatos (mg/l em CaCO ₃); duca= dureza de carbonatos (mg/l em CaCO ₃); duto= dureza total (mg/l em CaCO ₃); dunc= dureza de não carbonatos (mg/l em CaCO ₃); co2= gás carbônico (mg/l); oc= oxigênio consumido (mg/l); namo= nitrogênio amoniacal (mg/l); nalb= nitrogênio albuminóide (mg/l); nnitri= nitrogênio nítrico (mg/l); pro= profundidade (m).....	27
TABELA 3- Características físico-químicas da água nos locais de coleta, amostrada durante a época seca (julho agosto e setembro/ 1995). (tag= temperatura da água (C); pH= potencial hidrogeniônico; od= oxigênio dissolvido (mg/l); turb= turbidez; cor= cor da água; fe= ferro (mg/l); clor= cloro (mg/l); res= resíduo seco (mg/l); rfix= resíduo fixo (mg/l); pcal= perda por calcinação (mg/l); albi= alcalinidade de bicarbonatos (mg/l em CaCO ₃); duca= dureza de carbonatos (mg/l em CaCO ₃); duto= dureza total (mg/l em CaCO ₃); dunc= dureza de não carbonatos (mg/l em CaCO ₃); co2= gás carbônico (mg/l); oc= oxigênio consumido (mg/l); namo= nitrogênio amoniacal (mg/l); nalb= nitrogênio albuminóide (mg/l); nnitri= nitrogênio nítrico (mg/l); pro= profundidade (m).....	27
TABELA 4- Variáveis abióticas obtida para a estação so04 (od= oxigênio dissolvido, cond= condutividade e pro= profundidade) nas épocas seca e chuvosa.....	28
TABELA 5- Variáveis que apresentaram alteração em seus valores segundo o recomendado para a potabilidade da água para consumo humano (Guia para la calidad del agua potable, 1995) e a manutenção de organismos aquáticos incluindo peixes (EPA, 1976) (tag= temperatura da água (C); pH= potencial hidrogeniônico; od= oxigênio dissolvido (mg/l); turb= turbidez; cor= cor da água; fe= ferro (mg/l); clor= cloro (mg/l); res= resíduo seco (mg/l); rfix= resíduo fixo (mg/l); pcal= perda por calcinação (mg/l); albi= alcalinidade de bicarbonatos (mg/l em CaCO ₃); duca= dureza de carbonatos (mg/l em CaCO ₃); duto= dureza total (mg/l em CaCO ₃); dunc= dureza de não carbonatos (mg/l em CaCO ₃); co2= gás carbônico (mg/l); oc= oxigênio consumido (mg/l); namo= nitrogênio amoniacal (mg/l); nalb= nitrogênio albuminóide (mg/l); nnitri= nitrogênio nítrico (mg/l); pro= profundidade (m).....	29
TABELA 6- Variáveis abióticas obtida para as nove estações do reservatório de Itupararanga, nas épocas seca (s) e chuvosa (c). Temp=temperatura; OD=oxigênio dissolvido; Cond=condutividade; Trans=Transparência; vegemar=vegetação marginal; vegmac=vegetação macrófita; funare=fundo arenoso; funlo=fundo lodoso; funpe= fundo pedregoso.....	39
TABELA 7- Espécies identificadas na bacia do rio Sorocaba e os locais de ocorrência.....	42

TABELA 8- Código utilizado para definir as espécies no banco de dados, nomes populares e seus respectivos nomes científicos; abundância dos indivíduos (N); comprimento padrão médio (CPM); peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM).....	46
TABELA 9- Distribuição espacial das espécies de peixes identificadas nas 13 estações de coleta na bacia do rio Sorocaba.....	48
TABELA 10- Espécies encontradas nos pesqueiros da bacia do rio Sorocaba.....	49
TABELA 11- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação pi01 (rio Pirapora).....	50
TABELA 12- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação ta01 (rio Tatuí).....	51
TABELA 13- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação rm01 (ribeirão dos macacos).....	52
TABELA 14- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação pj01 (rio Pirajibu).....	52
TABELA 15- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação sa01 (rio Sarapuí).....	53
TABELA 16- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação sa02 (rio Sarapuí).....	54
TABELA 17- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação ip01 (rio Ipanema).....	55
TABELA 18- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação ip02 (rio Ipanema).....	55
TABELA 19- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação ip03 (rio Ipanema).....	56
TABELA 20- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so01 (rio Sorocaba).....	57

TABELA 21- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so02 (rio Sorocaba).....	58
TABELA 22- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so03 (rio Sorocaba).....	58
TABELA 23- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so04 (rio Sorocaba).....	59
TABELA 24- Atributos ecomorfológicos obtidos para as 13 espécies de peixes estudadas.....	60
TABELA 25- Resultados da análise de componentes principais: cargas obtidas para os atributos em cada componente principal com os três maiores porcentagem de variância.....	60
TABELA 26- Escores dos fatores ecomorfológicos das espécies estudadas.....	62
TABELA 27— Resultado do ajuste ao modelo logserie para a bacia do rio Sorocaba.....	64
TABELA 28- Resultado do ajuste ao modelo lognormal para a bacia do rio Sorocaba.....	64
TABELA 29- Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e dominância de Simpson (D) para abundância numérica ($H'N$) e Shannon-Wiener para biomassa ($H'B$), das 13 estações de coletas localizadas na bacia do rio Sorocaba.....	65
TABELA 30- Diversidade nas estações de coleta (Shannon-Wiener e Simpson), nos períodos de seca e chuva utilizando a abundância ($H'N$) e biomassa ($H'B$) e suas respectivas riqueza de espécies e abundância total.....	69
TABELA 31- As espécies capturadas no reservatório de Itupararanga e seus respectivos valores de abundância, peso total, peso médio (PM) e comprimento padrão médio (CPM).....	73
TABELA 32- Diversidade de Shannon-Wiener para os dados de abundância numérica ($H'N$) e biomassa ($H'B$) obtidos no reservatório de Itupararanga nos períodos de chuva (c) e seca (s).....	76
TABELA 33- Resultado do ajuste ao modelo logserie para para o reservatório de Itupararanga.....	79
TABELA 34- Resultado do ajuste ao modelo lognormal para o reservatório de Itupararanga.....	80
TABELA 35- Valores recomendados para a manutenção de organismos aquáticos dulcícolas segundo EPA, 1976.....	89

RESUMO

SMITH, W.S. (1998). Estrutura da comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba em diferentes situações ambientais. São Carlos, 1999.121p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A bacia do rio Sorocaba apresentou alterações nas condições físico-químicas da água. Tais alterações ocorrem devido a emissão de grandes quantidades de esgoto de origem doméstica e industrial no rio Sorocaba, bem como nos seus afluentes, os rios Pirajibú, Pirapora, Tatuí e Sarapuí. Outros fatores, como o desmatamento, assoreamento, lixo e a ocupação desordenada contribuem para agravar essa situação. A comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba é composta basicamente por Characiformes e Siluriformes, apresentando uma distribuição normal de importância de espécies o que é característico de uma grande comunidade, com múltiplas dimensões de nicho e superposição. Contudo a sua estrutura é pouco influenciada diretamente por fatores físico-químicos, sendo a maior influência exercida pela diversidade de habitats existentes nos diferentes corpos d'água bem como as características morfológicas das espécies. Como há profundas alterações antrópicas nos ecossistemas aquáticos da bacia, reduzindo a disponibilidade de habitats bem como a qualidade da água, a estrutura da comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba está sendo alterada, sendo que na maioria dos casos simplificada pela perda de espécies e conseqüentemente tendo sua diversidade reduzida.

Palavras-chave: comunidade de peixes; poluição; diversidade; habitats; ictiofauna

ABSTRACT

SMITH, W.S. (1998). Structure of community of the fishes on the basin the Sorocaba River on different environmental situations. São Carlos, 1999.121p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The Sorocaba river basin has shown alterations in its water physical chemistry conditions. They are due to emission of a large drainage quantity, from domestic and industrial origin, at Sorocaba River as in its tributaries, the rivers Pirajibu, Pirapora, Tatui e Sarapui. Other factors, as deforestation, run-off, garbage and the disordered occupation, contribute to worsening this situation . The fish community of Sorocaba river basin is composed basically of Characiformes and Siluriformes, generating a lognormal species-abundance distribution, that is a characteristic of a large community, with multiple dimensions of niche and superposition. Nevertheless, its structure is few influenced directly by environmental facts like physical-chemistry changes, considering the greater influence of the habitats diversity and the characteristics morphological of the species of fishes. As there anthropic alterations of the aquatic ecosystems of the basin, reducing the habitats availability as the water quality, the fish community of Sorocaba Basin is being modified, considering that most of the cases are simplified by the loss of species and consequentially has a reduction on this diversity.

Key words: fish of community; pollution; diversity; habitat; ichthyofauna

1- INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas tropicais e subtropicais são formadas por diferentes tipos de ecossistemas, como rios, riachos e lagoas marginais, cujas interações são pouco conhecidas (Margalef, 1974) e por isso merecem estudos para melhor compreensão de sua dinâmica, antes que a ação humana diminua a sua complexidade (Lowe-McConnell, 1987). Dentre as várias ações humanas, podemos destacar a ocupação territorial desordenada e a utilização dos recursos naturais sem o manejo adequado, aliados a devastação das matas ciliares, canalização, represamento e despejo de efluentes nos rios que contribuem para modificar as características dos ecossistemas aquáticos (Welcomme, 1985).

Para agravar ainda mais essa situação, o crescimento explosivo da população humana gera uma crescente necessidade da exploração dos recursos naturais disponíveis, principalmente no que diz respeito ao aproveitamento da água dos rios para a obtenção de energia, abastecimento das cidades e despejo de efluentes industriais e domésticos, sem levar em conta a exploração pesqueira realizada pelas populações ribeirinhas (Barrella, 1989; Beaumord, 1991).

Para se avaliar o prejuízo causado por essas ações e promover possíveis medidas que reduzam os impactos nos ecossistemas, podemos utilizar comunidades biológicas como indicadoras. Assim, as propriedades da ictiofauna como riqueza, diversidade, e distribuição espacial e temporal, podem indicar alterações ambientais (Smith et al., 1997).

A bacia do rio Sorocaba é constituída por diferentes tipos de ambientes que possuem condições ecológicas distintas. Alguns dos parâmetros ambientais estão relacionados com o tipo e o grau de perturbação na qual são submetidos. Alguns tributários, e mesmo sua calha principal, possuem trechos represados, transformando ambientes lóticos em lênticos, acarretando mudanças nas características naturais das comunidades de peixes e do próprio ambiente.

Além das modificações nos cursos d'água, outros tipos de alterações ambientais ocorrem, tais como desmatamento, assoreamento, emissão de efluentes domésticos e industriais. Essas alterações, provindas de diversas atividades humanas, resultam em modificações na estrutura natural dos ecossistemas, e por fim nas características da comunidade de peixes dessa bacia hidrográfica (Smith, 1994).

O principal objetivo do presente trabalho foi caracterizar a comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba (SP), visto que estudos ictiofaunísticos nesta bacia hidrográfica são inexistentes. Foram abordados os seguintes temas:

- a) Caracterizar as comunidades de peixes quanto a sua composição e estabelecer modelos gerais referentes a sua estrutura biótica.
- b) Diagnosticar os principais agentes impactadores da bacia do rio Sorocaba e que interferem diretamente na comunidade de peixes.
- c) Analisar a forma das espécies de peixes, através dos atributos ecomorfológicos, para verificar padrões de ocupação de habitats e de partilhamento de recursos.

2- REVISÃO DA LITERATURA

Uma bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes. Dentro da mesma bacia existem diferentes tipos de ecossistemas aquáticos, tais como riachos, rios, lagoas marginais, lagos, brejos e reservatórios (Lowe-McConnell, 1975). Estes ambientes, apesar de possuírem dinâmica própria e apresentarem características bióticas e abióticas distintas, interagem entre si, sendo a biota influenciada por estas interações, como por exemplo a interação rio-lagoas marginais (planície de inundação) (Welcomme, 1979; Godoy, 1995) e também a zona de ecótono água-terra (Moring, et al., 1985).

Os rios são sistemas que funcionam como escoadouros das águas continentais para os oceanos (Welcomme, 1985). Os geomorfologistas e hidrologistas os consideram como uma parte da rede de drenagem (Davies & Walker, 1986). Estes sistemas não devem ser considerados como isolados, pois concentram os efeitos de todos os eventos naturais ou não que ocorrem em uma bacia hidrográfica (Esteves, 1988; Tundisi, 1993). As cabeceiras dos rios são formadas por riachos que nascem nas serras e montanhas, juntando-se com outros riachos, aumentando seu volume e formando os primeiros rios.

Os rios podem ser caracterizados pela sua ordem. Os rios de primeira ordem são aqueles que não apresentam tributários, os de segunda ordem são formados pelos de primeira ordem e assim por diante (Beaumont, 1975; Barila et al., 1981; Welcomme, 1985). O funcionamento e operação de um rio, pode ser melhor entendido através do seu ciclo hidrológico, como a precipitação e a evapotranspiração (Beaumont, 1975). Além disso um rio pode ser caracterizado pelas suas características hidrográficas temporárias (precipitação, infiltração e evapotranspiração) e permanentes (vegetação ao longo do canal, declividade, transporte de sedimento e tamanho da rede de drenagem).

Muitos trabalhos têm demonstrado a sucessão em estágios ecológicos ao longo de um rio, devido a mudanças na sua morfologia e hidrologia (Sheldon, 1968). Em relação a esta estrutura Vannote et al., (1980) desenvolveram o “Conceito do Rio Contínuo”, propondo que a distribuição da biota é regida por gradientes abióticos existentes ao longo de um rio. Esta estrutura longitudinal é resultante da influência de um gradiente de forças físicas, que mudam ao longo de seu curso. Estas forças físicas produzem contínuas modificações morfológicas e hidrológicas da cabeceira à foz (Vannote et al., 1980; Johnson et al., 1995).

Esta teoria recebeu várias críticas, pois considera somente a calha do rio em seu sentido geomorfológico e ignora os habitats existentes ao longo de seu curso, além de omitir a planície de inundação, lagoas e remansos (Johnson et al., 1995). Além disso foi

desenvolvida a partir do estudos de pequenos riachos do Hemisfério norte, onde, de certo modo, esta teoria explica grande parte da sua dinâmica, sendo extrapolada para os rios em geral (Junk *et al.*, 1989). Assim Junk *et al.* (1989) propuseram o “Conceito do Pulso de Inundação” que consideram também os aspectos hidrológicos que produzem picos de inundações e secas, com diferentes amplitudes e períodos ao longo de uma bacia hidrográfica. Este conceito explica a dinâmica dos processos nos grandes rios que possuem planícies de inundação, como os rios sul-americanos. O pulso de inundação é o maior controlador da biota nesses rios, os nutrientes provindos da planície de inundação, têm um efeito maior que os nutrientes carreados de trechos à montante (Junk, *et al.*, 1989). Não descartando nenhum dos dois conceitos, tanto o canal do rio como a planície de inundação, são essenciais para a sobrevivência dos estoques pesqueiros (Welcomme, 1979), bem como para a manutenção da diversidade.

Na busca de conceitos que considerem um número maior de fatores que possivelmente estariam influenciando a dinâmica de um ambiente lótico e de sua comunidade, Ward & Stanford (1989) propuseram que a dinâmica de um rio ocorre ao longo de quatro dimensões: longitudinal (cabeceira-foz), lateral (calha-margem-planície aluvial), vertical (superfície-fundo) e temporal (seca e cheia). Este ecossistema apresenta uma dinâmica regida pelo aumento da profundidade e largura do rio em direção a jusante, que resulta em um aumento da disponibilidade de habitats. Além disso, há a influência do ecótono água-terra, localizado nas margens dos cursos d’água, a estratificação vertical na coluna d’água ao longo do rio e a sazonalidade dos ciclos hidrológicos e climáticos, existindo uma estação seca onde o nível d’água baixa se restringe ao canal do rio e a estação chuvosa em que o nível d’água sobe, cobrindo a planície de inundação.

Em muitos trabalhos porém, tem sido reconhecido, que rios e riachos são ambientes heterogêneos, considerando a calha principal, remansos, reservatórios, planície de inundação com suas lagoas marginais e poços localizados nos rios, como manchas, na qual formam um mosaico de habitats. Estes fragmentos são influenciados por vários fatores interagindo, incluindo o tipo de substrato, topografia, correnteza, organismos e distúrbios (Pringle *et al.*, 1988). O conceito proposto por estes autores leva em conta a heterogeneidade existente ao longo de um curso d’água, cada fragmento (habitat) com características próprias, mas reagindo como um todo dentro do ecossistema, tendo grande consequência na distribuição dos organismos, principalmente peixes.

A heterogeneidade ambiental é um fator presente nos ecossistemas aquáticos e determinante na estrutura da comunidade de peixes. De acordo com o conceito do mosaico de fragmentos (habitats) tem-se: as cabeceiras que possuem poucos habitats, encontrando-se poças e pequenos remansos além de corredeiras. Nestes trechos os

nutrientes oriundos da decomposição da matéria orgânica, mais a entrada de alimentos aloctóneos são mais importantes que os processos autotróficos (Vannote et al., 1980). Além disso o substrato é pedregoso (depende da geologia do local), a água é corrente e a temperatura mais baixa que os trechos à jusante. Nos trechos inferiores, tem-se a planície de inundação com suas lagoas marginais, igapós, várzeas e mangues, além disso há uma tendência ao aumento da diversidade de habitats, devido ao aumento da profundidade e largura do rio. Nesta região a correnteza é baixa, as águas são mais turvas, o substrato de fundo é lodoso, devido a sedimentação de partículas carregadas de trechos anteriores e existe uma maior riqueza de organismos e a produção é predominantemente autóctone (Junk et al., 1989; Johnson et al., 1995).

A planície de inundação é composta por áreas situadas lateralmente ao longo dos rios, que na época de chuva são alagadas. São divididas em 2 componentes: a planície que é sazonalmente alagada, mas torna-se seca na outra parte do ano e a parte da planície que retém água durante o ano todo (Welcomme, 1985). Ou seja a planície é submetida a períodos de cheia e seca. Muitas lagoas estão associadas à planície de inundação e estão integradas ao sistema do rio. Durante o período chuvoso, organismos aquáticos migram para as planícies de inundação, utilizando os recursos disponíveis. Estas áreas são importantes na manutenção da biomassa de peixes e invertebrados, sendo altamente produtivas, contendo florestas ripárias e uma grande variedade de habitats aquáticos, tais como as lagoas marginais (Lowe-McConnell, 1975; Johnson et al, 1995), poças, várzeas, alagados e brejos. Muitos desses corpos d'água são recobertos por vegetação macrófita ou mesmo eutrofizados, sendo a água em algum período do dia quase que totalmente desprovida de oxigênio. Nesses locais poucas espécies são capazes de sobreviver a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Welcomme, 1985; Lowe McConell, 1987).

Poucos trabalhos destacam a importância das lagoas marginais para as comunidades ícticas e as funções que elas possuem nos ecossistemas aquáticos. Alguns autores, porém, destacam a importância destes ambientes para a pesca comercial (Bonetto, 1985), os quais são considerados ambientes altamente produtivos (Petriere Jr. & Agostinho, 1993) e importantes na manutenção das espécies de peixes e do próprio estoque pesqueiro (Dioni & Reartes, 1975 apud Veríssimo, 1994). Uma vez que estas lagoas tendem a apresentar melhores condições de sobrevivência para os alevinos que a calha principal do rio, sendo importante sua alimentação e abrigo (Sylvester & Broughton, 1983). Além disso tem sido atribuído a estes ambientes a importância de serem locais de crescimento de grandes peixes migradores como os curimatás, dourados e bagres (Esteves, 1992; Godoy, 1975, 1995).

As lagoas marginais formam-se no período da cheias dos rios, que ao transbordarem, inundam áreas mais baixas. Este fenômeno é necessário à preservação da ictiofauna, pois as espécies da calha principal passam a utilizar os recursos existentes nas lagoas marginais (Bonetto *et al.*, 1970 apud Buck, 1989). Muitas lagoas permanecem com água até o período de chuvas do ano seguinte, quando voltam a se ligar com o rio, sendo chamadas de lagoas permanentes (Veríssimo, 1994). Além dessas lagoas existem as lagoas temporárias, que secam antes mesmo da próxima estação chuvosa.

A conexão dessas lagoas com o rio durante a época de cheia permite a livre movimentação dos peixes, considerando que várias espécies habitam tanto o rio como as lagoas (Welcomme, 1985). Além disso, após a piracema milhões de ovos e larvas recém eclodidas são carreadas para essas lagoas, que funcionam como verdadeiros criadouros (berçários) naturais de peixes, sendo muito importantes para o seu desenvolvimento embrionário (Godoy, 1975 e 1995). Isto se deve a riqueza de alimentos naturais, em especial plâncton (Buck, 1989), perifiton (Lowe McConnell, 1987) e do abrigo proporcionado pelas macrófitas aquáticas (Veríssimo, 1994).

Na época de seca, as conexões entre o rio e as lagoas diminuem ou secam completamente, isolando-as. Nessas condições a comunidade de peixes deve enfrentar situações adversas como variação brusca de temperatura, baixa oxigenação da água e até a morte por dessecação, visto que muitas lagoas podem secar (Esteves, 1988). Além disso, o aumento da densidade por área pela evaporação da água, provoca a diminuição da área da lagoa e mesmo da coluna d'água, aumentando a competição intraespecífica e interespecífica e a predação (Veríssimo, 1994).

Outro ecossistema importante na bacia do rio Sorocaba são as represas. As represas constituem importantes ecossistemas artificiais que alteram as características hidrológicas e ecológicas de um rio (Tundisi, 1993). Os reservatórios são regulados pelos seguintes fatores: morfometria, sazonalidade e sistema de operação. Os reservatórios do Paraná Superior, são ecossistemas com morfometria complexa, que estabelecem processos dinâmicos diferenciados entre os diversos reservatórios. Quanto a sazonalidade, alterações na altura do nível do reservatório produzem mudanças na zona litoral, modificações nas margens e em alguns casos, mortalidade de macrófitas, além de interferir na sucessão das comunidades planctônicas, bentônicas e peixes (Tundisi, 1993). Por outro lado existe escassez de informações ambientais sobre os reservatórios da América Latina (Amaral & Petrere, 1994), o que tem dificultado seu manejo.

Os represamentos estão entre as ações antropogênicas que em maior grau modificam as características fisiográficas de uma bacia hidrográfica (Agostinho & Zalewski, 1996). Estes tipos de modificações alteram as características físico-químicas da

água (Branco, 1972), como também modificam a estrutura das comunidades de peixes (Godoy, 1995). Entre tantos pontos negativos, um parece ser positivo: a contribuição dos reservatórios para a depuração de poluentes (Agostinho & Zalewski, 1996) funcionando como locais de decantação (Petrere & Agostinho, 1993), tendo sido constatado notáveis melhoras na qualidade da água, quando atravessam reservatórios (Agostinho & Zalewski, 1996), exemplo este observado nos rios Paraná e Tietê. Tundisi et al., (1988), concluíram que grande parte dos reservatórios estão eutrofizados e que os principais impactos nesses ambientes são: concentração da população às margens do reservatório; atividade industrial e agricultura (Tundisi, 1993) que geram enormes quantidades de efluentes domésticos e industriais.

As barragens podem, em muitos casos, se constituir numa barreira intransponível a qualquer espécie de peixe, isolando sítios e zonas específicas, para onde determinadas espécies costumavam se dirigir para reproduzir ou se alimentar Paiva, (1978); Wanakule, (1982); Bernaczeck, (1984); Petrere, (1985); Petrere, (1989) apud Beaumord, (1991); Godoy, (1995) e Agostinho & Zalewski, (1996). Além disso pode-se ter um efeito genético, pelo isolamento de populações (Petrere, 1996).

A criação de um novo ecossistema, que passa a ser lântico devido a formação do reservatório, constitui de certa forma mais um impacto sobre a comunidade remanescente a montante do barramento (Beaumord, 1991 e 1994). Esta comunidade sofrerá modificações, envolvendo a redução da abundância de determinadas espécies reofílicas, dando lugar a espécies com maior capacidade de adaptação à ambientes lânticos, como é o caso dos curimatídeos (Castro & Arcifa, 1987; Campos et al., 1978 apud Rodrigues *et al.*, 1990) e do mapará no reservatório de Iguazu (Agostinho *et al.*, 1994). Isto ocorre porque nem todas as espécies podem se adaptar, ocorrendo uma redução na diversidade de peixes. Em grandes rios, a redução da produtividade e diversidade é minimizado pelas suas maiores diversidades naturais (Petrere, 1994), como é o caso do reservatório de Itaipú (Bini, 1993). Além disso, o impacto sobre as comunidades de peixes irá depender de uma série de variáveis, das quais destacam-se: o tipo e o tamanho do rio, localização e manutenção da cobertura vegetal nas margens (Schaeffer, 1986 apud Beaumord, 1991).

A vegetação marginal (ripária ou ciliar), junto aos rios e represas constitui um importante ecotóno água-terra. A vegetação fornece sombra para a regulação da temperatura, recursos como insetos, frutos e folhas para alimentação de peixes e outros organismos aquáticos, além de abrigos e locais para desova (Goulding, 1980; Uieda, 1983 e 1995; Stuber, 1985; Moring, et al., 1985; Castro e Arcifa, 1987). Com a devastação dessas áreas ocorrem graves impactos como o aumento da sedimentação (assoreamento) que afeta diretamente a sobrevivência e o desenvolvimento dos ovos de peixes e alevinos.

Além disso há um aumento da temperatura da água e a redução dos recursos para organismos aquáticos, ocasionando a diminuição da estabilidade do ambiente, pois os fatores físico-químicos poderão oscilar com maior frequência (Stuber, 1985; Moring, et al., 1985).

Os ecossistemas aquáticos continentais sofrem uma série de impactos além do represamento, tais como a emissão de efluentes industriais e domésticos, desmatamento, extração de areia e assoreamento. O interior do estado de São Paulo se caracteriza pela grande ocorrência de municípios com população entre 100.000 e 500.000 habitantes. O crescimento desses municípios, tem provocado um aumento dos trechos poluídos, comprometendo a qualidade da água captada à jusante das fontes poluidoras, já que a maioria desses municípios são abastecidos por águas superficiais (Camargo et al., 1995).

Assim o problema da poluição orgânica em ambientes lóticos do estado de São Paulo é bastante grave e requer avaliações detalhadas e rápidas afim de estabelecer programas de recuperação e posterior monitoramento destes ambientes (Camargo et al., 1995). Um dos maiores modificadores da diversidade e estrutura de habitats aquáticos, é a atividade humana (Johnson et al., 1995). Estes impactos, contribuem para a redução da heterogeneidade ambiental e a conseqüente redução da diversidade de espécies. Os ecossistemas aquáticos continentais são extremamente vulneráveis a esses impactos, sendo a emissão de efluentes orgânicos os maiores responsáveis pelas alterações em ecossistemas aquáticos (Camargo *et al.*, 1995).

Tais perturbações contribuem para acentuar a diferença na composição da ictiofauna (Branco, 1972; Welcomme, 1985; Odum, 1985), visto que ocorrem em velocidades maiores do que o desenvolvimento de adaptações pelas espécies às novas condições, resultando na redução da riqueza de espécies (Schreck & Moyle, 1990).

Segundo Connell, (1978) a alta diversidade é mantida por distúrbios de escalas intermediárias. Na ausência de distúrbio, a exclusão competitiva pode reduzir a diversidade a níveis mínimos e quando os distúrbios são intensos, poucas espécies pioneiras poderiam se instalar, também contribuindo para a redução da diversidade. No entanto, quando os distúrbios são de frequência e intensidade intermediárias, pode existir um equilíbrio entre espécies pioneiras e espécies secundárias, mantendo a alta diversidade. Porém, o desmatamento e a poluição, são novos tipos de distúrbios que os organismos ainda não se adaptaram. Assim sendo, como as comunidades tropicais são diversificadas, suas populações são reduzidas, aumentando as chances de que os novos distúrbios causem a redução de muitas espécies (Connell, 1978).

Além das alterações ambientais existem outras formas de impactos, como a introdução de espécies exóticas que sem o manejo adequado e estudos aprofundados,

podem acarretar prejuízos a comunidade de peixes. Muitos trabalhos têm focado a comunidade de peixes, em diferentes ecossistemas aquáticos sob diferentes aspectos como para avaliação da diversidade.

Isto é feito para comparar ambientes aquáticos distintos, pertencentes a mesma bacia hidrográfica ou não, ou ainda para avaliar o efeito de diferentes tipos de impactos. Dentre estes trabalhos destacam-se os realizados na bacia do rio Paraná, tais como Castro & Arcifa, (1987); Barrella & Petrere Jr., (1994); Barrella et al., (1994); Amaral & Petrere Jr. (1994); Uieda, (1995); Smith et al., (1997).

Uma comunidade pode ser definida em termos ecológicos como um conjunto de populações que funcionam como uma unidade integradora através de transformações metabólicas co-evoluídas numa dada área de habitat físico (Odum, 1985), além disso alguns autores consideram como uma organização que ocupa um determinado local (Southwood, 1987; Krebs, 1989).

A comunidade apresenta algumas características gerais que são usadas na sua descrição, como a presença de diferentes espécies. Estes grupos de espécies variam no tempo e no espaço e apresentam um equilíbrio, que na presença de um estress são afetadas. As espécies que compõem uma comunidade determinam a sua estrutura, através do nível trófico, riqueza, abundância, dominância e diversidade de espécies, além das relações entre as espécies (predação, parasitismo e competição) e das espécies com o ambiente. A comunidade é influenciada pelos padrões de variação espacial (biomassa, latitude, gradientes ou entre habitats) e temporal (estação seca e chuvosa).

As comunidades naturais são misturas de espécies que são igualmente bem sucedidas. Nelas uma ou poucas espécies são dominantes e a maioria são de abundância intermediária ou rara (Whittaker, 1965). São essas espécies tidas como raras que determinam a diversidade da comunidade. Dentre as características mais comuns de uma comunidade de peixes, as mais utilizadas na sua descrição são a riqueza de espécies, abundância, biomassa, diversidade (combinação da riqueza de espécies mais a uniformidade (distribuição da abundância entre as espécies). Além disso são utilizados índices de dominância, equitabilidade, Whittaker plot e modelos de espécies-abundância.

A utilização da comunidade de peixes tem sido utilizada no monitoramento e na comparação entre diferentes rios, lagoas e reservatórios. A comunidade de peixes pode ser influenciada pela sazonalidade e principalmente por fatores físico-químicos. Inúmeros trabalhos têm utilizado comunidades de peixes para verificar a ação de diferentes tipos de impactos sobre ecossistemas aquáticos, sendo boas indicadoras de distúrbios ambientais (Smith et al. 1997).

3- METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no Estado de São Paulo (Figura 1), no trecho superior do Planalto Atlântico e numa parte na Depressão Periférica, nos afloramentos do grupo Tubarão na bacia sedimentar do Paraná. O relevo é classificado como ondulado, caracterizado por vertentes e altos de serra, com uma altitude média de 632 metros e a máxima de 1028 metros em relação ao nível do mar. O solo é caracterizado como podzólico vermelho-amarelo, com textura argilosa cascalhenta, muito argilosa; latossolo vermelho-escuro de textura argilosa; latossolo vermelho-amarelo com textura média argilosa (Almeida, 1964).

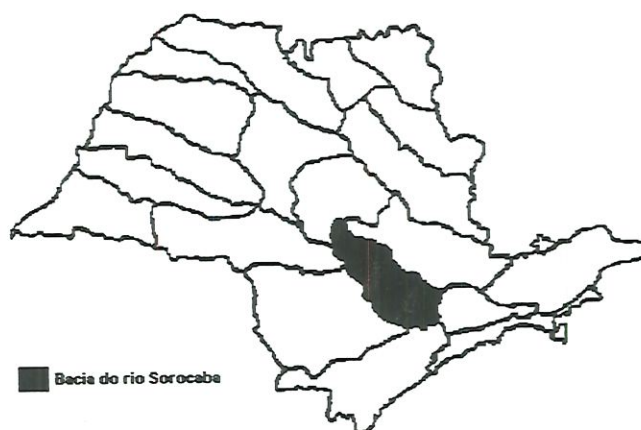


Figura 1- Localização da bacia hidrográfica do rio Sorocaba entre as outras bacias do Estado de São Paulo (modificado de São Paulo, 1990).

Ocorrem também litossolos, que são pouco desenvolvidos geralmente com depressões (Almeida, 1964). O clima é quente predominantemente tropical, com inverno seco, com clima mesotérmico úmido, sem estiagem. As temperaturas médias são a máxima de 26,6 °C e a mínima de 16,7 °C.

A precipitação média anual está em torno de 898,4 mm (IBGE, 1958). As precipitações média mensais são mostradas na Figura 2. As descargas mínimas do rio Sorocaba no rio Tietê, considerando a vazão de efluente de 7m³/s na represa de Itupararanga, são da ordem de 13m³/s e as vazões médias históricas de longo curso são de

aproximadamente de 45m³/s (Núcleo Engenharia, 1993). Em relação à geologia, a nascente do rio Sorocaba está situada no Planalto de Ibiúna, apresentando relevo suave. A estrutura deste relevo é formada sobretudo por rochas graníticas e ortognáisses (Almeida, 1964).

A bacia hidrográfica do rio Sorocaba possui uma área de drenagem de 5.269 km², abrangendo 18 municípios: Araçoiaba da Serra, Boituva, Capela do Alto, Cerquilha, Cesário Lange, Cotia, Ibiúna, Iperó, Itu, Laranjal Paulista, Mairinque, Piedade, Salto de Pirapora, São Roque, Sarapuí, Sorocaba, Tatuí, Vargem Grande Paulista e Votorantim (São Paulo, 1990) (Figura 3).

A rede hidrográfica é constituída pelo rio Sorocaba, percorrendo cerca de 180 km até atingir o trecho médio do rio Tietê, sendo o principal afluente de sua margem esquerda. Os rios Sorocamirim e Sorocabuçu são seus formadores e os rios Tatuí e Sarapuí seus principais afluentes da margem esquerda, enquanto que o rio Pirajibu é o seu principal afluente da margem direita. Já os rios Ipanema e Pirapora são afluentes de menor porte.

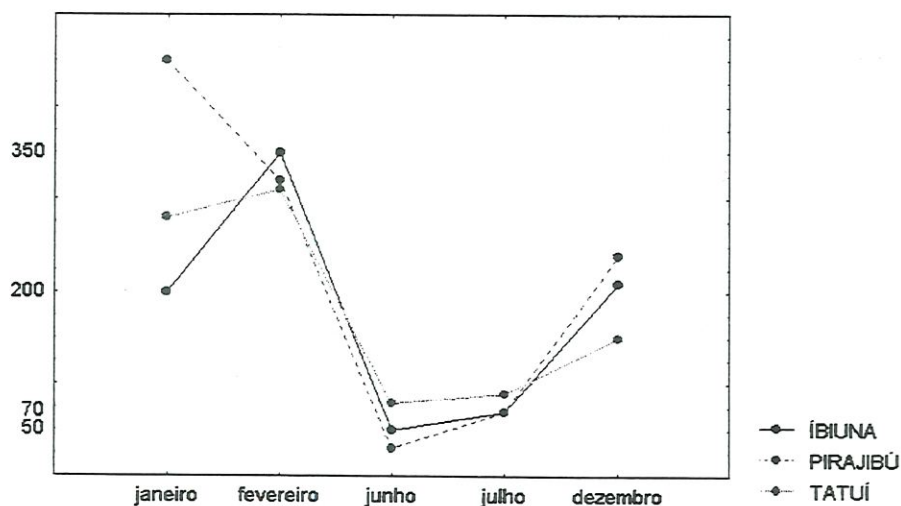


Figura 2- Precipitação média mensal nos rios Sorocaba (Íbiuna), Pirajibú e Tatuí no ano de 1995.

Residem na bacia do rio Sorocaba uma população de 905.967 habitantes devendo atingir 2.472.216 até o ano de 2020. Cerca de 25% da bacia ainda possui cobertura de mata natural, 4,5% com cerrados e cerradões, 7,5% de área de reflorestamento, 32,5% de área de pastagem (mais da metade cultivada) e uma policultura variada, com destaque para o milho e cana de açúcar e outros usos múltiplos, como o uso urbano e industrial (Núcleo Engenharia, 1993).

A água na bacia do rio Sorocaba é utilizada para o abastecimento público de 11 municípios, sendo que 3 utilizam-se de águas superficiais, 5 de mananciais subterrâneos e 3 com sistema misto. Somente o reservatório de Itupararanga abastece São Roque, Cotia, Vargem Grande Paulista, Mairinque, Ibiúna, Votorantim e Sorocaba. Também é utilizada para o abastecimento industrial, irrigação de plantações e recepção de efluentes de 150 indústrias.

Apenas 7 municípios possuem algum sistema de tratamento de efluente doméstico. Do total da carga poluidora orgânica remanescente na bacia, 81,5% são de origem doméstica e 18,5% são de origem industrial. Sorocaba e Votorantim são responsáveis por 70,1% da carga poluidora expressa em quilos de DBO por dia do total da bacia (Núcleo Engenharia, 1993).

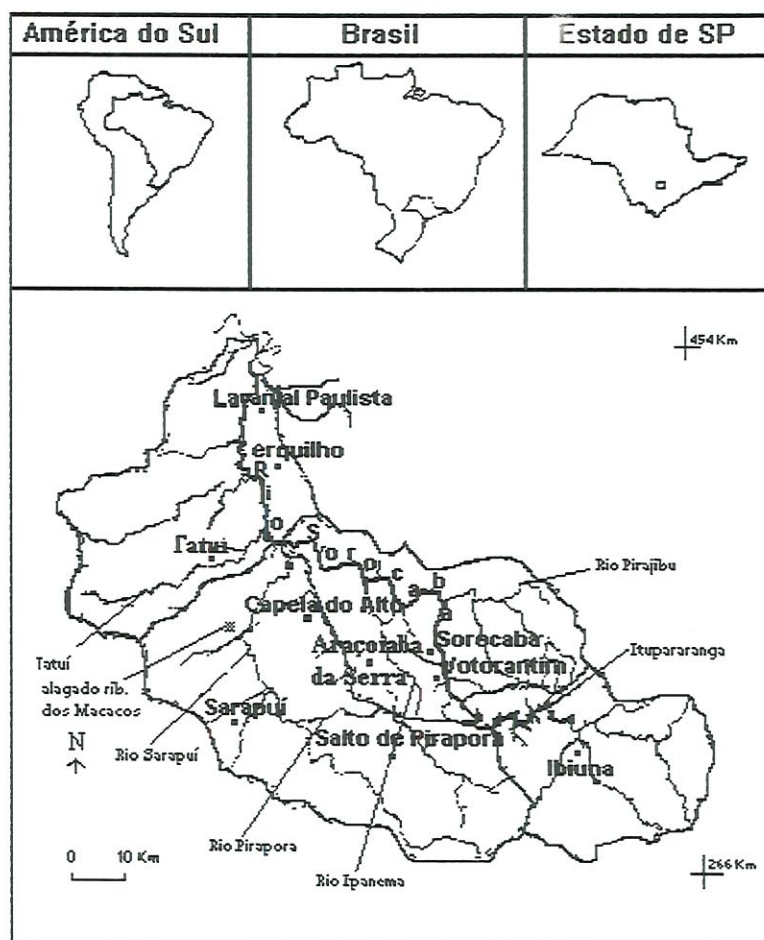


Figura 3- Bacia do rio Sorocaba e sua localização no Estado de São Paulo, Brasil e América do Sul.

3.2 O RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA

Nas cabeceiras do rio Sorocaba localiza-se o reservatório de Itupararanga, formado pelos rios Sorocabuçu e Sorocamirim, formadores do rio Sorocaba. Foi construído em 1912, com uma área de drenagem de 851 km², vazão máxima de 39,12 m³/s, e banha os municípios de Ibiuna, Mairinque, Alumínio, Piedade e Votorantim. A barragem está situada no município de Votorantim, tendo uma queda bruta de 206 metros. O volume útil do reservatório é 286 milhões de m³, com potência instalada de 55 MW e produção média anual de 150 Gwh, que é utilizada apenas pela Indústria Votorantim. O reservatório também é usado para abastecimento de água dos municípios citados abaixo nas seguintes proporções: Sorocaba - 74% do consumo; Votorantim - 92%; Ibiúna - 100%; São Roque - 32%.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

Ao todo foram determinados 13 pontos de amostragem situados em 7 rios, sendo 4 pontos ao longo do rio Sorocaba e o restante nos seus afluentes (Figura 4). A Tabela 1 indica a listagem dos pontos e a respectivas situações ecológicas, no que se refere a poluição, represamento e assoreamento. A escolha desses pontos foi realizada levando-se em conta o acesso ao local, segurança em deixar a rede e locais que não prejudicassem a sua atuação, como locais com alta correnteza.

Além disso levou-se em conta o grau de impactação, localização geográfica dentro da bacia, uma vez que a idéia principal era distribuir os pontos ao longo da bacia, da forma mais heterogênea possível. Isto foi importante para se ter um levantamento completo da bacia.

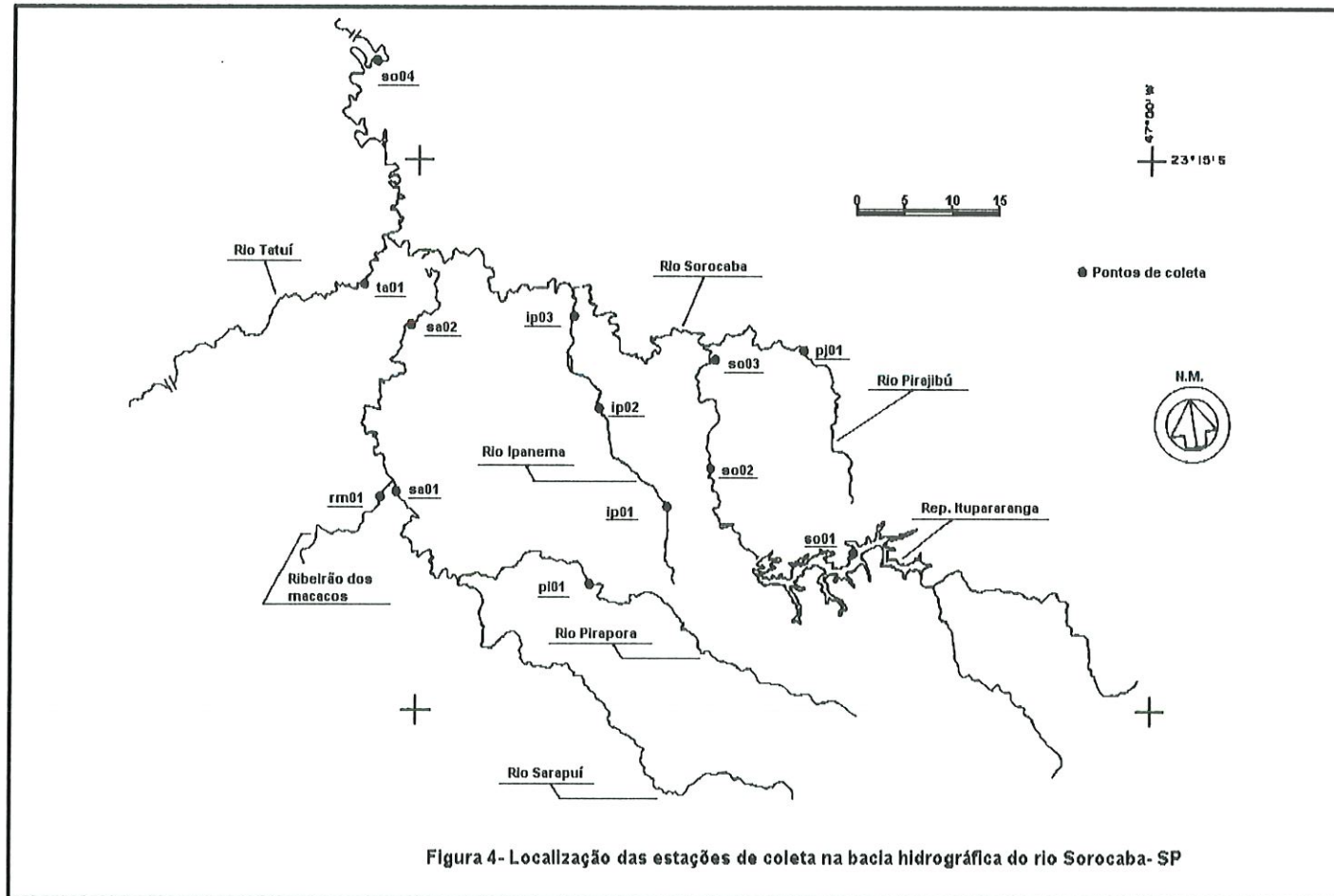


Figura 4- Localização das estações de coleta na bacia hidrográfica do rio Sorocaba- SP

Tabela 1- Relação das estações de coleta, município a qual pertencem e o resumo de suas situações ecológicas (local-id= código do local utilizado no banco de dados).

Local-id	Rio	Município	Situação Ecológica	Coordenadas
pi01	Pirapora	Saito de Pirapora	poluído e não represado	23°38'27"S 47°34'25"W
ip01	Ipanema	Saito de Pirapora	trecho não poluído, não represado e assoreado	23°34'56"S 47°29'30"W
ip02	Ipanema	Araçoiaba da Serra	trecho não poluído, não represado e assoreado	23°28'35"S 47°46'30"W
ip03	Ipanema	Iperó	trecho não poluído, represado e assoreado	23°24'56"S 47°46'30"W
so01	Sorocaba	Ibíuna	trecho não poluído e represado	23°36'34"S 47°18'05"W
so02	Sorocaba	Votorantim	trecho poluído, não represado e assoreado	23°32'01"S 47°26'33"W
so03	Sorocaba	Sorocaba	lagos marginais, poluídas e assoreadas	23°26'10"S 47°26'28"W
so04	Sorocaba	Cerquilha	encachoeirado à montante, poluição presente e represado à sua jusante.	23°09'35"S 47°47'22"W
ta01	Tatuí	Tatuí	rio poluído e não represado	23°21'45"S 47°48'30"W
rm01	Rib. dos macacos	Sarapuí	alagado não poluído e represado	23°33'21"S 47°47'15"W
pj01	Pirajibú	Sorocaba	rio poluído e não represado	23°25'30"S 47°21'15"W
sa01	Sarapuí	Sarapuí	trecho com alterações na qualidade da água e não represado	23°33'12"S 47°46'42"W
sa02	Sarapuí	Tatuí	trecho com alterações na qualidade da água e não represado	23°24'02"S 47°45'32"W

3.4 AMOSTRAGEM

O programa de amostragem da comunidade de peixes da Bacia do rio Sorocaba foi dividido em duas etapas. A primeira compreendeu 26 campanhas em 13 estações de coleta, sendo que cada ponto foi amostrado duas vezes: uma na época de cheia (janeiro, fevereiro e março) e outra na época seca (julho, agosto e setembro) de 1995. A segunda etapa de amostragens foi composta por 6 campanhas em 3 áreas do reservatório de Itupararanga no ano de 1996, totalizando 9 pontos, servindo para se obter um levantamento mais detalhado de sua ictiofauna.

As capturas foram realizadas com 2 baterias de redes de espera contendo 8 redes de dez metros de comprimento e 1,5 metros de altura, com diferentes tamanhos de malhas (3,0 cm, 4,0 cm, 5,0 cm, 6,0 cm, 7,0 cm, 8,0 cm, 10,0 cm e 12,0 cm, entre nós opostos). Com isso as coletas foram padronizadas com a intenção de obter informações comparáveis entre os locais amostrados. Todas as redes permaneceram durante 12 horas nos locais, sendo colocadas às 18 horas e retiradas às 6 horas da manhã seguinte.

Os peixes capturados em cada coleta foram pesados e medidos (comprimento padrão), separados em sacos plásticos contendo informações sobre a época do ano, local e tipo de aparelho usados na coleta. Em seguida, os exemplares foram fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%, armazenados em recipientes plásticos (Malabarba,

1987) e transportados para o laboratório da PUC-SP campus Sorocaba onde foram identificados com o auxílio de chaves de identificação (Britski, 1972; Britski et al., 1984). Posteriormente as espécies foram confirmadas pelo Prof. Dr. Heraldo Britski do Museu de Zoologia da USP.

Em cada local de coleta foram obtidas informações sobre a composição das espécies de peixes, número de indivíduos, biomassa e comprimento padrão para cada indivíduo coletado. Esses dados são importantes para a verificação da distribuição espacial e temporal das espécies de peixes na bacia, além de servir de base para o cálculo da diversidade e similaridade dos pontos de amostragem.

Para complementar os dados da composição ictiofaunística da bacia do rio Sorocaba, foram acrescentadas as espécies citadas no trabalho realizado por Smith e Barrella, (1994). Isto serviu para se ter um inventário mais completo das espécies.

3.5 ATRIBUTOS ECOMORFOLÓGICOS

Os atributos ecomorfológicos sugerem que a partir de relações morfométricas e biométricas, se pode expressar as características dos peixes em relação ao seus hábitos. Estes podem ser interpretados como indicadores da ocupação de diferentes tipos de habitats e possíveis adaptações para viverem nesses ambientes (Gatz, 1981; Mahon, 1984; Balon, 1986; Barrella, 1989; Beaumord, 1991; Motta et al. 1995).

Barrella (1989) utilizou para a análise ecomorfológica, espécies dominantes do rio do Jacaré Pepira, que apresentavam mais de 10 indivíduos adultos representados na coleção inteira. Esta mesma metodologia foi empregada pelo Balon et al. (1986) e Beaumord (1991). Devido ao fato dos rios Sorocaba e Jacaré Pepira (Barrella, 1989), fazerem parte da Bacia do Rio Tietê, foi desenvolvido como método de seleção para o estudo dos atributos ecomorfológicos, espécies que ainda não haviam sido analisadas ecomorfolologicamente no trabalho realizado por Barrella (1989), com a finalidade de complementar o trabalho sobre ecomorfologia dos peixes da bacia do rio Tietê. Exceção feita a pirambeba (sp05-*Serrassalmus piloptera*) que foi analisada com apenas 6 indivíduos.

Para estas espécies foram registradas 18 medidas morfométricas, utilizadas no cálculo dos atributos ecomorfológicos (Balon et al., 1986; Barrella, 1989; Beaumord, 1991).

As medidas são:

- 1) **Comprimento padrão (CP):** distância da ponta do focinho até o final do pedúnculo caudal.
- 2) **Altura máxima do corpo (Hmáx):** maior distância ventre-dorso, perpendicular ao eixo corpóreo.
- 3) **Altura da linha média (Hlm):** distância do ventre até a linha que corta o corpo da boca à cauda.
- 4) **Largura máxima (Lmáx.):** maior largura do corpo.
- 5) **Comprimento do pedúnculo caudal (CPC):** distância do final da nadadeira anal até o início da caudal.
- 6) **Altura do pedúnculo caudal (HPC):** distância dorso-ventral do pedúnculo caudal em seu ponto médio.
- 7) **Largura do pedúnculo caudal (LPC):** largura do pedúnculo caudal em seu ponto médio. Foram medidos na parte mais característica do pedúnculo, atrás da nadadeira adiposa, quando presente.
- 8) **Comprimento da cabeça (Ccb):** distância da ponta do focinho até o final do opérculo.
- 9) **Altura da cabeça (Hcb):** distância da parte ventral até o dorso da cabeça na região dos olhos.
- 10) **Altura da boca (Hbo):** maior distância entre os lábios, medido com a boca aberta, sem distender os músculos.
- 11) **Largura da boca (Hbo e Bo):** distância interna da boca quando totalmente aberta.
- 12) **Orientação da boca (OrBo):** tangente do ângulo formado pelos lábios da boca aberta com a superfície dorsal do corpo.
- 13) **Comprimento da nadadeira peitoral (CNP):** comprimento total da nadadeira peitoral.
- 14) **Comprimento da nadadeira caudal (CNC):** distância entre o final do pedúnculo e a ponta esticada da nadadeira caudal.
- 15) **largura máxima da nadadeira peitoral (LNP):** maior distância perpendicular ao eixo longitudinal da nadadeira peitoral.
- 16) **largura máxima da nadadeira caudal (LNC):** maior distância perpendicular ao eixo longitudinal da nadadeira caudal.
- 17) **Áreas da nadadeira peitoral (ANP):** foram observadas as formas das nadadeiras e aplicadas as fórmulas de medidas de áreas para figuras geométricas.
- 18) **Áreas da nadadeira caudal (ANC):** foram observadas as formas das nadadeiras e aplicadas as fórmulas de medidas de áreas para figuras geométricas.

Através destas medidas é possível calcular os atributos ecomorfológicos que podem caracterizar tipos de hábitos de vida ou adaptações das espécies à ocupação de diferentes ambientes (Gatz, 1981; Mahon, 1984; Balon et al, 1986; Barrella, 1989; Beaumord, 1991). Os atributos são:

A) **Índice de compressão (IC)** = $(H_{\text{máx}}/L_{\text{máx}})$: altura máxima do corpo/largura máxima.

Valores altos indicam peixes bastante comprimidos e que ocupam locais de baixa velocidade de corrente.

B) **Altura relativa (AR)** = $(H_{\text{máx}}/CP)$: altura máxima/comprimento padrão.

É inversamente relacionada com a velocidade da corrente e diretamente com a capacidade de produzir movimentos verticais.

C) **Comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPC)** = (CPC/CP) : comprimento do pedúnculo caudal/comprimento padrão.

Peixes com boa natação apresentam longos pedúnculos.

D) **Índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPC)** = (HPC/LPC) : altura do pedúnculo caudal/largura do pedúnculo caudal.

Pedúnculos comprimidos estão relacionados com hábitos de peixes nadadores lentos com pouca manobrabilidade.

E) **Índice de achatamento ventral (IAV)** = $(H_{\text{lm}}/H_{\text{máx}})$: altura da linha média/altura máxima.

Baixos índices de achatamento ventral são encontrados mais comumente em peixes que habitam águas muito correntes, mantendo-se no fundo sem precisar nadar.

F) **Área relativa da nadadeira peitoral (ARNP)** = $[ANP/(CP \times H_{\text{máx}})]$: área chamada peitoral/comprimento padrão x altura máxima.

Altos valores são encontrados em peixes nadadores lentos que utilizam as nadadeiras peitorais para manobras ou em peixes de corredeiras, que usam as nadadeiras como defletoras da corrente para manterem-se no substrato.

G) **Razão aspecto da nadadeira peitoral (RANP)** = (CNP/LNP) : comprimento máximo da nadadeira peitoral/largura máxima da nadadeira peitoral.

Valores elevados significam que as nadadeiras peitorais são longas e estreitas e estão presentes em peixes que percorrem grandes distâncias.

H) **Área relativa da nadadeira caudal (ARNC)** = $[ANC/(CP \times H_{\text{máx}})]$: área da nadadeira caudal/(comprimento padrão x altura máxima).

Nadadeiras caudais largas indicam que os peixes produzem partidas rápidas e geralmente apresentam hábitos bentônicos.

I) **Razão aspecto da nadadeira caudal (RANC)** = $(CNC2/ANC)$: extensão máxima da nadadeira caudal/área da nadadeira caudal.

Valores elevados são encontrados em espécies mais ativas e nadadoras contínuas.

J) **Comprimento relativo da cabeça (CRCB)** = (CCb/CP) : comprimento da cabeça/comprimento padrão.

Peixes com cabeças grandes capturam presas maiores.

L) **Largura relativa da boca (LRBO)** = (Lbo/CP) : largura da boca/comprimento padrão.

Altura relativa da boca ($RrBo$) = (Hbo/CP) : altura da boca/comprimento padrão.

Tanto a altura como a largura relativa da boca estão relacionadas com o tamanho da presa e com a hidrodinâmica do corpo.

M) **Orientação da boca (ORBO)** = ângulo formado pela tangente das extremidades da boca totalmente aberta no plano vertical: 0% - boca dorsal a 100% - boca ventral.

Este atributo está relacionado com o local de alimentação do peixe na coluna d'água.

N) **Posição relativa dos olhos (PROL)** = proporção existente da profundidade da cabeça, que ocorre abaixo da linha média dos olhos, medida até a metade dos olhos.

3.6 FATORES AMBIENTAIS

Para caracterizar a bacia do rio Sorocaba quanto a qualidade da água e relacionar esses dados com as comunidades de cada ambiente amostrado, foram obtidos os valores de pH, temperatura e oxigênio dissolvido em cada estação de coleta nas duas épocas do ano (chuvosa e seca), simultaneamente com a coleta dos peixes, em todos os pontos tanto na primeira como na segunda etapa de coleta. Foi utilizado um pHmetro (Digimed) para as medições de pH, e um oxímetro para oxigênio dissolvido e temperatura (Digimed).

Além disso para cada estação na primeira etapa foram realizadas coletas da água para análises de parâmetros físico-químicos detalhados abaixo segundo Pregnoletto & Pregnoletto (1985); Branco (1986); Esteves (1988). As análises das amostras foram feitas no Instituto Adolfo Lutz, divisão de Bromatologia e Química - TL - BQ de Sorocaba. Os parâmetros são:

Alcalinidade por bicarbonato (ALBI): é devido a presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Tem importância e influência nos diversos tratamentos a que são submetidos às águas. A unidade de medida é mg/litro.

Cloretos (CLOR): podem indicar mistura, recente ou remota, com águas residuais. A unidade de medida é mg/litro.

Condutividade: relacionada com a capacidade de conduzir corrente elétrica. É a quantidade de sais dissolvidos na água. Esta variável foi obtida apenas no reservatório de Itupararanga, pois nos demais pontos o aparelho estava quebrado.

Cor: considerada mais frequente como característica física, provocada pela presença de substâncias em solução, na grande maioria dos casos de natureza orgânica.

Dureza por carbonatos (DUCA): originada pela presença de sais de cálcio (CaCO_3). A unidade de medida é mg/litro.

Dureza por não carbonatos (DUNC): originada pela presença de Magnésio (Mg). A unidade de medida é mg/litro.

Dureza total (DUTO): composta pela Dureza por carbonatos (DUCA) mais a Dureza por não carbonatos (DUNC). A unidade de medida é mg/litro.

Ferro (Fe): confere a água um sabor ou melhor sensação de adstringência e coloração avermelhada decorrentes da precipitação do mesmo. A unidade de medida é mg/litro.

Gás carbônico (CO_2): consiste na quantidade de gás carbônico dissolvido na água. A unidade de medida é mg/litro.

Nitrogênio albuminóide (NALB): após a destilação do nitrogênio amoniacal, a adição de uma solução alcalina de permanganato de potássio pode produzir um desprendimento de amônia adicional, que representa o nitrogênio albuminóide, de grupo amino de proteínas, polipeptídeos ou amoniacal. Estes materiais são constituintes importantes da matéria orgânica oriunda de esgotos. A unidade de medida é mg/litro.

Nitrogênio amoniacal (NAMO): Este parâmetro segue as mesmas características do albuminóide podendo indicar se houve contaminação por esgotos ou poluição industrial. A unidade de medida é mg/litro.

Nitrogênio nítrico (NNITRI): o nitrato (NO_3) representa a fase oxidada no ciclo do nitrogênio e normalmente se encontra em grandes concentrações nos estágios finais da oxidação biológica. A unidade de medida é mg/litro.

Oxigênio dissolvido (OD): é a taxa de oxigênio dissolvido na água (O.D.).

Oxigênio consumido (OC): é o oxigênio consumido num intervalo de tempo responsável pela degradação da matéria orgânica.

Perda por calcinação (PCAL): matéria orgânica calcinada à 600°C . A unidade de medida é mg/litro.

pH: se refere a concentração de ácidos orgânicos caracterizando o ambiente com pH altos ou baixos.

Resíduo seco (RSE): é a evaporação de 100 ml da amostra, restando o resíduo composto por matéria orgânica e inorgânica. A unidade de medida é mg/litro.

Resíduo fixo (RFX): é a queima do resíduo seco à 600 °C, restando apenas compostos inorgânicos. A unidade de medida é mg/litro.

Turbidez (TURB): decorrente da presença de sólidos suspensos finamente divididos ou em estado coloidal. É mais próprio de água corrente.

Profundidade (PROF): medida em metros com a ajuda de uma corda graduada com peso na ponta.

Temperatura (TEMP): medida em °C, através do oxímetro.

Para a segunda etapa de coletas foram obtidas além do pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade, informações sobre a presença de macrófitas, vegetação marginal, tipo de substrato e transparência para fins comparativos da comunidade entre os diferentes habitats desta estação. Foi estabelecida uma escala ordinal estimada visualmente para a vegetação macrófita e marginal sendo que a ausência é igual a zero, 50 % de cobertura é igual a 0,50 e 100% de cobertura foi considerado 1. Para o tipo de fundo também foi estabelecida uma escala ordinal só que de presença (= 1) e ausência (= 0).

A condutividade só foi possível na segunda etapa pelo aparelho estar quebrado na primeira etapa. Além disso na estação so04 a variáveis abióticas estão restritas apenas a temperatura, oxigênio dissolvido e pH, pela impossibilidade na realização das análises.

3.7 ANÁLISE DOS DADOS

As análises realizadas neste trabalho podem ser divididas em três categorias:

- a) Análises para caracterizar a comunidade: riqueza, abundância, diversidade, dominância, Whittaker-plot e modelos de espécie-abundância.
- b) Análises estatísticas univariadas: Teste t pareado para a diversidade de Shannon (H') em número e biomassa e o coeficiente de correlação de Pearson entre as épocas seca e chuvosa para a diversidade de Shannon (H') em número e biomassa. Estas análises também foram realizadas para as seguintes variáveis ambientais: (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, dureza total, nitrogênio amoniacal e nitrogênio nítrico) com o mesmo objetivo.
- c) Análises estatísticas multivariadas: agrupamento, ordenamento e teste de Mantel.

3.7.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE

A caracterização de uma comunidade pode ser feita utilizando os seguintes métodos: 1- riqueza de espécies, que é o número de espécies na amostra; 2- Os modelos de espécie-abundância, que descrevem a distribuição da abundância das espécies; 3- Índices baseados na abundância proporcional das espécies. Nesta categoria estão incluídos os índices de Shannon-Wiener e Simpson, que procuram integrar riqueza e equitabilidade.

Neste trabalho utilizou-se índices baseados na abundância proporcional das espécies e modelos de espécies abundância.

Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'):

$$H' = - \sum (ni/n) \cdot \log (ni/n) \text{ onde:}$$

ni/n = proporção da i -ésima espécie na amostra

este índice mede o grau de incerteza em predizer qual a espécie do indivíduo tomado ao acaso de uma coleção de S espécies e N indivíduos. Esta incerteza aumenta conforme aumenta o número de espécies e a distribuição dos indivíduos entre as espécies. $H' = 0$ quando existir uma única espécie na amostra e H' será máximo somente quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos. Este índice foi usado tanto para os dados de abundância numérica como para a biomassa das espécies. Para testar se existem diferenças entre as estações quanto a este índice, foi realizado um teste t pareado, para verificar se houve diferença entre a época chuvosa e seca e se as duas épocas do ano estiveram correlacionadas através do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson.

Índice de Simpson (Dominância) cuja formula é:

$$D = \sum ni(ni-1)/(N(N-1)), \text{ onde:}$$

ni = número de indivíduos na i -ésima espécie (número ou biomassa) na amostra

N = número total de indivíduos na amostra,

Este índice nos dá a probabilidade de dois indivíduos tomados ao acaso de uma população serem da mesma espécies. Portanto se a probabilidade é alta então a diversidade da comunidade é baixa. Este índice varia de 0 a 1, quanto menor o valor obtido maior a diversidade (Margalef,1974; Pianka, 1982; Odum, 1985; Magurram, 1988; Krebs, 1989).

3.7.2 "WHITTAKER PLOT"

Esta análise consiste em plotar a abundância das espécies na comunidade em ordem da mais comum para a mais rara em escala log. Ela permite detectar uma curva que explique o conjunto de dados, sendo posteriormente necessário a confirmação através de ajustes matemático-estatísticos.

3.7.3 MODELOS DE ESPÉCIE-ABUNDÂNCIA

Informações sobre o número de espécies e suas abundâncias relativas descrevem alguns padrões estruturais de uma biota. Em uma comunidade biológica, há espécies mais abundantes, outras com abundância intermediária, havendo também aquelas raras, que em geral são mais numerosas. Existem mais espécies raras do que abundantes numa

comunidade (Whittaker, 1965; Magurran, 1988). Os modelos de distribuição de abundância de espécies utilizam todas as informações sobre diversidade (riqueza e abundância relativa das espécies). Os modelos mais conhecidos são:

1. Série geométrica- A espécie dominante utiliza uma proporção k do recurso limitante, a segunda espécie mais dominante ocupa a mesma proporção k do recurso limitante e assim para todas as outras espécies consideradas. O padrão é de poucas espécies dominantes e muitas raras, sendo:

$n_i = N C_k k(1-k)^{i-1}$, onde n_i é o número de indivíduos da i -ésima espécie, N é número total de indivíduos e C_k é uma constante que assume $\sum n_i = N$ (Magurran, 1988; Tokeshi, 1993). Este padrão de distribuição tem sido encontrado em ambientes severos, pobres em espécies ou em estágios primários de sucessão, que com o passar do tempo tende a uma distribuição série logarítmica .

2. Série logarítmica- Este modelo foi o primeiro a tentar descrever matematicamente a relação entre o número de espécies e o número de indivíduos destas espécies. Ele é representado por um pequeno número de espécies abundantes e um grande número de espécies raras. Usou-se os procedimentos fornecidos por Magurran (1988), onde αx , $\alpha x^2/2$, $\alpha x^3/3$, $\alpha x^n/n$ representam o número de espécies com 1 indivíduo, 2 indivíduos e assim por diante, respectivamente. Além disso são estimados o número total de espécies, somando todos os termos da série e resolvendo a seguinte equação iterativamente: $S/N = [(1-x)/x][-\ln(1-x)]$, onde:

S = número total de espécies na amostra

N = número total de indivíduos na amostra

α = índice de diversidade

O procedimento para o ajuste deste modelo foi realizado, utilizando a rotina LOGSERIE do programa "Ecological Methodology" (Krebs, 1989) e procedimentos contidos em Magurran (1988).

3. Distribuição lognormal- Este modelo descreve uma comunidade madura, grande e com grande variedade natural e também para grandes conjuntos de dados. Para o ajuste deste modelo foi utilizado a rotina LOGNORM do programa "Ecological Methodology" (Krebs, 1989) e procedimentos contidos em Magurran (1988).

4. Modelo "Broken stick"- Neste modelo a divisão do nicho dentro de uma comunidade ocorre de maneira aleatória. Ele reflete o estado mais equitativo dentro de todos os outros modelos. O ajuste a este modelo indica que um importante fator ecológico está sendo dividido naturalmente entre as espécies. O procedimento para o ajuste deste modelo está em Magurran, (1988).

Neste trabalho serão testados estes modelos apenas para os dados da comunidade total da bacia. Utilizou-se o teste χ^2 como avaliador do ajuste dos modelos teóricos.

3.7.4 ESTIMATIVA “JACKKNIFE” DA RIQUEZA DE ESPÉCIES

Esta análise estima a riqueza de espécies utilizando os dados obtidos em campo, já que estes dados não refletem a riqueza real, devido a seletividade dos aparelhos de pesca. Foi proposta por Heltshe & Forrester, 1983, utilizando a seguinte expressão: $S^* = S + (n-1/n)k$ onde:

S^* = estimativa “Jackknife” da riqueza de espécies

S = número total de espécies presentes nas n quadrats (estações)

k = número de espécies únicas

n = número de quadrats amostrados

Espécies únicas são definidas como as espécies que ocorrem somente num único quadrat. Como quadrat foi utilizado cada estação amostrada. Esta técnica foi realizada utilizando a rotina RICHNESS do programa “Ecological Methodology” (Krebs, 1989). A rotina ainda forneceu as estimativas para o intervalo de confiança (95%) da riqueza estimada.

3.8 ANÁLISES MULTIVARIADAS

Estudos ambientais visam correlacionar variáveis de amostras com grande número de informações. Devido a esta característica, são utilizadas técnicas multivariadas. Nos estudos ecológicos estas técnicas são utilizadas para simplificar a estrutura dos dados, através de transformações, classificação de amostras, indivíduos ou variáveis em grupos, análise da interdependência entre as variáveis e auxílio na formulação e testes de hipóteses.

3.8.1 ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

Esta análise foi utilizada para classificar as localidades de acordo com as abundâncias das espécies e as variáveis físico-químicas, separando estações com características mais distintas e unindo as mais semelhantes.

A análise de agrupamentos consiste em estabelecer grupos naturais de objetos ou de descritores. Os grupos são obtidos a partir das distâncias ou similaridades entre objetos, de modo a detectar aglomerados com características similares (Pielou, 1984). É uma

importante ferramenta devido ao seu aspecto exploratório. Devido ao fato de ser uma técnica matemática que não envolve testes de hipótese, não requer dados com distribuição normal e homogeneidade de variâncias. Além disso, os dados podem ser quantitativos, qualitativos ou ambos (Manly, 1986). Esta técnica visa construir um gráfico (dendrograma), na qual é possível identificar grupos com características mais semelhantes, o que facilita a classificação das amostras (Ludwig & Reynolds, 1988). Os passos para a realização desta análise são os seguintes: 1. Obtenção da matriz de dados; 2. Padronização dos dados; 3. Escolha do coeficiente de semelhança. Esta fase serve para quantificar a semelhança entre as amostras, comparadas duas a duas; 4. Escolha do método de agrupamento (método de ligação), pelo qual será construído o gráfico; 5. Construção do gráfico tipo dendrograma para facilitar a visualização dos grupos obtidos; 6. Cálculo do coeficiente de correlação cofenético para se avaliar a distorção. Valores de $r < 0.8$ são suspeitos (Romesbeig, 1984).

Foram utilizadas as matrizes de abundância da bacia e do reservatório para o cálculo do índice de Morisita-Horn, o método de ligação escolhido foi o da ligação pela média (UPGMA). Já para as variáveis abióticas foi utilizado a distância euclidiana e o método de ligação escolhido foi o da ligação pela média (UPGMA).

Utilizando as matrizes de distância e similaridade obtidas pela análise de agrupamento foram realizados testes de Mantel. O teste de Mantel é uma técnica de randomização de amostras, que é aplicado aos dados expressos em matrizes de similaridades ou dissimilaridades (Sneath & Sokal, 1973). Este teste serve para verificar se há correlação significativa entre duas matrizes de dados (Manly, 1986).

O teste de Mantel foi usado para testar as congruências entre as matrizes de similaridade (Morisita-Horn) para a abundância da bacia e do reservatório com as matrizes de distância dos fatores físico-químicos. Também foi usada para testar a congruência entre a matriz de similaridade (Morisita-Horn) para a abundância da bacia e a matriz de distância dos escores originados pelo PCA das variáveis ecomorfológicas. A randomização foi calculada com 10.000 permutações (Ludwig & Reynolds, 1988; Manly, 1986).

3.8.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

É uma técnica de ordenação que visa arranjar as amostras em um menor número de dimensões, enfatizando os maiores padrões de variações em suas respostas, produzindo máxima informação sobre os padrões e similaridades ecológicas (Digby & Kempton, 1987). Esta técnica reduz a dimensão dos dados, sem perder informações, dando ênfase

aos maiores padrões de variações. Os melhores resultados são obtidos quando as variáveis originais são altamente correlacionadas (Manly, 1986). O objetivo desta análise neste trabalho é auxiliar a geração de hipóteses (Digby & Kempton, 1987) utilizando os dados ambientais obtidos em cada estação e também nos atributos ecomorfológicos.

Esta análise foi usada para o tratamento dos dados ecomorfológicos, desenvolvida a partir de uma matriz de correlação. O procedimento consistiu em: (1) definir os novos eixos de direção e comprimento pelo cálculo dos autovetores e autovalores da matriz de correlação entre as variáveis; (2) calcular as correlações entre as variáveis e os eixos principais para a formação dos respectivos eixos; (3) calcular as coordenadas dos pontos observados nos novos eixos. Foram desconsiderados os valores inferiores a 0,4, para analisar apenas as maiores contribuições, com a finalidade de evitar erros nas interpretações ecológicas dos resultados obtidos pela análise.

O resultado dessa análise permitiu uma ordenação das espécies de acordo com a estrutura do corpo, indicando as principais adaptações morfológicas e possíveis diferenças na partilha por recursos.

4- RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DOS RIOS DA BACIA DO RIO SOROCABA

A análise físico-química da água das estações é mostrada nas Tabelas 2 e 3. Das 13 estações de amostragem, apenas na estação so04 não foi realizada a análise completa da água, sendo obtidos apenas a temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e profundidade (Tabela 4).

Tabela 2- Características físico-químicas da água nos locais de coleta, amostrada durante a época chuvosa (janeiro, fevereiro e março/ 1995). (tag= temperatura da água (C); pH= potencial hidrogeniônico; od= oxigênio dissolvido (mg/l); turb= turbidez; cor= cor da água; fe= ferro (mg/l); clor= cloro (mg/l); res= resíduo seco (mg/l); rfix= resíduo fixo (mg/l); pcal= perda por calcinação (mg/l); albi= alcalinidade de bicarbonatos (mg/l em CaCO₃); duca= dureza de carbonatos (mg/l em CaCO₃); duto= dureza total (mg/l em CaCO₃); dunc= dureza de não carbonatos (mg/l em CaCO₃); co2= gás carbônico (mg/l); oc= oxigênio consumido (mg/l); namo= nitrogênio amoniacal (mg/l); nalb= nitrogênio albuminóide (mg/l); nnitri= nitrogênio nítrico (mg/l); pro= profundidade (m).

local	tag	pH	od	turb	cor	fe	clor	ress	rfix	pcal	albi	duca	duto	dunc	co2	oc	namo	nalb	nnitri	pro
pi01	22	7,2	5,3	6,1	60	3	4	199	160	39	41,9	41,9	51,7	9,8	5,5	6,9	0,15	1,2	0,57	2,5
ip01	15	7,1	5,6	50	100	0,7	4	153	100	53	74	74	80,8	6,8	13	3,2	0,4	0,9	0,01	1
ip02	26	6,3	6,2	50	100	2,66	4	118	100	18	33,8	33,8	36,6	2,5	35	0,8	0,4	0,8	0,21	1
ip03	21	7,7	5,8	1,5	10	1,8	4	96	60	36	35,7	30,1	30,1	0	1,4	1,2	0,4	0,9	0,92	1
so01	25	7,5	6,2	14,8	10	0,66	6	133	290	33	24,5	24,5	32,1	7,5	1,6	2,7	0,09	0,8	0,17	0,8
so02	24	7,8	5,2	9,9	5	0,34	18	396	40	106	98,2	26,1	26,1	0	3	1,5	0	3,1	0,62	2,5
so03	22	7,4	4,7	14,8	40	0,98	0,4	59	160	19	21,1	21,1	30,3	9,1	42	5,2	0,07	0,9	0,16	3
ta01	23	6,8	5,1	46	20	8	0,3	194	600	34	46,5	46,5	60,6	14	16	3,2	0,06	0,8	0,21	1,8
rm01	21	6,7	6,7	50	100	1,29	4	743	120	143	27,2	24,8	24,8	0	11	12,5	0,7	1,8	0,27	1,9
pj01	20	6,1	5,1	32,5	100	2,66	14	154	102	34	54,9	42,4	42,4	0	0	1,2	0,11	1,8	0,74	1
sa01	18	7,2	6,3	20,5	100	0,84	6	249	200	49	41,9	41,9	43,4	1,6	5,4	15,5	0,7	2,3	0,62	1,9
sa02	18	6,5	5,9	11,3	10	0,8	6	104	60	44	29	29	26,1	0	18	2	0,4	3,4	0,2	2

Tabela 3- Características físico-químicas da água nos locais de coleta, amostrada durante a época seca (julho à setembro/ 1995). (tag= temperatura da água (C); pH= potencial hidrogeniônico; od= oxigênio dissolvido (mg/l); turb= turbidez; cor= cor da água; fe= ferro (mg/l); clor= cloro (mg/l); res= resíduo seco (mg/l); rfix= resíduo fixo (mg/l); pcal= perda por calcinação (mg/l); albi= alcalinidade de bicarbonatos (mg/l em CaCO₃); duca= dureza de carbonatos (mg/l em CaCO₃); duto= dureza total (mg/l em CaCO₃); dunc= dureza de não carbonatos (mg/l em CaCO₃); co2= gás carbônico (mg/l); oc= oxigênio consumido (mg/l); namo= nitrogênio amoniacal (mg/l); nalb= nitrogênio albuminóide (mg/l); nnitri= nitrogênio nítrico (mg/l); pro= profundidade (m).

local	tag	pH	od	turb	cor	fe	clor	ress	rfix	pcal	albi	duca	duto	dunc	co2	oc	namo	nalb	nnitri	pro
pi01	19,2	6,4	4,4	2,9	10	1,1	8	164	123	41	69,1	62,2	62,2	0	60	2,5	0,56	1,3	0,26	2,2
ip01	21	7,5	5,3	1,5	10	0,5	8	100	70	30	60,2	60,2	66,2	8	4	1	0,2	1,2	0,01	1,4
ip02	20,5	7,5	6	1,5	10	0,5	8	100	70	30	60,2	60,2	66,2	8	4	1	0,2	1,2	0,01	1,5
ip03	22	6,4	6,1	8,1	10	0,8	6	40	28	12	26,7	26,7	36,1	9,3	26	1,7	0,7	2,3	0,19	1
so01	18,7	6,4	6	33	80	0,7	8	93	70	23	18,8	16,5	16,5	0	2,3	3	0,78	0,7	0,25	4
so02	18	5,7	5,5	2,9	10	0,4	10	72	59	13	26,7	26,7	32,1	5,3	0	2,4	0,28	0,7	0,01	2,8
so03	24,5	7,1	5,4	3,9	20	0,1	14	66	51	15	31,2	31,2	54,2	22,9	6	1	0,1	2,2	1,65	1
ta01	15,3	7,2	4,5	7,5	10	0,7	6	88	62	28	33,4	33,4	44,1	10,7	4,3	1,2	0,18	2,3	0,53	2,5
rm01	21,5	6,3	6,9	1,2	5	0,5	4	24	12	8	17,8	17,8	20	2,2	18	1,3	0,8	2,8	0,01	2,8
pj01	19,3	7,4	3,8	2,9	5	1,1	14	202	102	100	33,4	33,4	46,1	12,7	2,6	2,2	0,18	2,4	6,25	1,9
sa01	14,9	6,4	6,6	6,9	5	0,3	6	80	56	24	35,7	35,7	36,1	0,4	30	1,2	0,6	2,8	0,34	3,5
sa02	15,3	7,4	7,4	26	10	1,1	8	84	59	25	31,2	31,2	40,1	8,9	2,5	1,2	0,28	3,3	0,41	3

Tabela 4- Variáveis abióticas obtidas para a estação so04 (od= oxigênio dissolvido, cond= condutividade, tempag=temperatura da água e pro= profundidade) nas épocas seca (s) e chuvosa (c).

Estação	pH	Tempag (° C)	Od (mg/l)	Cond (µS/cm)	Pro (m)
So04s	6,5	19	5,5	139	3
So04c	7	22	6	110	5

As estações de coleta apresentaram valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH dentro dos padrões recomendados para a sobrevivência de organismos aquáticos, incluindo os peixes. Em relação as outras variáveis houve acentuada alteração nas localidades como pode ser visto na Tabela 5, que mostra quais variáveis se apresentaram alteradas e em quais estações.

De modo geral todas as estações apresentaram alterações nas características físico-químicas da água no que se refere a potabilidade. Já para a manutenção de organismos aquáticos as estações apresentaram algumas diferenças sendo estas diferenças resultantes da quantidade de emissão de esgoto as quais são submetidas.

As variáveis que mais contribuíram para estas alterações foram: turbidez, gás carbônico, ferro, cor, oxigênio consumido, nitrogênio amoniacal e nitrogênio nítrico. Alterações na cor e turbidez são devidas a introdução de pigmentos e de partículas em suspensão. Gás carbônico, oxigênio consumido, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nítrico e dureza total evidenciam a emissão de efluentes doméstico e industrial. Esgoto doméstico e industrial produzem sensíveis alterações nesses fatores (Jobling, 1995).

Entre as variáveis abióticas devemos destacar que o ferro não deve ser encarado como resultante da emissão por efluentes, já que muitas estações estão localizadas em áreas ricas em minério de ferro, como a estação ip03. Já o nitrogênio amoniacal, gás carbônico e oxigênio consumido demonstram que a maioria das estações apresentam suas águas comprometidas no que se refere a manutenção de peixes, principalmente pela crescente emissão de efluentes domésticos.

Tabela 5- Variáveis que apresentaram alteração em seus valores segundo o recomendado para a potabilidade da água para consumo humano (Guia para la calidad del agua potable, 1995) e a manutenção de organismos aquáticos incluindo peixes (EPA, 1976) (tag= temperatura da água (C); pH= potencial hidrogeniônico; od= oxigênio dissolvido (mg/l); turb= turbidez; cor= cor da água; fe= ferro (mg/l); clor= cloro (mg/l); res= resíduo seco (mg/l); rfix= resíduo fixo (mg/l); pcal= perda por calcinação (mg/l); albi= alcalinidade de bicarbonatos (mg/l em CaCO₃); duca= dureza de carbonatos (mg/l em CaCO₃); duto= dureza total (mg/l em CaCO₃); dunc= dureza de não carbonatos (mg/l em CaCO₃); co2= gás carbônico (mg/l); oc= oxigênio consumido (mg/l); namo= nitrogênio amoniacal (mg/l); nalb= nitrogênio albuminóide (mg/l); mnitri= nitrogênio nítrico (mg/l); pro= profundidade (m).

Estação	Potabilidade	Organismos aquáticos
Pi01s	Aspecto, namo, nalb, nnit e fe	Fe, co2 e namo
Pi01c	Oc, namo, nalb, fe, aspecto e cor	Turb, fe, co2 e oc
So01s	Turb, cor, fe, namo e nalb	Turb, cor, co2 e namo
So01c	Namo, nalb, fe e turb	Turb
So02s	Aspecto, namo nalb e fe	pH
So02c	Namo, nalb, fe e turb	Turb e co2
So03s	Aspecto, namo e nalb	Co2 e nnitri
So03c	Aspecto, nalb e fe	Turb, co2 e oc
Ip01s	Aspecto, namo, nalb e fe	Co2
Ip01c	Aspecto, cor, fe e tur*b	Turb e co2
Ip02s	Aspecto, namo, nalb e ferro	Co2
Ip02c	Cor, aspecto, turb e ferro	Turb, fe e co2
Ip03s	Aspecto, namo, nalb e fe	Turb, co2 e namo
Ip03c	Fe, turb, cor e aspecto	Fe
Pj01s	Aspecto, namo, nalb e fe	Fe, co2 e nnitri
Pj01c	Aspecto, cor, turbidez, namo, nalb e fe	Turb e fe
Rm01s	Aspecto, cor, odor, oc, namo, nalb, fe, turb e res	Co2 e namo
Rm01c	Aspecto, namo, nalb e fe	Turb, fe, co2, oc e namo
Sa01s	Aspecto, namo, nalb e fe	Turb, co2 e namo
Sa01c	Aspecto, cor, namo, nalb, oc, fe e turb	Turb, co2, oc e namo
Sa02s	Namo, nalb, fe e turb	Turb, fe e co2,
Sa02c	Namo, nalb, fe e turb	Turb e co2
Ta01s	Aspecto, namo, nalb e fe	Turb e co2
Ta01c	Namo, nalb, turb e aspecto	Turb, fe e co2

A seguir estão caracterizadas as estações estudadas quanto aos seguintes fatores abióticos: oxigênio dissolvido, temperatura da água, pH, nitrogênio amoniacal e albuminóide, variáveis estas que demonstram com maior clareza a influência da poluição orgânica nas localidades, nas épocas chuvosa e seca.

RIO PIRAPORA (pi01)

Essa estação está localizada logo após a passagem do rio pela área urbana do município de Salto de Pirapora, onde já recebeu grande carga de esgoto doméstico, inclusive de um hospital, o que foi documentado através de depoimentos de moradores. A água nesse trecho é mal cheirosa, com alterações no aspecto, cor e nos valores de ferro, tanto nas épocas chuvosa como na seca, e nitrogênio nítrico apenas na época seca (Tabelas 2 e 3). Na época chuvosa observou-se que o valor do oxigênio dissolvido é mais elevado do que na época seca. Isto ocorreu devido a maior

concentração de poluentes na época seca e devido a dificuldade de diluição dos efluentes pela diminuição do volume d'água do rio. Os valores de pH e temperatura também se apresentaram mais altos na época chuva. Os valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide se mantiveram em excesso nas duas épocas do ano ocorrendo um aumento da época seca em relação a chuvosa. Isso se deve principalmente à emissão excessiva de poluentes orgânicos lançados nos trechos à montante, já que esse rio passa pelos municípios de Piedade e Sorocaba.

RIO IPANEMA (ip01, ip02, ip03)

O rio Ipanema atravessa as periferias dos municípios de Sorocaba, Araçoiaba da Serra e Iperó. Nesse trecho, corta áreas rurais, com a presença de matas ciliares, cruza a Floresta Nacional de Ipanema (FLONA), a única unidade de conservação da bacia. Isto contribui para que suas águas apresentem as menores alterações em sua qualidade, comparado com outros rios da bacia. A água nas 3 localidades (ip01, ip02 e ip03) apresentaram-se levemente opalescente e não apresentaram odor. Os valores do oxigênio dissolvido tiveram uma pequena variação entre as duas épocas do ano, sendo que as taxas de oxigênio dissolvido foram influenciadas pela temperatura e vazão da água nas estações ip02 e ip03. Isso foi verificado pela maior oxigenação da água, quando os valores da temperatura foram os menores. O pH se manteve entre 6,3 e 7,6, sofrendo a sua maior variação nas estações ip01 e ip03. Os valores de nitrogênio amoniacal e nitrogênio albuminóide apresentaram os valores mais baixos entre todas as estações amostradas ao longo do trabalho.

Na estação ip02 a turbidez esteve alta possivelmente devido ao assoreamento, já que este ponto se mostrou raso e com bancos de sedimento em seu leito. Houve excesso de ferro em todas as estações e épocas do ano, podendo ser atribuído as características naturais da água, visto que a estação ip03 está situada próxima a uma antiga área de extração de ferro. Esta estação está situada próximo a primeira siderúrgica do Brasil (Tabela 2 e 3).

RIO SOROCABA (so01, so02, so03 e so04)

Atualmente o rio Sorocaba recebe grande quantidade de efluentes domésticos e industriais. Praticamente não há o tratamento desses efluentes o que influenciou os valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide. Os altos valores destes parâmetros indicam haver poluição orgânica, principalmente nas estações so02 e so03, localizadas dentro e após a área urbana do município de Sorocaba. A estação so01 está situada mais a montante, próxima a cabeceira, apresentando assim as menores alterações físico-químicas. Já o ponto so02 está localizado na divisa entre os municípios de

Votorantim e Sorocaba. Nesse trecho o rio já recebeu grande quantidade de esgoto de Votorantim e por isto, apresenta sérias modificações.

Os prejuízos na qualidade da água são amenizados pela alta velocidade da correnteza no trecho com turbulência que permite maior oxigenação e facilita sua autodepuração. O ponto so03 é formado por lagoas marginais, têm em alguns casos ligações permanentes com o rio. Nesse local, o rio atravessou o centro urbano do município de Sorocaba, sendo um dos locais mais críticos de seus 180 km de extensão. A taxa de oxigênio dissolvido nesse trecho é baixa (Tabela 2 e 3) e os valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide são altos, indicando grande quantidade de matéria orgânica lançados rio acima.

Houve pouca variação do oxigênio dissolvido de uma época para outra, o pH se manteve mais baixo na época seca, provavelmente, pelo processo de acidificação ocorrido pelo aumento da concentração da carga orgânica e também pela emissão de alguns tipos de ácidos por indústrias situadas neste trecho do rio. Não descartamos também a possibilidade dos processos fotossintéticos terem influenciado os valores de pH. Quanto às concentrações de nitrogênio amoniacal há um equilíbrio entre as estações, havendo um aumento na época seca na estação so01 devido principalmente a matéria orgânica e os valores de nitrogênio albuminóide foram mais elevados nas localidades so02 e so03 nas estações chuvosa e seca respectivamente, devido a altas concentrações de poluentes orgânicos lançados nesses locais. Na estação so04 foram lidos apenas a temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e profundidade. A temperatura e o pH mostraram-se semelhantes às das outras estações, ao passo que o oxigênio dissolvido foi igual ou superior aos das outras estações. A condutividade se mostrou mais alta na estação seca que na chuvosa, o que demonstra haver maior concentração de sais dissolvidos na água na estação seca (Tabela 4). Nesta estação, a qualidade da água é melhor, em virtude da autodepuração nos trechos a montante, trechos estes compostos por corredeiras, além da redução da emissão de poluentes.

RIO TATUÍ (ta01)

Essa estação está localizada após a passagem do rio pela zona urbana da cidade de Tatuí. Nesse trecho a água apresenta um aspecto opalescente e exala mau cheiro. Apresenta elevados valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide, resultante da decomposição de material orgânico oriundo principalmente de esgoto e curtumes localizados nesse município. Comparando as estações chuvosa e seca, houve um aumento tanto do nitrogênio amoniacal como do albuminóide da época chuvosa para seca, que variaram de 0,06 a 0,18 mg/l e 0,819 a 2,30 mg/l, respectivamente.

O oxigênio dissolvido se manteve mais elevado na época chuvosa, enquanto o pH esteve ligeiramente mais alto na época seca. Como já era de se esperar, a temperatura apresentou-se mais elevada na estação chuvosa (quente). O ferro manteve-se presente em altas concentrações ocorrendo um aumento na época seca. Além desses fatores abióticos a turbidez e o oxigênio consumido estiveram alterados nas duas épocas do ano, sofrendo um declínio na época seca (Tabela 2 e 3).

RIBEIRÃO DOS MACACOS (rm01)

Apesar, de apresentar grande parte da vegetação ciliar comprometida, é um rio que ao longo do seu trecho é margeado principalmente por áreas de pastagem e não por áreas urbanas. Isto permitiu a esse rio, apresentar qualidade da água superior a outros rios da bacia. Essa estação foi formada pelo represamento do Ribeirão dos Macacos pelo desmoroamento da pista da rodovia Raposo Tavares. Com esse represamento formou-se uma lagoa, que inundou uma área de vegetação ciliar, na qual podia-se observar parte do tronco das árvores imerso na água. Existe grande quantidade de macrófitas aquáticas como *Elodea* sp e aguapé. A cor da água é ferruginosa e provavelmente muito rica em nutrientes, devido a decomposição da vegetação inundada e por estar parcialmente eutrofizada.

A água apresentou-se levemente opalescente com valores mais elevados na cor, odor, oxigênio consumido, turbidez, resíduo seco e ferro, na época chuvosa. Na época seca demonstrou valores mais altos apenas nos valores de ferro (Tabela 2 e 3). Os valores de oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram relativamente constantes nas duas épocas do ano. Isso é devido provavelmente a constância da entrada de material orgânico que possa vir a alterar esses índices. A concentração de nitrogênio amoniacal também se manteve constante nas duas épocas do ano, já o nitrogênio albuminóide esteve mais alto na época seca. Os altos valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide podem ser explicados pela elevada concentração de matéria orgânica originada pela decomposição da vegetação submersa pelo represamento. Isso causou a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido e pH, por causa do fenômeno de eutrofização que eleva a taxa de oxigênio dissolvido e pH durante o dia e o reduz durante a noite, através dos processos fotossintéticos. Não foi detectado nenhuma fonte de poluição nesta estação ou a montante dela.

RIO PIRAJIBÚ (pj01)

Por atravessar a zona industrial do município de Sorocaba, este rio está constantemente recebendo resíduos industriais, originados de água de resfriamento de caldeiras ou até mesmo

emissão de metais pesados. Não bastando isto, há uma intensa extração de areia do seu leito, contribuindo para alteração na estrutura do habitat e na qualidade de sua água (aumento da turbidez). Na estação pj01, a água apresenta um aspecto opalescente, com alteração nos valores de ferro na época chuvosa e seca, além de alterações na cor, turbidez e resíduo seco na época seca (Tabela 2 e 3). As temperaturas foram muito semelhantes entre as épocas seca e chuvosa, o oxigênio dissolvido foi menor na época seca, provavelmente devido a maior concentração de poluentes. Já o valor do pH foi mais alto na época seca e os valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide se apresentaram alterados, principalmente o nitrogênio albuminóide devido emissão de grandes quantidades de esgotos.

RIO SARAPUÍ (sa01 e sa02)

O rio SarapuÍ é muito importante na bacia, sendo um dos maiores afluentes do rio Sorocaba, cortando várias cidades da região. O seu leito está muito modificado em vários trechos, devido principalmente ao assoreamento, tomando muito raso e em alguns pontos quase seco. A sua vegetação ciliar é pouco preservada, o que também contribui para o processo de assoreamento. A qualidade da água nas duas estações (sa01 e sa02), possui alterações na turbidez devido a extração de areia na estação sa02, cor e oxigênio consumido nas épocas chuvosa e seca. As concentrações de ferro se mantiveram elevadas nas duas épocas do ano chegando ao seu maior valor na estação sa02 na época seca (Tabela 2 e 3). As taxas de oxigênio dissolvido foram mais elevada na época seca devido a ocorrência de menores temperaturas nessa época do ano, fator esse que contribui também para o pH ser menor na estação chuvosa. Esta correlação foi detectada pela Análise de Componentes principais (Tabela 5). Não se pode descartar a possibilidade da influência da eutrofização e da poluição orgânica já que os valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide apresentam-se elevados, comprovando a existência de poluição, principalmente orgânica.

4.2 COMPARAÇÃO ENTRE AS ESTAÇÕES DE COLETA NAS ÉPOCAS SECA E CHUVOSA QUANTO AOS VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, TEMPERATURA DA ÁGUA, PH, NITROGÊNIO AMONIACAL, NITROGÊNIO NÍTRICO (NITRATO) E DUREZA TOTAL.

Os valores de oxigênio dissolvido estiveram entre 3,8 e 7,4 mg/l sendo que os maiores valores foram obtidos na época seca nas estações ta01, pj01 e sa02. As estações consideradas mais poluídas por se situarem em áreas densamente povoadas recebendo grandes cargas de poluentes como so02, so03, ta01 e pj01 não apresentaram valores baixos como era de se esperar. A temperatura da água foi maior na época chuvosa em nove das 13 estações de coleta. O pH se manteve entre 5,7 e 7,8, sendo que em oito estações esta variável foi mais alta na estação chuvosa que na seca.

As variáveis que de certa forma indicam a presença de poluentes, principalmente orgânicos, mostraram-se ligeiramente mais elevadas na época seca. O nitrogênio amoniacal apresentou níveis altos nas estações pi01, ip03, so01, rm01 e sa01 na época seca e nas estações ip01, ip02, ip03, rm01, sa01 e sa02 na época chuvosa. O nitrogênio nítrico apresentou valores mais altos nas estações ip3 na época chuvosa e so03 e pj01 na época seca. A dureza total esteve elevada em todas as estações nas duas épocas do ano. Isto pode ser atribuído a dois fatores: 1- efluentes domésticos são ricos em detergentes e compostos similares, o que enriquece a água com carbonatos e bicarbonatos; 2- Algumas estações como pi01, ip01 e ip02 estão localizadas em áreas ricas em calcário.

De modo geral estas variáveis ambientais indicaram haver intensa oxidação biológica devido a emissão de efluentes industriais e domésticos, principalmente nas estações localizadas em grandes áreas urbanizadas como so02, so03, ta01, pi01 e pj01 (Figura 5). Além disso foram encontrados altos valores de dureza total, sendo nesse caso atribuído a dois fatores: 1- nas estações mais preservadas (ip01, ip02, ip03 e pi01) são áreas ricas em calcário; 2- já nas estações mais impactadas pelo esgoto doméstico, a causa é a grande quantidade de detergente que eleva a dureza da água.

Com o objetivo de verificar a existência de correlação entre as épocas seca e chuvosa foi realizado uma análise de correlação de Pearson utilizando as seis variáveis abióticas onde foi obtido os seguintes resultados:

- temperatura ($r=0,118$; $P>0,05$; $n=12$)
- pH ($r=-0,709$; $0,05<p<0,01$; $n=12$)
- oxigênio dissolvido ($r=0,736$; $0,05<p<0,01$; $n=12$)

- dureza total ($r=0,587$; $0,05 < p < 0,01$; $n=12$)
- nitrogênio amoniacal ($r=0,445$; $P > 0,05$; $n=12$)
- nitrogênio nítrico ($r=0,319$; $P > 0,05$; $n=12$)

Estes resultados indicaram que a correlação foi significativa para o pH, oxigênio dissolvido e dureza total e não foi significativa para a temperatura, nitrogênio amoniacal e nitrogênio nítrico. Isto indica que o pH possui uma correlação inversa entre as épocas do ano, ou seja quando o pH é elevado na estação chuvosa seus valores são mais baixos na época seca. Para o oxigênio dissolvido e dureza total a correlação é positiva, quando os valores aumentam numa época do ano aumenta ou se mantém no outro período. De um modo geral pode-se constatar que a estação chuvosa influenciará na época seca e vice-versa no que se refere ao pH, oxigênio dissolvido e dureza total.

Complementando a análise de correlação foi realizado um teste t pareado sob essas variáveis ambientais para verificar se existem diferenças entre as épocas seca e chuvosa. O resultado indicou não haver diferenças entre a estação seca e chuvosa. Para a temperatura foi obtido $t=1,757$, para o pH, $t=0,703$, para oxigênio dissolvido $t=0,078$, para dureza total $t= -0,663$, nitrogênio amoniacal $t=-1,488$ e nitrogênio nítrico $t= -0,911$ todos com $t_{0,05;12} = 2,18$.

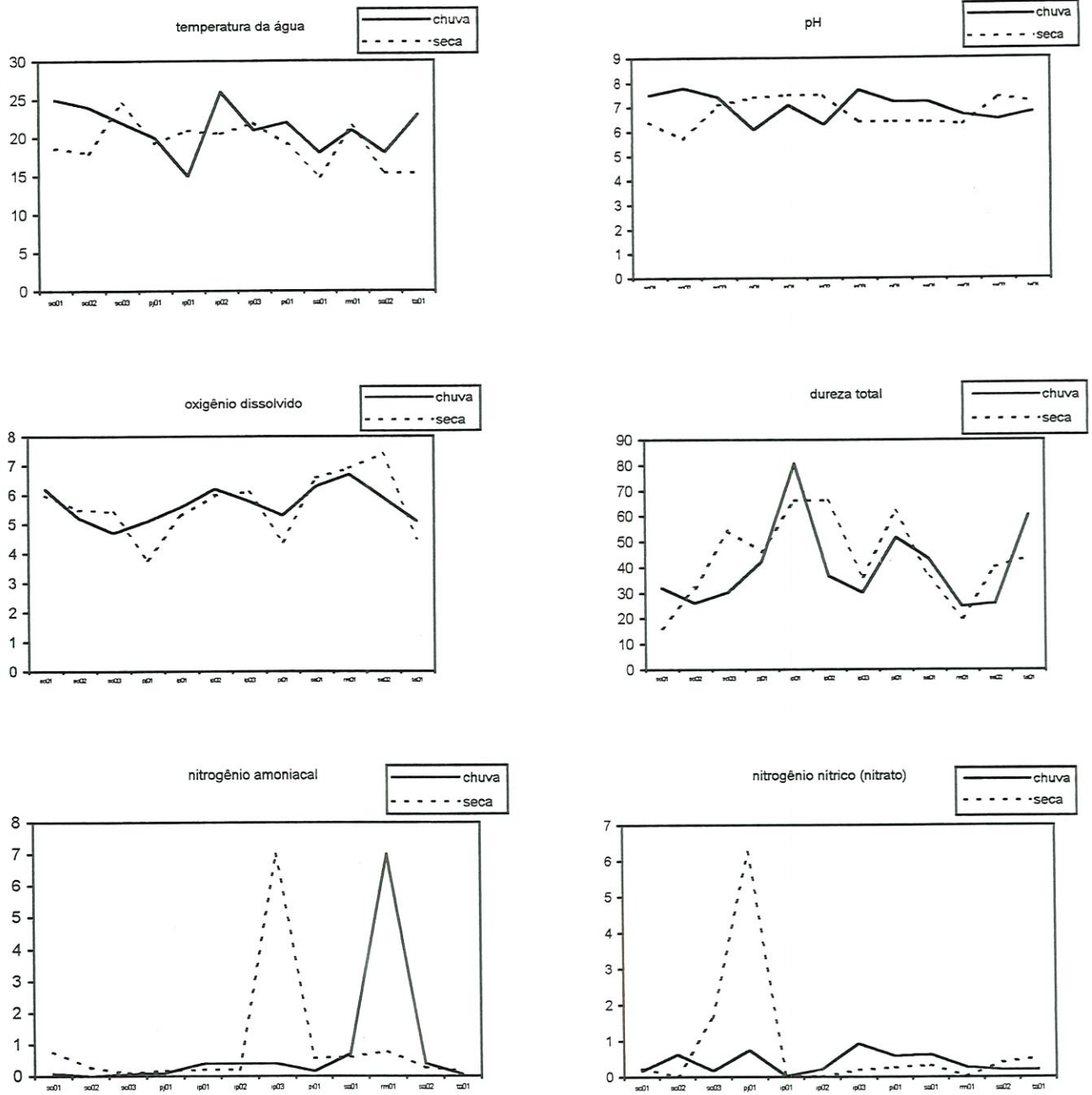


Figura 5- Valores da temperatura da água (tag) em °C, oxigênio dissolvido (od) em mg/l, nitrogênio amoniacal (namo) em mg/l, pH, dureza total (duto) em mg/l e nitrogênio nítrico (nnitri) em mg/l nas estações de coleta durante a época chuvosa e seca.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA EM RELAÇÃO ÀS CARACTERÍSTICAS ABIÓTICAS

Foi realizado uma análise de agrupamento utilizando as variáveis abióticas obtidas nas estações de coleta nas épocas chuvosa e seca para classificar as estações de coleta com características abióticas mais parecidas. Utilizou-se a distância euclidiana e como método de ligação o UPGMA gerando a Figura 6, onde o coeficiente de correlação cofenético obtido foi de 0.85. Note que a distorção no dendrograma medida pelo coeficiente de correlação cofenética é aceitável, de acordo com o padrão estabelecido por Sneath & Sokal (1973) e Romesburg (1984).

A Figura 6 pode ser resumida em quatro grandes grupos. O grupo 1 composto pelas estações so03s, ta01s, sa01s, pi01s, pj01s, so02c, sa01c e so01c. São estações que recebem grande influência de esgotos domésticos devido as alterações detectadas nas seguintes variáveis: cloretos, resíduo seco, perda por calcinação, nitrogênio albuminóide e nitrogênio nítrico. A maioria dessas estações estão situadas em áreas urbanas e recebem grande quantidade de esgoto doméstico e industrial. Ligado a esse grupo está a estação rm01s que pode ser interpretada como uma estação não poluída por esgotos mas detentora de alterações nas condições físico-químicas em decorrência da decomposição da vegetação que foi inundada formada esta estação. O grupo 2 é formado pelas estações so03c, ip02c, so01s, ip01c, pi01c e rm01c mostra nítida melhora nas condições físico-químicas da água em relação ao grupo 1. Isto pode ser devido à estas estações terem sido amostradas na época chuvosa, que com o aumento do volume d'água dilui os poluentes e melhora as condições da água.

O grupo 3 constituído pelas estações ta01c, sa02c, ip01s, ip02s, sa02s e pj01c e o grupo 4 composto pelas so02s, ip03c e ip03s apresentaram maiores alterações no que se refere a turbidez, resíduo fixo e ferro. Isto indica que estas estações sofrem menores impactos no que se refere a emissão de poluentes do que as estações pertencentes a outros grupos, mas sofrem impactos como o desmatamento, assoreamento e a extração de areia. As alterações nas variáveis turbidez e resíduo fixo, reflete a ação do desmatamento nessas áreas resultando na entrada de grande quantidade de sedimentos o que altera o leito dos rios e conseqüentemente os habitats para os peixes. Quanto ao ferro as estações ip01, ip02 e ip03 estão situadas numa área rica em ferro, o que parece ser detectado pela análise da água, já comentado anteriormente.

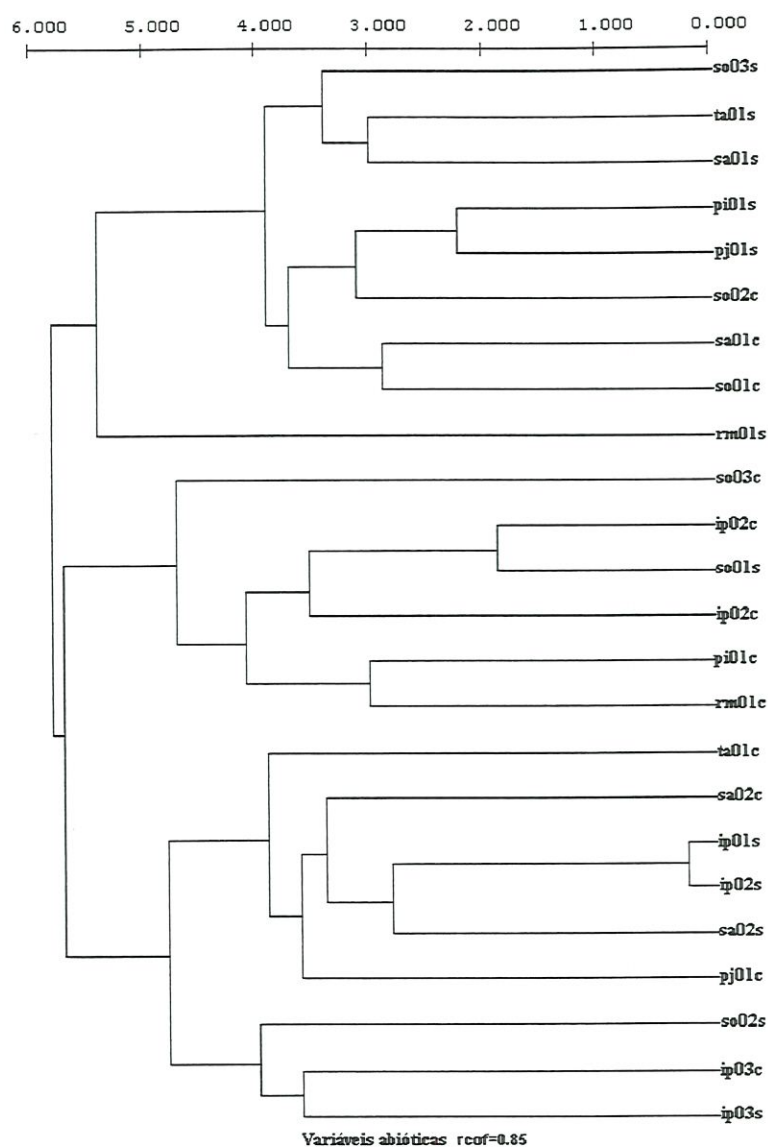


Figura 6- Agrupamento das estações de coleta na bacia do rio Sorocaba, através das variáveis abióticas.

4.4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA

A Tabela 6 mostra as variáveis abióticas obtidas para as 9 estações de coleta do reservatório de Itupararanga, nas estações seca e chuvosa. O pH se mostrou acima de 7.0 na maioria das estações

e nas duas épocas do ano, a taxa de oxigênio dissolvido se manteve alta, sendo os valores mais baixos encontrados na época seca. A condutividade foi baixa oscilando entre 51 e 63 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando haver baixa concentração de sais dissolvidos na água. Em relação as características dos habitats das estações amostradas, foi constatada baixa profundidade das estações, a maioria possui vegetação marginal. Apenas as estações itu01, itu02, itu05 e itu06 na estação seca possuíam vegetação macrófita, a transparência variou de 0,5 m até 4 m. Além disso a maioria das estações possuem fundo arenoso e apenas itu04 e itu05 possuem fundo lodoso e uma com pedregoso.

Tabela 6- Variáveis abióticas obtida para as nove estações do reservatório de Itupararanga, nas épocas seca (s) e chuvosa (c). Temp=temperatura; OD=oxigênio dissolvido; Cond=condutividade; Trans=Transparência; vegemar=vegetação marginal; vegmac=vegetação macrófita; funare=fundo arenoso; funlo=fundo lodoso; funpe= fundo pedregoso; pro=profundidade.

Estação	temp	pH	od	cond	trans	vegemar	vegmac	funar	funlo	funpe	pro
Itu01S	21,2	7,4	5,8	57	0,5	1	0,5	1	0	0	1,5
Itu02S	22,5	7,4	5,4	57	1	0	1	1	0	0	2
Itu03S	21,5	7,4	6,2	59	0,8	0	0	0	0	1	1,5
Itu04S	15,6	7,2	5,6	57	0,8	1	0	0	1	0	1,5
Itu05S	17	7,4	5,7	60	0,8	1	1	0	1	0	1,5
Itu06S	18,6	7,4	6	60	0,5	0,5	1	1	0	0	1,5
Itu07S	17	7,2	5,4	58	0,3	0,5	0	1	0	0	1
Itu08S	16,2	7,2	5,8	63	0,8	0,5	0	1	0	0	2,5
Itu09S	16	7,4	5,8	58	0,5	0,5	0	1	0	0	2
Itu01C	21,5	7,33	6,68	63	1	0,5	0	1	0	0	2
Itu02C	21	6,97	6,45	48	0,9	0,5	0	1	0	0	0,8
Itu03C	20,9	7,44	6,2	62	4	0,5	0	0	0	1	4,5
Itu04C	21	6,52	7,02	55	0,5	0,5	0	0	1	0	1,3
Itu05C	21	7,5	7,9	51	0,5	0,5	0	0	1	0	4
Itu06C	20	7,2	7,6	52	0,6	0,5	0	1	0	0	4,5
Itu07C	26	7,2	7,5	60	0,5	0,5	0	1	0	0	4,6
Itu08C	25	7,4	7,3	62	0,4	0,5	0	1	0	0	2,5
Itu09C	20,2	7,2	7,2	59	0,3	0,5	0	1	0	0	0,7

Utilizando esses dados foi realizado uma análise de agrupamento também para as estações de coleta situadas no reservatório utilizando as variáveis abióticas obtidas nas épocas chuvosa e seca para classificar as estações de coleta com características ambientais mais parecidas. Utilizou-se a distância euclidiana e como método de ligação o UPGMA gerando a Figura 7, onde o coeficiente de correlação cofenético obtido foi de 0.81. A distorção no dendrograma medida pelo coeficiente de correlação cofenética é aceitável, de acordo com o padrão estabelecido por Sneath & Sokal (1973) e Romesburg (1984).

A Figura 7 pode ser resumida em cinco grupos. O grupo 1 composto pelas estações itu01s, itu02s, itu03s, itu09c e itu04c são locais pouco profundos, baixa condutividade e transparência. O grupo 2 formado pelas estações itu04s, itu07s, itu09s, itu05s, itu06s e itu08s detém as menores temperaturas, baixos valores de oxigênio dissolvido e altos valores de pH. Além disso são estações

que possuem fundo arenoso e lodoso, a profundidade está em torno de 1,5 a 2 metros e todas foram amostradas na época seca.

Os grupos 3 e 4 são compostos pelas estações itu01c, itu03c, itu07c e itu08c respectivamente. São caracterizadas pelos valores de condutividade e transparência serem mais altos que nos outros grupos. São estações mais profundas, divergindo no que se refere ao tipo de fundo (arenoso/pedregoso ou lodoso). Finalmente o grupo 5 abrangendo as estações itu02c, itu05c e itu06c caracterizadas pelos níveis mais altos de oxigênio dissolvido, baixa condutividade e profundidade maiores. Este grupo também é composto por apenas estações amostradas na época chuvosa.

A Figura 7 mostrou claramente a distinção das estações amostradas nas épocas chuvosa e seca. Observando a Figura 7 e comparando os valores da Tabela 6 vemos que na época seca as variáveis mais importantes no agrupamento das estações são aquelas ligadas as características do habitat como profundidade, tipo de fundo e vegetação marginal. Já na época chuvosa as variáveis físico-químicas são as responsáveis por agrupar as estações. Isto se deve a maior diferença nas variáveis físico-químicas entre as estações de coleta ocorrida na época chuvosa. Esta diferenciação pode estar relacionada com o regime de chuva (verão) que altera as características físico-químicas da água pela entrada de sedimento e outros compostos via afluentes. Na época seca as variáveis físico-químicas foram mais homogêneas quanto aos seus valores distinguindo pouco as estações cabendo esse papel as variáveis que caracterizam o habitat.

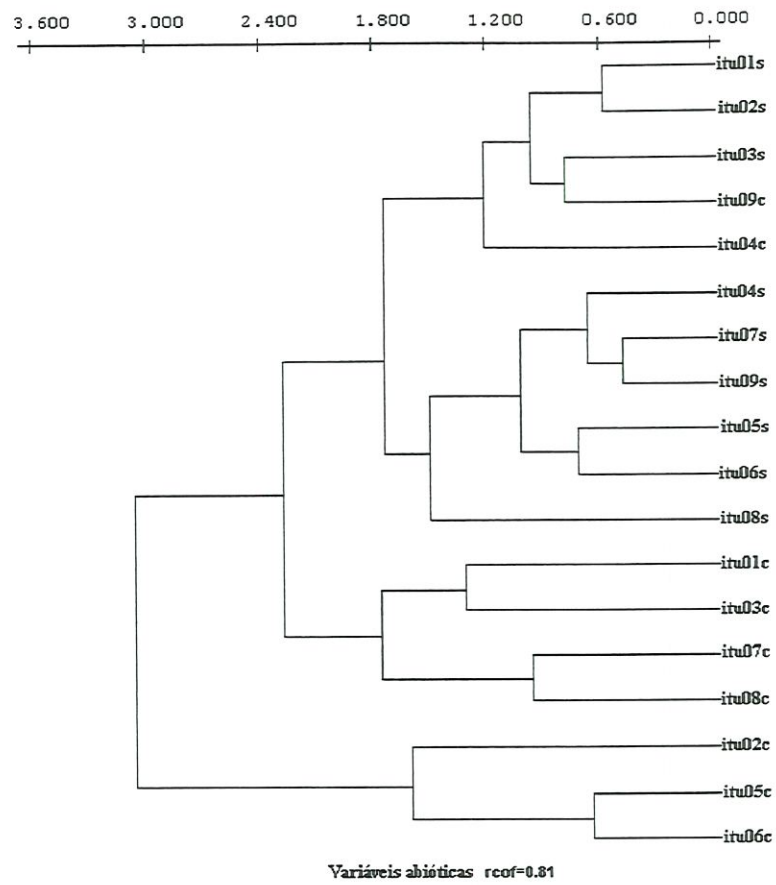


Figura 7- Agrupamento das estações de coleta do reservatório de Itupararanga através das variáveis abióticas.

4.5 INVENTÁRIO DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO SOROCABA

Utilizando várias fontes (Smith e Barrella, 1994) e espécies citadas e devidamente confirmadas em dois Rimas (Avaliação ambiental da microbacia do córrego Taquaravaí e Aramar) além dos dados coletados para a realização desta dissertação, foi realizado um inventário das espécies de peixes e sua ocorrência na bacia.

Ao todo foram identificadas 56 espécies na bacia, distribuídas em 18 famílias e 6 ordens. A ordem Characiformes foi representada com 28 espécies, 49% do total. Em seguida estão os Siluriformes com 20 espécies, 35,1%, Gymnotiformes com 4 espécies, 7%, Perciformes e Ciprinodontiformes com 2 espécies e ambos representando 3,5% e Synbranchiformes com uma espécie correspondendo com 1,8% do número total de espécies. A Tabela 7 lista as espécies que ocorrem na bacia, além de indicar o local onde foram coletados seus exemplares.

Tabela 7- Espécies identificadas na bacia do rio Sorocaba e os locais de ocorrência.

Nome Vulgar	Espécie	Ocorrência (Rio)
traíra	<i>Hoplias malabaricus</i>	Sorocaba, Pirapora, Tatuí, Sarapuí, Ipanema e Rib. dos macacos
lambari	<i>Astyanax fasciatus</i>	Sorocaba, Pirapora, Tatuí, Sarapuí, Ipanema e Pirajibú
tambui	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sorocaba, Pirajibú, Tatuí, Sarapuí, Ipanema e Rib. dos macacos
lambari	<i>Astyanax</i> sp.	Ipanema e Pirajibú
pirambeba	<i>Serrasalmus spilopleura</i>	Sorocaba e Rib. dos macacos
curimbata	<i>Prochilodus lineatus</i>	Sorocaba, Lagoas marginais, Tatuí, Sarapuí, Ipanema e Rib. dos macacos
tuvira	<i>Gymnotus carapo</i>	Sorocaba, Lagoas marginais, Tatuí, Sarapuí, Ipanema e Rib. dos macacos
rabo-de-rato	<i>Eigenmannia</i> sp.	Ipanema
caborja	<i>Callichthys callichthys</i>	Sorocaba e Sarapuí
caborja	<i>Hoplosternum litoralle</i>	Sorocaba, Lagoas marginais, Tatuí, e Rib. dos macacos
cadela	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Sorocaba, Sarapuí, Ipanema e Rib. dos macacos
saicanga	<i>Galeocharax knerii</i>	Sorocaba e Ipanema
tabarana	<i>Salmus hilarii</i>	Sorocaba, Sarapuí e Ipanema
tilápia	<i>Tilapia nilotica</i>	Sorocaba, Lagoas marginais e Ipanema
cará	<i>Geophagus brasiliensis</i>	Sorocaba, Tatuí, Ipanema, Rib. dos macacos, Pirapora e Rib. do ferro
bagre	<i>Rhamdia</i> sp.	Sorocaba, Pirajibú, Ipanema e Pirapora
mandi	<i>Pimelodella</i> sp.	Sorocaba, Pirajibú, Ipanema e Pirapora e Sarapuí
mandi	<i>Pimelodus maculatus</i>	Sarapuí e Sorocaba
mandi	<i>Iheringichthys labrosus</i>	Sorocaba e Ipanema
ximborê	<i>Schizodon nasutus</i>	Sarapuí e Sorocaba
piapara	<i>Leporinus obtusidens</i>	Sarapuí e Sorocaba
canivete	<i>Parodon tortuosus</i>	Sorocaba, Ipanema e Pirapora
lambe-lambe	<i>Apaeriodon cf. piracicabae</i>	Sarapuí, Sorocaba e Pirapora
saguirú-branco	<i>Steindachnerina insculpta</i>	Sarapuí, Sorocaba e Ipanema
saguirú-curto	<i>Cyphocharax modestus</i>	Sarapuí, Sorocaba e, Ipanema e Pirapora
casculo-viola	<i>Rineloricaria latirostris</i>	Srapuí e Ipanema
casculo	<i>Hypostomus margaritifera</i>	Ipanema, Tatuí, Pirapora e Sorocaba
casculo	<i>Hypostomus ancistroides</i>	Ipanema, Tatuí, Pirapora Sorocaba e Sarapuí
saguirú-comprido	<i>Cyphocharax nagelli</i>	Sorocaba
carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	Sorocaba
bagre	<i>Rhamdia cf. quelen</i>	Ipanema
cadela	<i>Oligossarcus paranensis</i>	Ipanema e Sorocaba
casculo	<i>Hypostomus</i> spA	Pirapora e Sorocaba
casculo	<i>Hypostomus</i> spB	Pirapora e Sorocaba
casculo	<i>Hypostomus</i> spC	Ipanema
casculo-viola	<i>Rineloricaria</i> spA	Ipanema

bagre	<i>Rhamdia hilarii</i>	Sorocaba
sarapó	<i>Sternopygus macrurus</i>	Sorocaba
lambari	<i>Astyanax eigenmaniorum</i>	Sorocaba
tuvira	<i>Eigenmannia virescens</i>	Ipanema
ronquinha	<i>Corydoras aeneus</i>	Rib. do ferro e Aparecidinha
piabinha	<i>Cheirodon notomelas</i>	Lagoas marginais
piaba	<i>Cheirodon</i> sp.	Rib. do ferro
lambari	<i>Astyanax scabripinnis</i>	Rib. do ferro
mocinha	<i>Characidium fasciatum</i>	Lagoas marginais
canivete	<i>Characidium aff. Zebra</i>	Rib. do ferro
guarú	<i>Phaloceros caudimaculatus</i>	ampla distribuição
barrigudinho	<i>Poecilia vivipara</i>	Rib. do ferro e Lagoas marginais
piaba	<i>Hemigrammus marginatus</i>	Rib. do ferro e Lagoas marginais
	<i>Odontostilbe notomelas</i>	Ipanema
	<i>Microlepidogaster depressicauda</i>	Ipanema
piaba	<i>Bryconamericus</i> sp.	Sorocaba
canivete	<i>Leporinus striatus</i>	Sorocaba
mandi	<i>Imparfinis migrini</i>	Sorocaba
mussun	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Lagoas marginais
Bagre-mole	<i>Trichomycterus</i> sp.	Riachos de cabeceira do reservatório de Itupararanga

4.6 A ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO SOROCABA

Neste trabalho foram coletados 1626 indivíduos, cuja biomassa total foi de 79,11 kg de peixes, pertencentes a 38 espécies, distribuídas em 28 gêneros, 4 ordens e 15 famílias de peixes teleosteos. A seguir a lista taxonômica das espécies que obedecem a ordenação proposta por Nelson (1976) a nível de superordem e as modificações encontradas por Fink & Fink (1981) e Lauder & Liem (1983) para as categorias inferiores.

LISTA TAXONÔMICA DA ICTIOFAUNA

Classe OSTEICHTHYES

Subclasse ACTINOPTERYGHII

Supeordem OSTARIOPHYSI

Ordem CHARACIFORMES

Família CHARACIDAE

Subfamília TETRAGONOPTERINAE

Astyanax bimaculatus (Linnaeus, 1758)

Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)

Astyanax sp. (*)

Subfamília CYNOPOTAMINAE

Galeocharax kneri (Steindachner, 1879)

Subfamília ACESTRORHYNCHINAE

Acestrorhynchus lacustris (Reinhardt, 1874)

Oligossarcus paranensis (Menezes e Géry, 1983)

Subfamília SALMININAE

Salminus hilarii (Valenciennes, 1849)

Família SERRASALMIDAE

Subfamília SERRASALMINAE

Serrassalmus spilopleura (Kner, 1860)

Família CURIMATIDAE

Steindachnerina insculpta (Fernandez-Yepes, 1948)*Cyphocharax modestus* (Fernandez-Yepes, 1948)*Cyphocharax nagelli* (Steindachner, 1889)

Família PROCHILODONTIDAE

Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1849)

Família ANOSTOMIDAE

Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1847)*Schizodon nasutus* (Kner, 1859)

Família PARADONTIDAE

Apaeiroidon cf. piracicabae (Eigenmann & Norris, 1900)*Parodon tortuosus* (Eigenmann & Norris, 1900)

Família ERYTHRINIDAE

Hoplías malabaricus (Bloch, 1794)

Família CIPRINIDAE

Cyprinus carpio

Ordem SILURIFORMES

Subordem SILUROIDEI

Família LORICARIDAE

Hypostomus margaritifer (Regan, 1908)*Hypostomus ancistroides* (Ihering, 1911)*Hypostomus* spA (*)*Hypostomus* spB (*)*Hypostomus* spC (*)*Rineloricaria latirostris* (Valenciennes, 1840)*Rineloricaria* spA (*)

Família CALLICHTHYDAE

Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)*Hoplosternum litoralle* (Hancock, 1828)

Família PIMELODIDAE

Subfamília PIMELODINAE

Rhamdia cf hilarii (Valenciennes, 1840)

Rhamdia cf quelen (Quoy & Gaimard, 1824)

Rhamdia sp. (*)

Pimelodella sp. (*)

Pimelodus maculatus (Lacépède, 1803)

Subfamília SORUBIMINAE

Iheringichthys labrosus (Kroeyer, 1874)

Subordem GYMNOTOIDEI

Família STERNOPYGIDAE

Eigemmannia virescens (Valenciennes, 1847)

Sternopygus macrurus (Bloch & Schneider, 1801)

Família GYMNOTIDAE

Gymnotus carapo (Linnaeus, 1758)

Superordem ACANTHOPTERIGII

Ordem PERCIFORMES

Família CICHLIDAE

Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)

Tilapia nilotica (Linnaeus, 1758)

Observações: * Espécies que não correspondem às descrições existentes ou de identificação difícil por pertencerem a grupos complexos que necessitam de revisão.

Os Characiformes formam o grupo mais representativo, contribuindo com cerca de 46,2% das espécies, seguindo pelos Siluriformes (38,5%), Gymnotiformes (10,3%) e os Perciformes (5%). Dentre as famílias, destacam-se a Characidae e Loricaridae ambas com 18,4% e a Pimelodidae com 15,8% das espécies coletadas. A Tabela 8 mostra os valores de abundância, comprimento padrão médio, peso total e peso médio de cada espécie capturada. A família Characidae é a mais importante da bacia do rio Sorocaba, com ampla dominância nos rios e lagoas da bacia. A família possui 7 espécies, agrupadas em 4 gêneros, sendo o gênero *Astyanax* o mais abundante e de ampla distribuição. Entre os Siluriformes, os Loricaridae e Pimelodidae são as famílias mais importantes quanto ao número de espécies, possuindo 7 e 6 espécies respectivamente, sendo o

gênero *Hypostomus* o mais capturado. Em seguida está a família Curimatidae com 2 gêneros, dos quais *Cyphocharax* é o mais abundante.

Na amostra total, as famílias Characidae e Loricaridae apresentaram as maiores abundâncias relativa de indivíduos, com 38% e 21,4% respectivamente seguida pela família Curimatidae com 11,4%. Este predomínio não ocorreu com a biomassa relativa, já que as famílias que apresentaram as maiores porcentagens foram: Loricaridae e Erythrinidae com 29% e 19% da biomassa total. A maior participação na biomassa dessas famílias apesar de menos abundantes comparada à Characidae é devido a maior biomassa que essas espécies atingem quando chegam a fase adulta (Figura 8).

Tabela 8- Código utilizado para definir as espécies no banco de dados, nomes populares e seus respectivos nomes científicos; abundância dos indivíduos (N); comprimento padrão médio (CPM); peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM).

código	nome	espécie	N	CPM	PT	PM
sp01	traíra	<i>Hoplias malabaricus</i>	80	20,33	15010	187,6
sp02	lambari	<i>Astyanax fasciatus</i>	318	8,1	2825	8,9
sp03	tambú	<i>Astyanax bimaculatus</i>	141	6,4	907	6,4
sp04	lambari	<i>Astyanax</i> sp.	16	6	120	7,5
sp05	pirambebe	<i>Serrasalmus spilopleura</i>	6	11,4	378	63
sp06	curimbatá	<i>Prochilodus lineatus</i>	36	21,9	8797	244,4
sp07	tuvira	<i>Gymnotus carapo</i>	16	18,8	875	48,6
sp08	rabo-de-rato	<i>Eigenmannia</i> sp.	5	30,8	250	50
sp09	caborja	<i>Callichthys callichthys</i>	5	10,7	205	41
sp10	caborja	<i>Hoplosternum litoralle</i>	118	10,3	5820	49,3
sp11	cadela	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	111	14,9	4885	44
sp12	saicanga	<i>Galeocharax knerii</i>	10	12,5	410	41
sp13	tabarana	<i>Salminus hilarii</i>	11	15,9	790	71,8
sp14	tilapia	<i>Tilapia nilotica</i>	12	11,3	1160	96,6
sp15	cará	<i>Geophagus brasiliensis</i>	53	11,2	2870	54,2
sp16	bagre	<i>Rhamdia</i> sp.	8	9,2	235	29,3
sp17	mandi	<i>Pimelodella</i> sp.	2	10	10	5
sp18	mandi	<i>Pimelodus maculatus</i>	2	12	10	5
sp19	mandi	<i>Iheringichthys labrosus</i>	24	14,2	930	38,8
sp20	ximborê	<i>Schizodon nasutus</i>	8	19,2	1505	188
sp21	piapara	<i>Leporinus obtusidens</i>	6	7,2	630	105
sp22	canivete	<i>Parodon tortuosus</i>	11	10	155	14
sp23	lambe-lambe	<i>Apareiodon cf. piracicabae</i>	50	11,6	1335	26,7
sp24	saguirú-branco	<i>Steindachnerina inculpta</i>	60	33,9	837,5	14
sp25	saguirú-curto	<i>Cyphocharax modestus</i>	124	10,6	2926,6	23,6
sp26	casculo-viola	<i>Rineloricaria latirostris</i>	11	13,9	115	10,4
sp27	casculo	<i>Hypostomus margaritifer</i>	63	15,45	6643,5	105,5
sp28	casculo	<i>Hypostomus ancistroides</i>	239	13,4	11888,2	49,7
sp29	saguirú-comprido	<i>Cyphocharax nagelli</i>	1	12,5	320	45,7
sp30	carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	1	27	530	530
sp31	bagre	<i>Rhamdia cf. quelen</i>	1	14	25	35
sp32	cadela	<i>Oligossarcus paranensis</i>	13	12,1	215	16,5
sp33	casculo	<i>Hypostomus</i> spA	4	13,5	415	58,3
sp34	casculo	<i>Hypostomus</i> spB	26	18,3	3940	151,5
sp35	casculo	<i>Hypostomus</i> spC	2	8,2	10	5
sp36	casculo-viola	<i>Rineloricaria</i> spA	3	14,5	70	23,3
sp37	bagre	<i>Rhamdia hilarii</i>	29	11,62	940	32,4
sp38	sarapó	<i>Sternopygus macrurus</i>	2	41,5	190	95

De modo geral existe uma relação entre a abundância de indivíduos, a biomassa e a família a qual as espécies pertencem. As famílias mais representadas apresentam indivíduos de pequeno porte e biomassa relativamente pequena, ao contrário das famílias menos abundantes que possuem maior porte e participam em maior porcentagem na biomassa total da comunidade.

O lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) e o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*), foram as espécies mais abundantes com 318 e 239 indivíduos. As espécies menos abundantes na bacia foram: carpa (sp30-*Cyprinus carpio*), saguirú (sp29-*Cyphocharax nagelli*) e mandi (sp31-*Rhamdia cf. quelen*) todos com apenas um indivíduo capturado. Em relação a biomassa, as espécies mais representativas foram: traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) com 15.010 gramas e o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) com 11.888,2 gramas.

Abundância relativa e biomassa relativa das famílias que formam a comunidade da bacia do rio Sorocaba

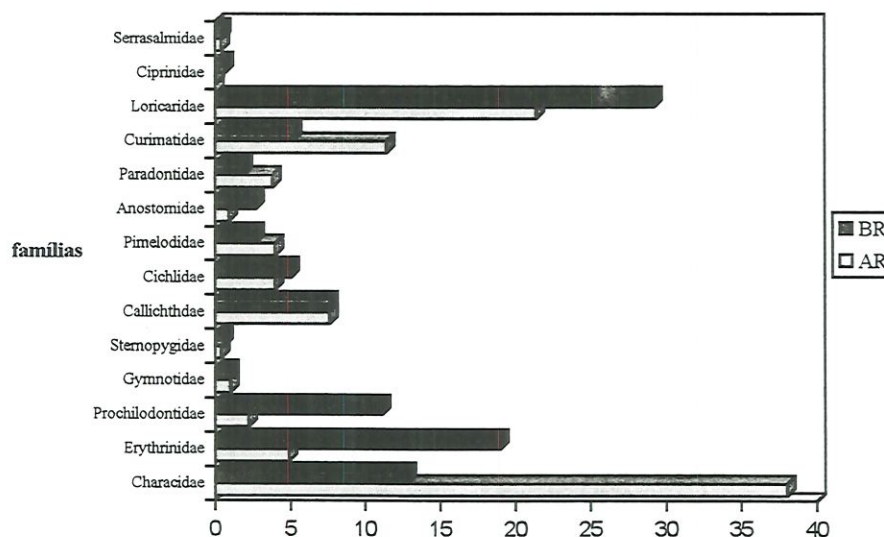


Figura 8- Abundância relativa (AR) e biomassa relativa (BR) das famílias representadas na coleção total.

As espécies que apresentaram os maiores comprimento padrões médios foram: o sarapó (sp38-*Sternopygus macrurus*) com 41,5 cm, o saguirú (sp24-*Steindachnerina insculpta*) com 33,9 cm, a tuvira rabo-de-rato (sp08-*Eigenmannia aff. virescens*) com 30,8 cm e a carpa (sp30-*Cyprinus carpio*) com 27 cm. As menores espécies capturada foram o lambari (sp04-*Astyanax* sp) com 6 cm e o tambiú (sp03-*Astyanax bimaculatus*) com 6,2 cm. De um modo geral as espécies que

apresentaram maiores abundâncias detém os menores valores de comprimento padrão médio assim como as espécies com maiores valores de comprimento padrão possuíram baixa abundância.

Em relação ao peso médio das espécies na coleção total, as espécies mais representativas foram a carpa (sp30-*Cyprinus carpio*) com 530 gramas, o curimbatá (sp06-*Prochilodus lineatus*) com 244,4 gramas, além do ximboré (sp20-*Schizodon nasutus*) e a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*), com 188 e 187,6 gramas respectivamente. As espécies que apresentam os menores valores foram: mandi-chorão (sp17-*Pimelodella* sp), mandi-guaçu (sp18-*Pimelodus maculatus*) e o cascudo (sp35-*Hypostomus* spC) todos com 5 gramas.

4.7 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, OCORRÊNCIA E INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES

A Tabela 9 mostra a distribuição espacial das espécies nas 13 estações de coleta amostrada. As espécies mais comuns foram: cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) presente em 78% das amostras realizadas, sua distribuição abrange a maioria dos córregos e rios, lagoas marginais e no reservatório de Itupararanga. A traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*), o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) e o tambiuí (sp03-*Astyanax bimaculatus*) capturados em 69,2% das coletas. A distribuição dessas espécies também engloba todos os rios, córregos, lagoas e reservatório.

Tabela 9- Distribuição espacial das espécies de peixes identificadas nas 13 estações de coleta na bacia do rio Sorocaba.

Estações de coleta	Espécies
pi01	sp01, sp02, sp04, sp15, sp16, sp22, sp23, sp27, sp28, sp33 e sp34
pj01	sp02, sp03, sp04 e sp16
rm01	sp01, sp03, sp05, sp06, sp07, sp10, sp11 e sp15
ta01	sp01, sp02, sp03, sp06, sp07 sp10, sp15, sp27 e sp28
ip01	sp01, sp02, sp03, sp04, sp07, sp08, sp15, sp24, sp26, sp28, sp31, sp32, sp33
ip02	sp02, sp03, sp04, sp06, sp11, sp14, sp15, sp19, sp24, sp28, sp32 e sp36
ip03	sp01, sp02, sp03, sp07, sp11, sp12, sp13, sp15, sp16, sp22, sp24, sp25, sp26, sp27, sp28, sp35 e sp36
so01	sp01, sp02, sp06, sp09, sp10, sp12, sp14, sp15, sp19, sp25, sp28, sp29 e sp30
so02	sp01, sp02, sp03, sp06, sp010 sp14, sp15, sp19, sp21, sp23, sp28, sp33, sp34 e sp37
so03	sp01, sp03, sp06, sp10, sp14 e sp27
so04	sp01, sp02, sp03, sp05, sp06, sp07, sp08, sp10, sp11, sp13, sp15, sp19, sp20, sp24, sp25, sp27, sp28, sp32, sp37 e sp38
sa01	sp01, sp02, sp03, sp06, sp07, sp09, sp11, sp13, sp18, sp20, sp21, sp23, sp25, sp26 e sp28
sa02	sp03, sp09, sp11, sp13, sp17, sp24, sp25 e sp28

Considerando as estações de coleta, o tambiuí (sp03-*Astyanax bimaculatus*) presente em 11 estações de coleta, das 13 amostradas, a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*), o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) e o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) presentes em 10 estações das 13 amostradas também foram as espécies com maior distribuição espacial na bacia. As espécies com

distribuição mais restrita na bacia foram: mandi (sp17-*Pimelodella* sp), mandi (sp18-*Pimelodus maculatus*), saguirú (sp29-*Cyphocharax nagelli*), carpa (sp30-*Cyprinus carpio*), cascudo (sp35-*Hypostomus* spC) e sarapó (sp38-*Sternopygus macrurus*) presentes nas estações sa02, sa01, so01, so01, so04 e ip03 respectivamente.

As espécies exóticas na bacia do rio Sorocaba, parecem estar restritas a ambientes de baixo hidrodinamismo como lagoas e represas. A carpa (sp30-*Cyprinus carpio*) e a tilápia (sp14-*Tilapia nilotica*) são as duas espécies que foram capturadas em ambientes naturais na bacia. A mais abundante é a tilápia sendo encontrada em três estações e a carpa apenas em uma estação.

Com a expansão do aquarismo e dos pesqueiros, mais e mais espécies exóticas podem estar sendo introduzidas na bacia. Em relação ao aquarismo, a preocupação está nas pessoas estarem jogando os peixes em córregos e rios, devido ao seu crescimento exagerado, como acontece com exemplares de pacus, tambaquis, cascudo, oscar ou outras espécies de pequeno porte.

Em relação aos pesqueiros, a preocupação está na fuga das espécies dos tanques, já que na maioria das vezes, os tanques são contruídos pelo represamento de rios. Foi feito um levantamento da quantidade de pesqueiros na bacia, chegando a existência de aproximadamente 40. A capacidade de cada pesqueiro em termos de biomassa varia de 6.000 a 30.000 kg, sendo que a cada semana são comercializados de 150 a 600 Kg de peixes. Dentre as espécies utilizadas nos pesqueiros, 14 são exóticas e apenas 2 encontradas na bacia, tidas como espécies nativas (Tabela 10).

Tabela 10- Gêneros e espécies encontradas nos pesqueiros da bacia do rio Sorocaba.

Nome vulgar	Gênero (Espécie)
Pacu	<i>Mylossoma</i> sp
Tambaqui	<i>Colossoma macropomun</i>
Tambacu	
Curimatá*	<i>Prochilodus lineatus</i>
Traira *	<i>Hoplias malabaricus</i>
Piauçú	<i>Leporinus</i> sp
Tucunaré	<i>Cichla</i> sp
Bagre africano	<i>Clarias</i> sp
Matrinxã	<i>Brycon</i> sp
Carpa (várias espécies)	<i>Cyprinus</i> sp
Tilápia (várias espécies)	<i>Tilapia</i> sp
Piraputanga	<i>Brycon</i> sp
Pintado	<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>

* Espécies nativas

4.8 AS COMUNIDADES DE PEIXES NOS RIOS DA BACIA E A VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL

No rio Pirapora (pi01) nas duas épocas do ano foram coletados apenas 70 indivíduos, pertencentes a 11 espécies pesando um total de 5.429 gramas. A espécie mais abundante nas duas épocas do ano foi o cascudo (sp28-*Hypostomus cf. ancistroides*) com 28 indivíduos (Tabela 11) sendo também esta espécie que apresentou a maior biomassa, totalizando 2.669 gramas. As demais espécies possuíram baixos valores de abundância e biomassa. Houve pouca diferença na riqueza de espécies entre a estação chuvosa e a seca, sendo identificadas 5 e 7 espécies respectivamente. O predomínio desta espécie de cascudo se deve principalmente a esta estação estar localizada num trecho de água corrente. Isto fica evidente pelas outras espécies coletadas como o cascudo (sp34-*Hypostomus* spB) e o lambe-lambe (sp23-*Apareiodon cf. piracicabae*). Estas espécies habitam águas preferencialmente correntes.

Tabela 11- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação pi01 (rio Pirapora).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	5	11,4	355	71
seca	<i>Apareiodon cf. piracicabae</i>	sp23	9	12,4	275	30,5
seca	<i>Hypostomus</i> spA	sp33	2	17,8	265	132,5
seca	<i>Hypostomus</i> spB	sp34	12	15,1	705	58,8
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	17	17,4	2020	118,8
seca	<i>Hypostomus margaritifera</i>	sp27	1	21	115	115
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	1	7,5	5	5
chuva	<i>Rhamdia</i> sp	sp16	1	34	200	200
chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	4	19,8	770	192,5
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	11	13,1	649	59
chuva	<i>Parodon tortuosus</i>	sp22	2	11,6	35	17,5
chuva	<i>Astyanax</i> sp	sp04	5	7,2	35	7

No rio Tatuí (ta01) a ictiofauna nas duas épocas do ano (chuvosa e seca), apresentou 9 espécies, com uma abundância total de 101 indivíduos e biomassa total de 7.155 gramas. Durante a época de chuva foram capturadas 7 espécies e na época seca 8 espécies. A espécie caborja (sp10-*Hoplosternum litoralle*) com 56 indivíduos foi a mais abundante tanto na época chuvosa como na seca, seguida do cascudo (sp28-*Hypostomus cf. ancistroides*) com 16 indivíduos e a tuvira (sp07-*Gymnotus carapo*) com 7 indivíduos. Em relação a biomassa o caborja (sp10-*Hoplosternum litoralle*) também foi a mais representativa com 4.295 gramas da biomassa total, a seguir aparecem as espécies: traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) com 1.015 gramas, cascudo (sp28-*Hypostomus cf. ancistroides*) com 850 gramas (Tabela 12).



A abundância do caborja, pode estar relacionado com a grande quantidade de efluentes orgânico, lançado nas águas desse rio, tornando uma grande fonte de alimento para a espécie. Outro fator é que com a decomposição desses efluentes, o oxigênio dissolvido da água é reduzido, e sabe-se que esta espécie possui respiração acessória, sendo portanto beneficiada, quando existe baixa oxigenação no ambiente.

Tabela 12- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação ta01 (rio Tatuí).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	1	11,5	50	50
seca	<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	29	12,2	2540	87,6
seca	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	1	14	30	30
seca	<i>Gymnotus carapo</i>	sp07	7	13,7	375	53,6
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	14	12	660	41,1
seca	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	2	32,5	380	190
seca	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	1	6	5	5
seca	<i>Hypostomus margaritifer</i>	sp27	5	8,9	100	20
chuva	<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	27	129	1755	65
chuva	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	4	14,5	355	88,8
chuva	<i>Gymnotus carapo</i>	sp07	1	25,5	45	45
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	2	16	190	95
chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	4	21,2	635	158,8
chuva	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	2	8	10	5
chuva	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	1	10	25	25

No ribeirão dos macacos (rm01) foram coletados 92 indivíduos pertencentes a 8 espécies numa biomassa total de 9.827 gramas (Tabela 13). As espécies cadela (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*) e traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*), foram dominantes na abundância numérica, apresentando respectivamente 53 e 19 indivíduos.

Quanto a biomassa total ocorreu uma inversão, já que a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) apresentou 4.265 gramas, cadela (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*) com 3025 gramas e o curimbatá (sp06-*Prochilodus lineatus*) com 2082 gramas foram os que possuíram as maiores biomassas, essa inversão deve-se a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) atingir maior biomassa quando adulta. O Ribeirão dos Macacos apresentou uma ictiofauna pouco similar as demais estações de coleta. Isto ocorreu devido à abundância de espécies predadoras.

Esta característica pode estar relacionada ao estágio inicial de sucessão ecológica a que esta área se encontra, pois esta estação surgiu da derrubada de uma ponte, que obstruiu o ribeirão, formando um alagado. Como o ambiente passou de lótico para lântico, beneficiou espécies como a traíra e a cadela que preferem ambientes de baixa correnteza, além disso foram beneficiadas pela grande quantidade de alimento e abrigo disponível

Tabela 13- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação rm01 (ribeirão dos macacos).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	15	20,2	3185	212,3
seca	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	2	13	85	42,5
seca	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	38	17,13	2395	63
seca	<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	2	14	175	87,5
seca	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	1	6	5	5
chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	4	27	1080	270
chuva	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	5	32,3	1997	394,3
chuva	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	15	12	630	42
chuva	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	4	9	150	37,5
chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	4	5	20	5
chuva	<i>Gymnotus carapo</i>	sp07	1	16	20	20
chuva	<i>Serrasalmus spilopleura</i>	sp05	1	12	85	85

As coletas no rio Pirajibu (pj01) foram dificultadas pelo leito do rio ser pouco profundo, estreito e muito corrente. Nas duas épocas do ano foram capturados 96 indivíduos pertencentes a 4 espécies com uma biomassa total de apenas 495 gramas (Tabela 14). As espécies, lambari-do-rabo-vermelho (sp02- *Astyanax fasciatus*) e tambiú (sp03-*Astyanax bimaculatus*) se mantiveram constantes nas estações chuvosa e seca. Por outro lado, o lambari (sp04-*Astyanax* sp.) e o bagre (sp16-*Rhamdia* sp.) foram coletadas somente na estação chuvosa.

Tambiú (sp03-*Astyanax bimaculatus*) e lambari do rabo vermelho (sp02-*Astyanax fasciatus*) foram as espécies mais abundantes sendo capturados 45 e 38 indivíduos respectivamente de cada espécie, podendo ser consideradas as espécies mais comuns dessa estação. A biomassa segue o mesmo padrão, o tambiú (sp03-*Astyanax bimaculatus*) com 230 gramas (46,46%) e o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) com 190 gramas (36,36%) possuíram os maiores pesos totais.

Tabela 14- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação pj01 (rio Pirajibu).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	23	8,9	115	5
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	28	6,9	145	5,2
chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	15	5	65	5
chuva	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	17	5	85	5
chuva	<i>Astyanax</i> sp	sp11	7	5	65	5
chuva	<i>Rhamdia</i> sp	sp15	6	5	30	5

No rio Sarapuí as amostragens foram realizadas em duas estações sa01 (próximo da nascente) e sa02 (próximo à foz). Ao todo foram identificadas 16 espécies, com uma abundância total de 124 indivíduos e biomassa de 4.360 gramas. Na estação sa01, foram coletados 61 indivíduos, numa biomassa total de 3.140 gramas, compreendendo 15 espécies. A espécie mais abundante foi o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) com 35 indivíduos e que também apresentou a maior biomassa com 1.335 gramas (Tabela 15). A estação sa02 apresentou 8 espécies num total de 63 indivíduos e uma biomassa total de 1.220 gramas. As espécies mais abundantes foram: tambú (sp03-*Astyanax fasciatus*) com 24 indivíduos e o saguirú (sp24-*Steindachnerina insculpta*) com 15 indivíduos). Em relação a biomassa foi o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) com 410 gramas (Tabela 16). Tanto na estação sa01 como na sa02 não houve diferenças significativas quanto a riqueza de espécies, abundância e biomassa entre as épocas chuvosa e seca.

Tabela 15- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação sa01 (rio Sarapuí).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	2	14,9	190	95
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	12	10,5	350	29,2
seca	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	2	15,7	110	55
seca	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	2	10	45	22,5
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	1	8,9	15	15
seca	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	2	8	20	10
seca	<i>Gymnotus carapo</i>	sp07	2	29,8	180	90
seca	<i>Rineloricaria latirostris</i>	sp26	1	14	15	15
seca	<i>Salminus hilarii</i>	sp13	2	14	150	75
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	11	32,3	425	38,6
chuva	<i>Callichthys callichthys</i>	sp09	2	6	45	22,5
chuva	<i>Leporinus obtusidens</i>	sp21	4	8	600	150
chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	3	5	15	5
chuva	<i>Apareiodon cf. piracicabae</i>	sp23	1	8	5	5
chuva	<i>Schizodon nasutus</i>	sp20	4	15,3	600	150
chuva	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	2	7	10	5
chuva	<i>Pimelodus maculatus</i>	sp18	2	12	10	5
chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	3	17,5	250	83,3
chuva	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	3	15	105	35

Tabela 16- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação sa02 (rio Sarapuí).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Steindachnerina insculpta</i>	sp24	15	9,3	195	13
seca	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	5	14	175	35
seca	<i>Salminus hilarii</i>	sp13	1	17	75	75
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	1	17	90	90
chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	24	5,6	130	5,4
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	11	12	490	44,5
chuva	<i>Callichthys calichthys</i>	sp09	2	7	45	22,5
chuva	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	2	9	10	5
chuva	<i>Pimelodella sp</i>	sp17	2	10	10	5

No rio Ipanema nas três estações (ip01, ip02 e ip03) foram coletadas 26 espécies. Ao longo do estudo foram coletados 465 indivíduos totalizando um peso total de 9.355 gramas. As espécies que possuíram os maiores valores para abundância numérica foram: cascudo (sp28-*Hypostomus cf. ancistroides*) 106 indivíduos; lambari do rabo vermelho (sp02-*Astyanax fasciatus*) 77 exemplares e saguirú curto (sp25-*Cyphocharax modestus*) com 58 indivíduos. Em relação a biomassa, o cascudo (sp28-*Hypostomus cf. ancistroides*), traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) e a cadela (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*) foram os que apresentaram os maiores pesos totais, com 2.485g., 1.275g. e 1.245g na sequência.

No período chuvoso foram coletadas 16 espécies e na época seca, 20 espécies. Nestes dois períodos, 9 espécies se mantiveram constantes e são elas: (sp26-*Rineloricaria latirostris*), (sp02-*Astyanax fasciatus*), (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*), (sp01-*Hoplias malabaricus*), (sp25-*Cyphocharax modestus*), (sp28-*Hypostomus ancistroides*), (sp15-*Geophagus brasiliensis*), (sp03-*Astyanax bimaculatus*) e (sp04-*Astyanax sp*). As espécies: (sp16-*Rhamdia sp*), (sp22-*Parodon tortuosus*), (sp12-*Galeocharax knerii*), (sp07-*Gymnotus carapo*), (sp14-*Tilapia nilotica*) e (sp19-*Iheringichthys labrosus*) só foram capturadas na época chuvosa; já as espécies (sp13-*Salminus hilarii*), (sp27-*Hypostomus margaritifera*), (sp32-*Oligossarcus paranensis*), (sp31-*Rhamdia cf. quelen*), (sp24-*Steindachnerina insculpta*), (sp08-*Eigenmannia sp*), (sp33-*Hypostomus spA*), (sp06-*Prochilodus lineatus*), (sp36-*Rineloricaria sp*) e (sp35-*Hypostomus spC*) somente na época seca.

Houve diferenças no número de espécies, abundância e biomassa entre as estações de coleta, sendo a estação ip03 a que possui maior riqueza de espécies, abundância e biomassa coletados. A estação ip01 apresentou 187 indivíduos, uma biomassa de 3050 gramas e 16 espécies, na estação ip02 foram identificadas 12 espécies num total de 58 indivíduos portando um peso total de 820 gramas e a estação ip03 foi composta por 17 espécies, 207 indivíduos e uma biomassa total de 4566 gramas. A redução da riqueza de espécies na estação ip02 pode estar ligado a redução e alteração de

habitats pelo assoreamento. Neste rio foi nítida a diferença entre as épocas chuvosa e seca. Ambas as estações apresentam maior riqueza de espécies na estação seca (Tabelas 17, 18 e 19).

Tabela 17- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação ip01 (rio Ipanema).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Oligossarcus paranensis</i>	sp32	5	15,6	125	25
seca	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	2	13,8	80	40
seca	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	6	7,8	75	12,5
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	34	8	230	6,7
seca	<i>Rhamdia cf. quelen</i>	sp31	1	14	25	25
seca	<i>Rineloricaria latirostris</i>	sp26	2	12,5	10	5
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	39	10	625	16
seca	<i>Steidachnerina insculpta</i>	sp24	7	9,2	50	7,1
seca	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	38	11,3	470	12,4
seca	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	4	8	50	12,5
seca	<i>Eigenmannia</i> sp	Sp08	1	22	15	15
seca	<i>Hypostomus</i> spA	Sp33	3	11,8	80	26,6
chuva	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	13	6,8	65	5
chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	5	13,6	650	130
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	8	14,7	230	28,8
chuva	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	4	12,3	150	37,5
chuva	<i>Gymnotus carapo</i>	sp07	2	13,5	20	10
chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	11	7,4	110	10
chuva	<i>Astyanax</i> sp	sp04	2	8,3	20	10

Tabela 18- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação ip02 (rio Ipanema).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	12	7,4	75	6,3
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	12	8,4	110	9,2
seca	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	1	10	15	15
seca	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	2	12,3	30	15
seca	<i>Oligossarcus paranensis</i>	sp32	6	9,5	30	5
seca	<i>Steidachnerina insculpta</i>	sp24	5	9,6	60	12
seca	<i>Astyanax</i> sp	sp04	1	8,5	10	10
seca	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	1	17,5	20	20
seca	<i>Rineloricaria</i> spA	sp36	1	15	25	25
seca	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	5	10,3	95	19
chuva	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	1	13	20	20
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	9	10,6	210	23,3
chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	10	5,4	50	5
chuva	<i>Tilapia nilotica</i>	sp14	1	9	30	30
chuva	<i>Iheringichthys labrosus</i>	sp19	3	9,5	40	13,3

Hypostomus spB), cascudo (sp33-*Hypostomus* spA), lambe-lambe (sp23-*Apareiodon cf. piracicabae*), cascudo (sp27-*Hypostomus margaritifer*), curimatá (sp06-*Prochilodus lineatus*), saguirú (sp29-*Cyphocharax nagelli*) e a carpa (sp30-*Cyprinus carpio*).

Na estação so01 foram capturadas 13 espécies num total de 316 indivíduos e 9.150 gramas. As espécies mais abundantes foram: lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) e saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*) com 202 e 45 indivíduos respectivamente. Em relação a biomassa as mais representativas foram: o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) com 1.955 gramas e a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) com 2.105 gramas (Tabela 20).

Tabela 20- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so01 (rio Sorocaba).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	3	20	930	310
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	11	7,4	560	5
seca	<i>Galeocharax knerii</i>	sp12	1	9	10	10
seca	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	1	13	55	55
seca	<i>Cyphocharax nagelli</i>	sp29	1	12,5	320	45,7
seca	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	4	26,4	1545	386
seca	<i>Cyprinus carpio</i>	sp30	1	27	530	530
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	1	18	135	135
seca	<i>Callichthys callichthys</i>	sp09	1	16,5	85	85
seca	<i>Iheringichthys labrosus</i>	sp19	5	12,9	130	26
seca	<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	1	16,5	85	85
chuva	<i>Iheringichthys labrosus</i>	sp19	1	13	60	60
chuva	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	191	7,7	1395	7,3
chuva	<i>Galeocharax knerii</i>	sp12	8	11,8	220	27,5
chuva	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	44	10,8	1170	26,6
chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	5	18,4	560	112
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	6	16	289	46,7
chuva	<i>Callichthys callichthys</i>	sp09	1	11	30	30
chuva	<i>Iheringichthys labrosus</i>	sp19	13	17	715	55
chuva	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	11	7,7	180	16,4
chuva	<i>Tilapia nilotica</i>	sp14	6	7	155	25,8

A estação so02 apresentou 14 espécies num total de 147 indivíduos e biomassa de 8.635 gramas. As abundâncias mais significativas foram apresentadas pela seguintes espécies: o lambe-lambe (sp23-*Apareiodon cf. piracicabae*) e o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) com 40 e 36 indivíduos. Quanto a biomassa o cascudo (sp34-*Hypostomus* spB) com 3.235 gramas, o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) com 1.760 gramas e o cará (sp15- *Geophagus brasiliensis*) com 2.030 gramas foram as mais importantes (Tabela 21).

Tabela 21- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so02 (rio Sorocaba).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	10	15,6	1565	157
seca	<i>Rhamdia hilarii</i>	sp37	26	10,2	350	13,5
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	26	11	670	25,8
seca	<i>Hypostomus</i> spB	sp34	14	21,2	3235	231
seca	<i>Hypostomus</i> spA	sp33	2	12	70	35
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	2	7,5	10	5
seca	<i>Apareiodon cf. piracicabae</i>	sp23	40	11,6	1055	26,4
Chuva	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	7	14	465	64,4
Chuva	<i>Iheringichthys labrosus</i>	sp19	2	10,5	40	20
Chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	10	17,4	1090	109
Chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	6	6,3	30	5
chuva	<i>Leporinus obtusidens</i>	sp21	1	11,5	30	30
chuva	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	1	10,5	25	25

Já a estação so03 apresentou poucas espécies, num total de 6, sendo capturados apenas 86 indivíduos totalizando uma biomassa de 5.235 gramas. As espécies mais abundantes foram a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) e o caborja (sp10-*Hoplosternum litoralle*) com 14 e 13 indivíduos. Em relação a biomassa a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) com 2.005 gramas foi a mais importantes (Tabela 22).

Tabela 22- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so03 (rio Sorocaba).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	13	10,5	810	62
seca	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	14	19	1445	103
seca	<i>Tilapia nilotica</i>	sp14	4	16	625	156,3
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	1	13,5	65	65
chuva	<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	45	7	305	6,7
Chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	5	19,6	1620	324
Chuva	<i>Tilapia nilotica</i>	sp14	1	21	350	350
Chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	2	7,4	10	5
Chuva	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	1	6,5	5	5

A estação so04 apresentou o maior número de espécies desse rio com 20 espécies totalizando 163 indivíduos apresentando uma biomassa total de 19.845,43 gramas. A espécie mais

abundante e que apresentou a maior biomassa total foi o cascudo (sp27-*Hypostomus margaritifer*) com 38 indivíduos e 5.836,55 gramas (Tabela 23).

Tabela 23- Época do ano, nome científico, código utilizado para definir as espécies no banco de dados, abundância dos indivíduos (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PT) e peso médio dos indivíduos na coleção total (PM) na estação so04 (rio Sorocaba).

Estação	Espécie	código	N	CPM	PTOT	PM
seca	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	8	6	40	5
seca	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	4	6,5	20	5
seca	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	12	16,8	1754	146
seca	<i>Eigenmnia</i> sp	sp08	4	33	235	58,8
seca	<i>Hypostomus margaritifer</i>	sp27	10	19,8	2183	218
seca	<i>Schizodon nasutus</i>	sp20	3	24,3	785	261,6
seca	<i>Salminus hilarii</i>	sp13	1	27	325	325
seca	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	3	28,5	1255	418
seca	<i>Steindachnerina inculpta</i>	sp24	3	9,5	52,5	17,5
seca	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	2	22	250	125
seca	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	5	10,2	133	26,7
seca	<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	1	17	150	150
seca	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	3	25,3	1310	436,6
seca	<i>Sternopygus macrurus</i>	sp38	1	38	110	110
chuva	<i>Hoplias malabaricus</i>	sp01	3	23	900	300
chuva	<i>Astyanax fasciatus</i>	sp02	4	7,3	40	10
chuva	<i>Astyanax bimaculatus</i>	sp03	2	5	12	6
chuva	<i>Serrassalmus spilopleura</i>	sp05	5	11,3	291,6	41,6
chuva	<i>Prochilodus lineatus</i>	sp06	14	24	3820	272,9
chuva	<i>Gymnotus carapo</i>	sp07	2	24	140	70
chuva	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	sp11	2	15	85	42,5
chuva	<i>Geophagus brasiliensis</i>	sp15	3	7,2	20	6,7
chuva	<i>Rhamdia hilarii</i>	sp37	3	24,8	590	196,7
chuva	<i>Iheringichthys labrosus</i>	sp19	1	10	5	5
chuva	<i>Schizodon nasutus</i>	sp20	1	19	120	120
chuva	<i>Steindachnerina inculpta</i>	sp24	14	120	150	14,7
chuva	<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	10	14,3	683	68
chuva	<i>Hypostomus margaritifer</i>	sp27	28	17,8	3655,5	130,5
chuva	<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	8	14,5	600	75
chuva	<i>Oligossarcus paranensis</i>	p32	2	11	50	25
chuva	<i>Sternopygus macrurus</i>	sp38	1	45	80	80

4.9 GULDAS ECOMORFOLÓGICAS

Os 14 atributos ecomorfológicos obtidos para as espécies de peixes estudadas estão apresentadas na Tabela 24. Da análise de componentes principais sobre estes dados foram considerados apenas os 2 primeiros componentes, que juntos explicaram 54.95% da variância total (Tabela 25). Os resultados apresentados pelos dois primeiros componentes principais, revelam ser de grande importância, pois totalizaram 54% da variação do modelo, o que se mostra semelhante ao obtido por Balon et al. (1986), Beaumord, (1991) e Ribeiro (1992).

Tabela 24- Atributos ecomorfológicos obtidos para as 13 espécies de peixes estudadas.

Espécie	IC	HL	CRPC	ICPC	IAV	ARNP	RANP	ARNC	RANC	CRC	LRBO	ARBO	ORBO	PROL
<i>Hypostomus ancistroides</i>	0.83	0.18	0.29	1.28	0.41	0.09	1.61	0.22	0.37	0.2	0.11	0.1	0.92	0.574
<i>Apaeirodon piracicabae</i>	1.53	0.25	0.12	1.83	0.4	0.04	1.28	0.06	1.15	0.22	0.04	0.05	0.47	0.869
<i>Hypostomus margaritifer</i>	0.7	0.2	0.09	1.72	0.38	0.14	1.46	0.25	0.49	0.24	0.16	0.11	0.4	0.496
<i>Steindachnerina insculpta</i>	1.73	0.33	0.15	1.59	0.41	0.03	1.84	0.05	2.02	0.26	0.17	0.21	0.41	0.646
<i>Hoplosternum littorale</i>	1.17	0.31	0.13	1.65	0.37	0.05	1.5	0.09	0.68	0.28	0.09	0.06	0.4	0.604
<i>Rhamdia hilarii</i>	0.82	0.16	0.1	2.85	0.52	0.05	1.82	0.11	1.83	0.22	0.07	0.08	0.49	0.794
<i>Cyphocharax modestus</i>	1.9	0.29	0.13	1.44	0.51	0.02	1.91	0.17	0.75	0.26	0.08	0.08	0.5	0.962
<i>Oligosarcus paraneis</i>	2.48	0.28	0.58	2.28	0.624	0.02	1.8	0.044	2.07	0.3	0.08	0.01	0.64	0.902
<i>Rineloricaria latirostris</i>	0.6	0.08	0.06	1.87	0.61	0.15	1.12	0.21	1.17	0.19	0.06	0.07	0.3	0.574
<i>Gymnotus carapo</i>	1.56	0.09	0	0	0.55	0.007	1.54	0	0	0.11	0.03	0.03	0.44	0.756
<i>Callichthys callichthys</i>	0.89	0.2	0.06	4.58	0.64	0.05	0.89	0.21	0.51	0.24	0.11	0.08	0.33	0.985
<i>Schizodon nasutus</i>	1.68	0.25	0.19	13.8	0.6	0.01	0.86	0.04	0.84	0.19	0.07	0.05	1	1.308
<i>Serrassalmus spilopleura</i>	3.63	0.54	0.06	1.97	0.61	0.014	1.21	0.032	1.13	0.35	0.129	0.1	0.99	1.276

Tabela 25- Resultados da análise de componentes principais: valores obtidas para os atributos em cada componente principal com as duas maiores porcentagem de variância.

Atributo	Código	FEc 1	FEc 2
índice de compressão	IC	0.900	0.198
altura relativa	Hr	0.758	0.522
razão aspecto da nadadeira peitoral	RANP	0.330	0.185
comprimento relativo do pedúnculo caudal	CRPC	0.389	-0.495
área relativa da nadadeira peitoral	ARNP	0.455	-0.512
comprimento relativo da cabeça	CRC	-0.774	0.127
razão aspecto da nadadeira caudal	RANC	-0.096	0.588
área relativa da nadadeira caudal	ARNC	-0.688	0.125
lagura relativa da boca	LRBO	0.357	0.451
área relativa da boca	ARBO	0.539	0.658
índice de compressão do pedúnculo caudal	ICPC	-0.006	0.782
índice de achatamento ventral	IAV	-0.155	0.722
orientação da boca	ORBO	0.663	-0.093
posição relativa dos olhos	PROL	0.861	-0.356
variância em percentual por fator		32.55	22.4
variância acumulada			54.95

O primeiro componente principal explica 32.55% da variância total e os atributos que mais contribuíram para a formação desta eixo foram: índice de compressão (0.9), altura relativa (0.758), comprimento relativo da cabeça (0.539), índice de achatamento ventral (0.455), orientação da boca (0.663) e posição relativa da boca (0.861) com correlação positiva e área relativa da nadadeira peitoral (-0.774) e área relativa da nadadeira caudal (-0.688) com valores negativos.

Relacionando os atributos que contribuíram para a formação deste eixo, observando o sinal e o valor da carga de cada atributo obtém-se a separação dos peixes em dois conjuntos. O primeiro compreende peixes com maiores índices de compressão, nadadores ativos, lateralmente comprimidos e de grande capacidade de realizar movimentos verticais, que possuem cabeças relativamente grandes e boca anterior, características estas típicas de peixes nectônicos. O segundo conjunto é composto por peixes que possuem baixos valores de índice de compressão, altura

relativa, comprimento relativo da cabeça, índice de achatamento ventral e altos valores de área relativa da nadadeira peitoral e caudal. Estas características são típicas de espécies bentônicas, que possuem cabeça pequena e se alimentam no fundo pela sua boca tender a ser ventral. Os coeficientes positivos da Tabela 25 caracterizam as espécies do primeiro conjunto ao passo que valores negativos são mais comuns ao segundo conjunto. A análise desses atributos indica a posição da espécie na coluna d'água.

O segundo componente totalizou 22.4% da variância dos dados, destacando cinco valores de correlação positiva e dois negativos, sendo formado pelos seguintes atributos: largura relativa da boca (0.782), área relativa da boca (0.722), comprimento relativo da cabeça (0.658), altura relativa (0.522), razão aspecto da nadadeira peitoral (0.588) e razão aspecto da nadadeira caudal (0.451), índice de compressão do pedúnculo caudal (-0.495) e índice de achatamento ventral (-0.512).

Neste componente os atributos que mais contribuíram para a sua formação estão associados ao tamanho relativo da boca dos peixes e conseqüentemente ao tamanho dos alimentos ingeridos. Os peixes que apresentam coeficientes positivos possuem bocas relativamente maiores do que aqueles com coeficientes negativos. A interpretação deste componente sugere um padrão ligado a preferência alimentar dos peixes separando os carnívoros dos onívoros e herbívoros. Os peixes com valores positivos, na Tabela 26, possuem alimentação típica de carnívoro, além da capacidade de capturar as presas devido a grande capacidade de manobras (produção de movimentos rápidos e bruscos) o que permite a captura de grandes partículas de alimento e a representados pela tuvira (sp07-*Gymnotus carapo*), cadela (sp32-*Oligossarcus paranensis*) e a pirambeba (sp05-*Serrassalmus spilopleura*).

Os peixes que apresentam valores negativos apresentam boca e cabeças pequenas e se alimentam de pequenas presas, vegetais ou matéria orgânica depositada no fundo, como é o caso do cascudo (sp27-*Hypostomus cf. margaritifera*) e o saguirú (sp24-*Steindachnerina insculpta*). Para melhor interpretação da distribuição das espécies, assim como de partilhamento de recursos existentes na bacia, foram comparados os 2 fatores ecomorfológicos e plotados na Figura 9. Esta Figura sugere que as espécies que se alimentam de grandes presas (geralmente carnívoras) estão situadas na parte de cima, enquanto que na parte de baixo estão as espécies que preferem presas menores (herbívoros).

Em relação a posição na coluna d'água, as espécies situadas à esquerda da Figura 9 são relativamente mais estacionárias e permanecem mais ao fundo sendo consideradas bentônicas, ao passo que as espécies localizadas à direita possuem alta atividade natatória, permanecendo na meia água sendo caracterizadas como nectônicas. Esta distribuição, seguiu um padrão semelhante ao encontrado por Balon et al. (1986), Barrela et al. (1994) e Uieda (1995), onde as espécies mais

generalistas estão localizadas no centro do diagrama, enquanto que as mais especialistas se deslocam para a periferia.

Tabela 26- Escores dos fatores ecomorfológicos das espécies estudadas.

Espécie	Código sp	FEc 1	FEc 2
<i>Hypostomus ancistroides</i>	sp28	-0.78	0.318
<i>Apaeirodon piracicabae</i>	sp23	0.004	-0.380
<i>Hypostomus margaritifera</i>	sp27	-1.398	0.868
<i>Steindachnerina insculpta</i>	sp24	0.074	2.001
<i>Hoplosternum litoralle</i>	sp10	-0.305	0.450
<i>Rhamdia hilari</i>	sp37	-0.295	0.014
<i>Cyphocharax modestus</i>	sp25	0.184	0.305
<i>Oligossarcus paranensis</i>	sp32	1.212	0.291
<i>Rineloricaria latirostris</i>	sp26	-1.314	-0.706
<i>Gymnotus carapo</i>	sp07	-0.409	-1.468
<i>Callichthys callichthys</i>	sp09	-0.280	-0.705
<i>Schizodon nasutus</i>	sp20	1.262	-1.715
<i>Serrassalmus spilopleura</i>	sp05	2.045	0.727

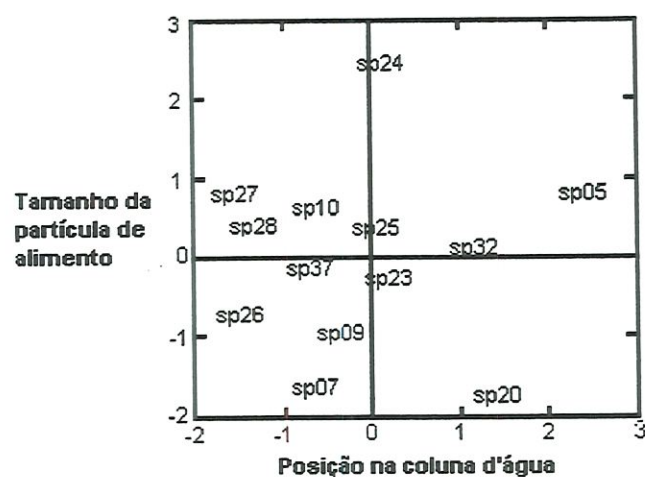


Figura 9- Diagrama representando a atividade natatória relacionada ao tamanho da presa utilizada pelas espécies de peixes da bacia do rio Sorocaba.

Foi realizado um teste de Mantel para verificar se os atributos ecomorfológicos apresentados pelas espécies influenciam na distribuição das abundâncias das espécies. O resultado mostrou ser significativo a congruência entre as duas matrizes de dados com $r = -0.396$ e $p = 0.0097$. O sinal negativo da correlação pode ser descartado, por ele ser causado pelas diferentes medidas de associação usadas. A congruência indicou que as características ecomorfológicas influenciam a distribuição da abundância das espécies na comunidade de peixes.

4.10 MODELOS DE RELAÇÃO ESPÉCIE-ABUNDÂNCIA

A Figura 10 mostra a curva de abundância das espécies em ordem decrescente de importância “Whittaker plot”. A comunidade é constituída por poucas espécies muito abundantes e muitas espécies com abundância intermediária e baixa abundância, tidas como raras. Nesta figura podemos identificar as espécies mais abundantes na bacia como o *Astyanax fasciatus*, *Hypostomus ancistroides*, *Astyanax bimaculatus* e *Cyphocharax modesta*, espécies com abundâncias intermediárias como a *Astyanax* sp, *Gymnotus carapo* e *Oligossarcus paranensis*, *Tilapia nilotica* e *Salminus hilarii* e espécies tidas como raras como o *Cyphocharax nagelli*, *Cyprinus carpio* e *Rhamdia cf. quelen*. Comparando esta figura com as curvas teóricas (Krebs, 1989, Magurran, 1988), não é possível decidir qual modelo melhor se ajusta aos dados dessa comunidade.

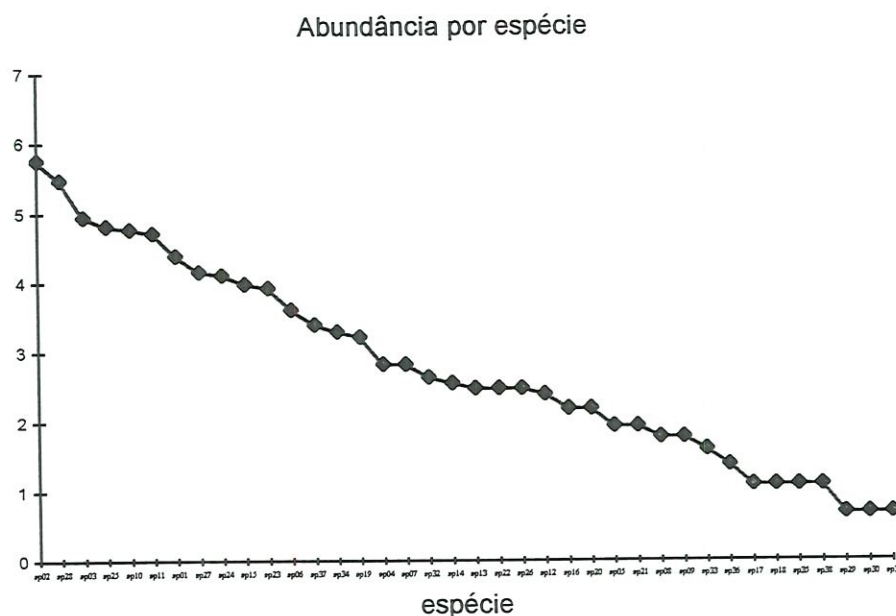


Figura 10- Curva de importância das espécies ($\ln(N+1)$) “Whittaker plot” da coleção total de peixes coletados na bacia do rio Sorocaba.

Ao testar os dados da comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba, estes se ajustaram apenas para a Logserie e Lognormal, não se ajustando para a série geométrica e o modelo “Broken Stick”. A seguir estão os ajustes feitos para os modelos Logserie e Lognormal de relação espécie-abundância.

- Série Logarítmica

Na série logarítmica os valores de α e x foram: 6,96 e 0,9957, para $S=38$ e $N=1628$. Como o $\chi^2=10,959$ é menor que $\chi^2_{0,05;8} = 15,51$, conclui-se que não existe diferença significativa entre os valores observados e os esperados, portanto a série logarítmica se ajusta a esses dados (Tabela 27).

Tabela 27- Resultado do ajuste ao modelo logserie para a bacia do rio Sorocaba.

Classe	Limite	Freq. observada	Freq. Esperada	χ^2
0	0-0,5			
1	0,5-1,5	3	10,38	5,24
2	1,5-3,5	5	4	0,25
3	3,5-7,5	5	4,29	0,126
4	7,5-15,5	8	3,97	4,09
5	15,5-31,5	5	4,67	0,023
6	31,5-63,5	5	3,9	0,31
7	63,5-127,5	4	3,23	0,183
8	127,5-255,5	2	2,19	0,016
9	255,5-511,5	1	0,44	0,712
		$\Sigma=38$	$\Sigma=37,07$	$\Sigma\chi^2=10,959$

- Modelo Lognormal

Para os valores de $S=38$ e $N=1628$, extimou-se a média ($=1,0977$), a variância ($s^2=0,55687$) e o número total de espécies na comunidade ($S^*=39,2$). Este modelo se ajustou aos dados, pois o valor de $\chi^2=0,8733$ é menor que o $\chi^2_{0,05;6} = 12,59$ (Tabela 28).

Tabela 28- Resultado do ajuste ao modelo lognormal para a bacia do rio Sorocaba.

Classe	Limite	Freq. observada	Freq. Esperada	χ^2
0	0-0,5		1,19	
1	0,5-1,5	3	3,06	0,0017
2	1,5-3,5	5	4,73	0,0154
3	3,5-7,5	5	6,02	0,172
4	7,5-15,5	8	6,53	0,3309
5	15,5-31,5	5	6,07	0,188
6	31,5-63,5	5	4,83	0,00598
7	63,5-127,5	4	3,29	0,153
8	127,5-255,5	2	1,91	0,00424
9	255,5-511,5	1	0,95	0,0026
		$\Sigma=38$	$\Sigma=38,58$	$\Sigma\chi^2=0,8733$

4.11 ESTIMATIVA “JACKKNIFE” DA RIQUEZA DE ESPÉCIES

Foram analisadas 13 estações sendo cada estação entendida como um “quadrat”, onde foram estimados S^* (número de espécies), sua variância e seu intervalo de confiança. Para a coleção de dados foi estimado uma riqueza S^* igual a 44 espécies, sendo 2,20 seu desvio padrão e seu intervalo de confiança entre 39 e 49.

4.12 DIVERSIDADE α E DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES

A diversidade de Shannon-Wiener para a coleção total foi 4,01. A Tabela 29 apresenta as estimativas dos índices de diversidade de Shannon-Wiener e a dominância de Simpson, em cada estação de amostragem utilizando os dados de abundância. O índice de Shannon, demonstrou que as estações so04, sa01 e ip02 possuem os maiores valores, estas estações são consideradas mais preservadas em vista das análises físico-químicas enquanto que as estações so03, pj01 e rm01 os menores valores de diversidade, sendo as estações que apresentaram maior grau de impactação.

Relacionando os índices obtidos com as análises ambientais realizadas as estações tidas como mais preservadas quanto a poluição por esgoto doméstico e industrial apresentaram valores maiores de diversidade comparado as estações com maiores impactos.

Tabela 29- Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e dominância de Simpson (D) para abundância numérica ($H'N$) e Shannon-Wiener para biomassa ($H'B$), das 13 estações de coletas localizadas na bacia do rio Sorocaba.

Estação	$H'N$	$H'B$	D
pi01	2,338	3,677	0,21
pj01	1,567	2,61	0,379
rm01	1,898	2,424	0,379
ta01	2,144	2,439	0,342
ip01	2,999	3,415	0,165
ip02	3,001	3,424	0,152
ip03	3,43	3,744	0,115
so01	1,945	2,763	0,434
so02	2,742	3,371	0,178
so03	1,379	2,451	0,502
so04	3,614	2,321	0,094
sa01	3,209	2,721	0,163
sa02	2,338	3,773	0,236

Ao longo do rio Sorocaba (so01, so02, so03 e so04) existe um gradiente de diversidade da nascente até sua foz, aumentando as estações so01 para a so02 com um declínio no trecho que corta Votorantim e Sorocaba (so03) devido aos impactos que este trecho sofre, seguido de um aumento considerável na estação próximo a foz. Isto se reflete ao longo do seu curso com os seus afluentes. O rio Ipanema (ip01, ip02 e ip03) também apresentou um gradiente como o rio Sorocaba (Figura 11).

Em relação a dominância, como era de se esperar as estações com maiores diversidades detêm as menores dominâncias. Cabe aqui ressaltar a alta dominância apresentada pelas estações so03 devido a alta abundância do caborja (sp10- *Hoplosternum littorale*), so01 pelo lambari (sp02- *Astyanax fasciatus*), pj01 pelos lambaris (sp02-*Astyanax fasciatus*, sp03-*Astyanax bimaculatus*) e rm01 pelo cabela (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*).

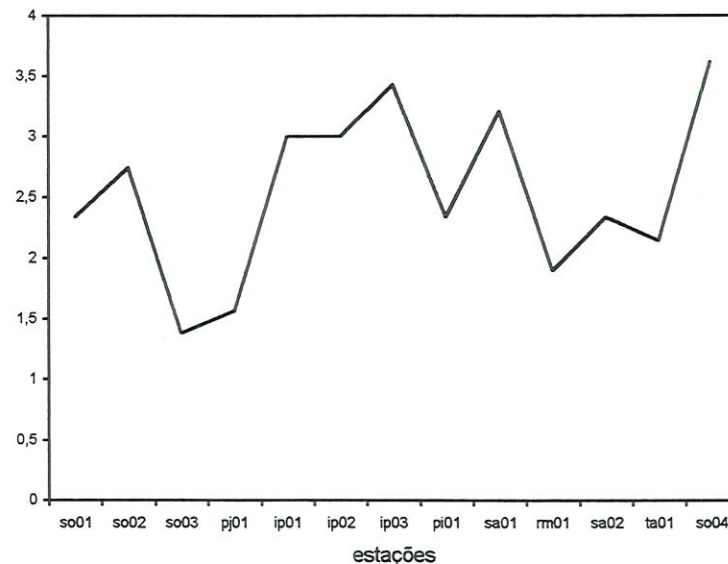


Figura 11- Gradiente de diversidade (Shannon-Wiener) para abundância numérica da nascente à foz do rio Sorocaba bem como a sequência dos seus afluentes ao longo do seu curso.

A diversidade de Shannon-Wiener também foi calculada para a biomassa e é mostrada na Figura 12. O resultado sugere que a diversidade para biomassa se apresenta mais diversificada que para a abundância numérica uma vez que os valores para a biomassa foram maiores. Além disso podemos observar que o gráfico indica o mesmo resultado para a diversidade numérica ou seja uma redução no trecho mais urbano (so02, so03 e pj01) devido a essas áreas estarem sujeitas a maiores impactos, aumentando a diversidade nos trechos subsequentes.

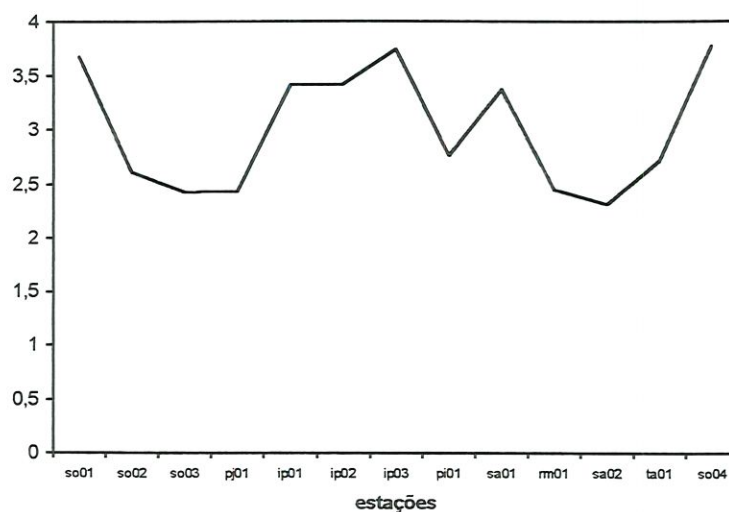


Figura 12- Diversidade de Shannon-Wiener para a biomassa da nascente à foz do rio Sorocaba bem como a sequência dos seus afluentes ao longo do seu curso.

4.13 VARIAÇÃO SAZONAL DA DIVERSIDADE α

A Tabela 30 apresenta as estimativas dos índices de Shannon-Wiener para diversidade em cada estação de amostragem nas estações seca e chuvosa. De um modo geral a diversidade esteve mais alta na estação seca do que na chuvosa. O índice de Shannon-Wiener, demonstrou que 8 estações apresentaram maiores índices no período de seca e 5 estações no período chuvoso.

O teste t pareado realizado sobre a diversidade de Shannon-Wiener calculado para o número de indivíduos para verificar a existência de diferença na diversidade entre a época chuvosa e a seca resultou em $t = -0,918$ com $t_{0,05;12} = 2,18$ não indicando portanto diferença entre as duas épocas do ano. Isto pode ser observado também pela Figura 13, onde se tem semelhante variação na diversidade entre as estações de coleta nas duas épocas do ano. Também foi realizado uma análise de correlação entre as épocas seca e chuvosa sobre a diversidade numérica onde foi detectado uma correlação positiva ($r = 0,574$; $0,05 < P < 0,01$; $n = 13$). Sendo assim a diversidade numérica na época chuvosa influencia a diversidade na época seca e vice-versa.

As estações que apresentaram maiores valores (Shannon-Wiener) e seus respectivos períodos foram: so04 (seca e chuva), sa01 (seca), so01 (seca), ip02 (seca) e ip03 (chuva e seca). A Figura 13, mostra a variação da diversidade nos períodos de seca e chuva, ficando evidente as

similaridades nas diversidades entre as duas épocas do ano. Além disso há uma queda da diversidade da estação sa01 em direção a estação sa02 em ambas as épocas do ano, efeito este provavelmente devido ao impacto causado pela extração de areia.

Outra queda gradativa na diversidade pode ser visto nos dados das estações so01 em direção a so03 e depois uma elevação brusca na estação so04 (estação seca, do índice de Shannon-Wiener e Simpson). Este efeito pode ser atribuído ao impacto crescente (esgoto e efluentes industriais) que o rio Sorocaba vêm sofrendo da estação so01 em direção a so03 e posterior melhora pela autodepuração do esgoto e redução de efluentes lançados no seu leito. A maior diversidade na época seca pode ser explicado também pela maior facilidade de se capturar peixes, pela redução do volume d'água.

Além disso, comparando as estações com maior ou menor diversidade em relação as suas respectivas riqueza de espécies e abundância total em cada época do ano, mostrou que as estações com maior diversidade possuem maior riqueza de espécies, mas nem sempre possuem as maiores abundância. Já as estações com menores diversidades possuem menores riqueza de espécies e maiores abundâncias. A alta abundância dessas estações se deve a maior dominância por parte de algumas espécies, o que não acontece nas estações com altas diversidades.

A variação sazonal da diversidade de Shannon-Wiener para a biomassa (Figura 14) indicou que na maioria das estações a época seca apresentou a maior diversidade em biomassa (Tabela 30). Isto se deve principalmente a maior facilidade da captura durante a época seca devido a diminuição da coluna d'água bem como o maior ganho de peso dos peixes de março à agosto ao contrário do que ocorre durante as chuvas, quando os peixes deixam de se alimentar e vivem principalmente para a reprodução, perdendo peso. Apesar disso o teste t realizado para verificar se existe diferença entre as épocas chuvosa e seca não detectou diferença, onde foi obtido $t=1,66$ com $t_{0,05;12}=2,18$. Além disso foi realizada uma análise de correlação entre as épocas seca e chuvosa indicando haver correlação positiva entre as duas épocas do ano ($r= 0,592$; $0,05 < P < 0,01$; $n=13$). Como aconteceu para a diversidade numérica, a diversidade em biomassa na época chuvosa influencia a diversidade na época seca e vice-versa.

Tabela 30- Diversidade nas estações de coleta (Shannon-Wiener), nos períodos de seca e chuva utilizando a abundância (H'N) e biomassa (H'B) e suas respectivas riqueza de espécies e abundância total.

Estação	H'N	H'B	Riqueza	Abundância
ta01 (c)	1,738	1,718	7	41
ta01 (s)	2,116	1,755	8	50
pj01 (c)	1,864	1,917	4	45
pj01 (s)	0,993	0,990	2	51
rm01 (c)	2,316	1,804	7	34
rm01 (s)	1,34	1,254	5	58
sa01 (c)	2,584	2,360	10	35
sa01 (s)	3,006	2,604	9	26
sa02 (c)	1,599	1,237	5	41
sa02 (s)	1,268	1,888	4	22
so01 (c)	1,725	2,702	10	286
so01 (s)	2,826	2,653	11	30
so02 (c)	2,148	1,344	6	27
so02 (s)	2,342	2,033	7	120
so03 (c)	0,926	1,208	5	54
so03 (s)	1,581	1,612	4	32
so04 (c)	3,383	2,610	17	103
so04 (s)	3,426	2,949	14	60
ip01 (c)	2,519	2,031	7	45
ip01 (s)	2,181	2,720	12	142
ip02 (c)	1,814	1,741	5	24
ip02 (s)	2,768	2,961	9	46
ip03 (c)	3,11	2,592	13	147
ip03 (s)	2,761	2,951	10	61
pi01 (c)	1,659	1,643	5	23
pi01 (s)	2,262	1,971	7	47

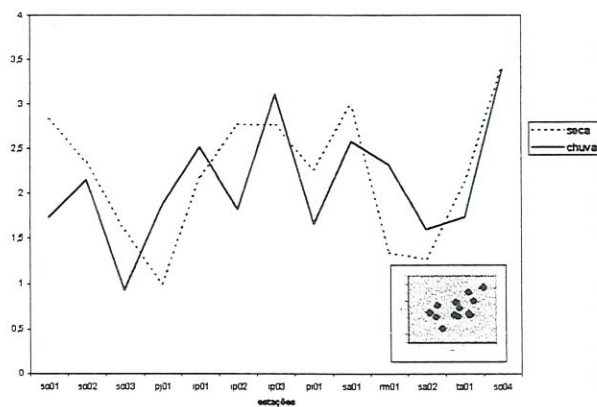


Figura 13- Variação sazonal do índice de diversidade de Shannon-Wiener para as estações de coleta e plot da diversidade numérica entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r=0,574$; $0,05 < P < 0,01$; $n=13$). Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t=0,918$).

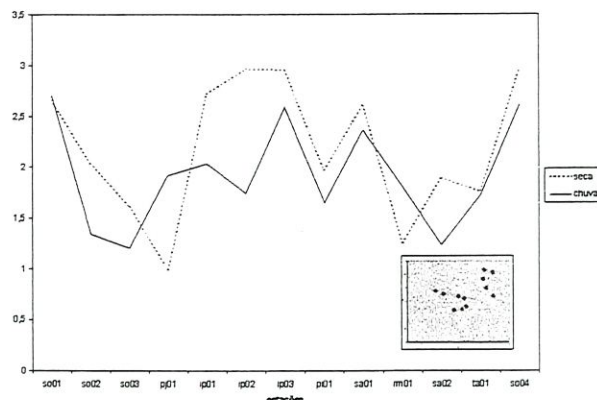


Figura 14- Variação sazonal do índice de diversidade de Shannon para biomassa das estações de coleta e plot da diversidade numérica entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r = 0,592$; $0,05 < P < 0,01$; $n = 13$). Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t = 1,66$).

4.14 CLASSIFICAÇÃO BIÓTICA DAS ESTAÇÕES E SUAS RELAÇÕES COM AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS

Foi realizada uma análise de agrupamento hierárquico aglomerativo utilizando Morisita-Horn como similaridade e o método de ligação pela média (UPGMA), na matriz de abundância das espécies nas estações de coleta, nas épocas de seca e chuva. O coeficiente de correlação cofenético obtido foi de 0.82. Com base na Figura 15 pode-se observar que as localidades amostradas reúnem-se em 6 grupos, mostrando que a estrutura de uma comunidade é influenciada não só pelas características naturais do ambiente mas também pela sazonalidade e os diversos impactos que ela sofre.

O grupo 1 é formado pelas estações sa02, ip03 e rm01 na estação seca e rm01 na chuvosa. Neste grupo é grande a abundância de espécies predadoras como o cadela (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*) e a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*), além de cascudos. Este grupo é composto por estações com características lóticas, que sofreram represamento com exceção a estação sa02, alterando a estrutura de sua comunidade.

O grupo 2 é constituído apenas pela estação so04 nas épocas seca e chuvosa. Esta estação apresentou a mais alta riqueza, abundância e diversidade de espécies, sendo a ictiofauna composta tipicamente por traíras, curimbatas, tabaranas, cascudos e lambaris. Por comportar tantas espécies,

esta estação além de apresentar baixos níveis de degradação parece possuir muitos habitats e recursos. É tipicamente lótica possui a maior ordem dentre as demais estações. Pode ser considerado como um local de recuperação do rio Sorocaba. Está situada a jusante das cidades de Sorocaba e Votorantim, depois que o rio Sorocaba recebeu a maior carga de efluente.

O grupo 3 que é formado pelas estações pj01, ip01, ip02 e so01 na época seca e ip01, pj01 e so01 na época chuvosa. São trechos de baixa ordem e são caracterizadas pela maior abundância de lambaris. Cabe aqui ressaltar o sucesso alcançado pela espécie *Astyanax fasciatus* no reservatório de Itupararanga, sendo a espécie mais abundante nessa estação. Além disso no rio Pirajibu (pj01s e pj01c) existem habitats favoráveis a adaptação dos lambaris como troncos e vegetação apesar da elevada correnteza.

O grupo 4 é formado pelas estações ip01, sa01 e pi01 na época seca e ip02, so02 e pi01 na época chuvosa. Há o predomínio de siluriformes, sendo o mais importante o gênero *Hypostomus*, apesar disso possuem outras espécie abundantes como o cará (*Geophagus brasiliensis*), a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*), os lambaris (sp03-*Astyanas bimaculatus* e sp02-*Astyanas fasciatus*) e o saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*).

O grupo 5 é composto pelas estações ip03, sa01 e sa02 na época chuvosa e so02 na época seca estando localizadas em trechos de média ordem. Apresentaram alta abundância de siluriformes em especial cascudos, além de outras espécies típicas de correnteza como as piaparas (sp21-*Leporinus obtusidens*), canivete (sp22-*Parodon tortuosus*) e lambe-lambe (sp23-*Apareiodon cf. piracicabae*). São ambiente lóticos, o que favorece a maior captura das espécies típicas de habitats de água corrente.

O grupo 6 é formado pelas localidades so03 e ta01 tanto na época de seca como chuva. Nestes locais há o predomínio do caborja (sp10-*Hoplosternum littorale*), que pode estar relacionada as características lênticas, sendo que a estação so03 é uma lagoa marginal. São locais com altas concentrações de matéria orgânica, oriundas de esgoto doméstico e outros efluentes.

Com o objetivo de verificar se a distribuição das abundâncias das espécies é influenciada pelas variáveis físico-químicas foi realizado um teste de Mantel utilizando as matrizes de abundância e de variáveis abióticas. O resultado demonstrou existir baixa congruência entre as duas matrizes ($r= 0.04$; $p= 0.73$) indicando que a distribuição das abundâncias das espécies nas estações de coleta não está relacionada às variáveis físico-químicas.

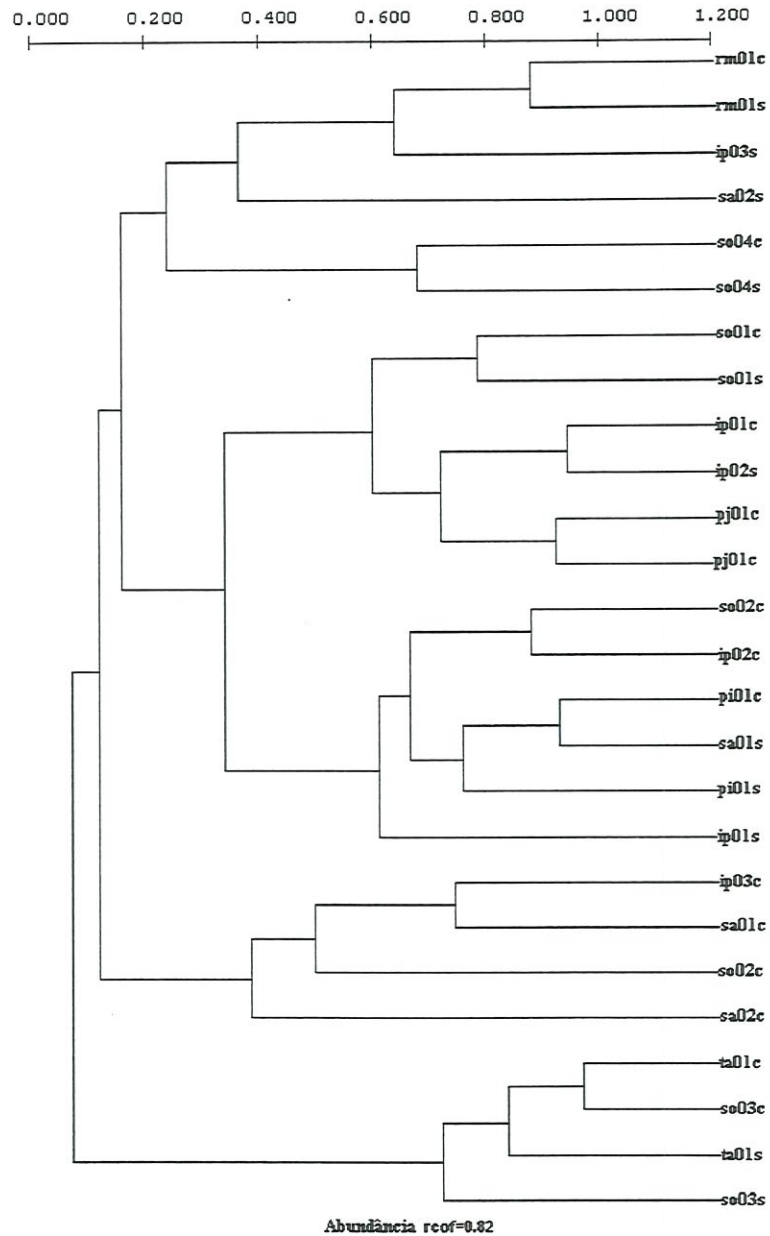


Figura 15- Dendrograma das estações de coleta na estação seca (S) e chuvosa (C) agrupadas segundo a abundância das espécies de peixes.

4.15 O RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA

4.15.1 A ICTIOFAUNA

No reservatório de Itupararanga, foram coletadas 14 espécies de peixes, num total de 872 indivíduos e 20.830 gramas de biomassa total. A família Characidae é a mais importante,

representando cerca de 50% das capturas, sendo seu maior representante o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*). Outra família importante no reservatório é a Curimatidae com 19,4% das capturas, cuja espécie mais importante é o saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*).

As espécies mais abundantes na coleção total foram: o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*), o saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*), a cadela (sp19-*Oligossarcus paranensis*) e o mandi (sp19-*Iheringichthys labrosus*) com 313, 169, 115 e 110 indivíduos respectivamente. O saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*) com 6203 gramas, a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) com 3.805 gramas, mandi (sp19-*Iheringichthys labrosus*) com 3.466 gramas, o lambari (sp03-*Astyanax bimaculatus*) com 2.377 gramas e a cadela (sp19-*Oligossarcus paranensis*) com 2.173, foram as espécies que apresentaram os maiores valores de peso total (Tabela 31).

Tabela 31- As espécies capturadas no reservatório de Itupararanga e seus respectivos valores de abundância, peso total, peso médio (PM) e comprimento padrão médio (CPM).

ESPÉCIES	NOME VULGAR	CÓDIGO	ABUNDÂNCIA	PESO TOTAL	PM	CPM
<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	sp01	115	2173	18,9	19,51
<i>Astyanax fasciatus</i>	lambari	sp02	313	2377	29,7	13,18
<i>Gymnotus carapo</i>	tuvira	sp07	1	25	37,3	12,45
<i>Hoplosternum litoralle</i>	caborja	sp10	1	100	253,7	23,13
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	cadela	sp11	11	200	25	30
<i>Tilapia nilotica</i>	tilapia	sp14	2	15	7,6	6,8
<i>Geophagus brasiliensis</i>	cará	sp15	99	685	100	15
<i>Rhamdia sp</i>	bagre	sp16	3	860	6,9	6,72
<i>Pimelodus maculatus</i>	mandi	sp18	3	50	16,7	13,6
<i>Iheringichthys labrosus</i>	mandi	sp19	110	3460	7,5	7,95
<i>Cyphocharax modestus</i>	saguirú	sp25	169	6303	31,5	13,4
<i>Hypostomus ancistroides</i>	casco do	sp28	25	742	7,0	7,7
<i>Oligossarcus paranensis</i>	lambari bocarra	sp32	115	2173	18,2	10,77
<i>Sternopygus macrurus</i>	sarapó	sp38	5	35	286,7	27,2
TOTAL			872	20.830		

Em relação ao peso médio dos indivíduos podemos destacar o bagre (sp16-*Rhamdia sp*) com 286,7 gramas a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) com 253,7 gramas e o caborja (sp10-*Hoplosternum litoralle*) com 100 gramas. O comprimento padrão médio destaca a *tuvira* (sp07-*Gymnotus carapo*) com 30 cm, o bagre (sp16-*Rhamdia sp*) com 27,2 cm e a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) com 23,13 cm.

4.15.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES DE PEIXES NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA

O reservatório foi dividido em três áreas (Figura 17), a área 1 é a região próxima da cabeceira do rio Sorocaba, a área 2 é o trecho médio da represa e a área 3 é a região próxima a barragem. As distribuição espacial das espécies pode ser vista na Figura 16, indicando que a traíra

(sp01-*Hoplias malabaricus*), o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*), o cará (sp15-*Geophagus brasiliensis*), o mandi (sp18-*Pimelodus maculatus*), o saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*) e a cadela (sp19-*Oligossarcus paranensis*) estão amplamente distribuídas pelo reservatório. Dentre estas espécies apenas o mandi (sp18-*Pimelodus maculatus*) e o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) são habitantes de locais correntes, enquanto que a maioria são típicas de ambientes lânticos como o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*), o saguirú (sp25- *Cyphocharax modestus*) o cará (sp15-*Geophagus brasiliensis*), a cadela (sp19-*Oligossarcus paranensis*) e a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*).

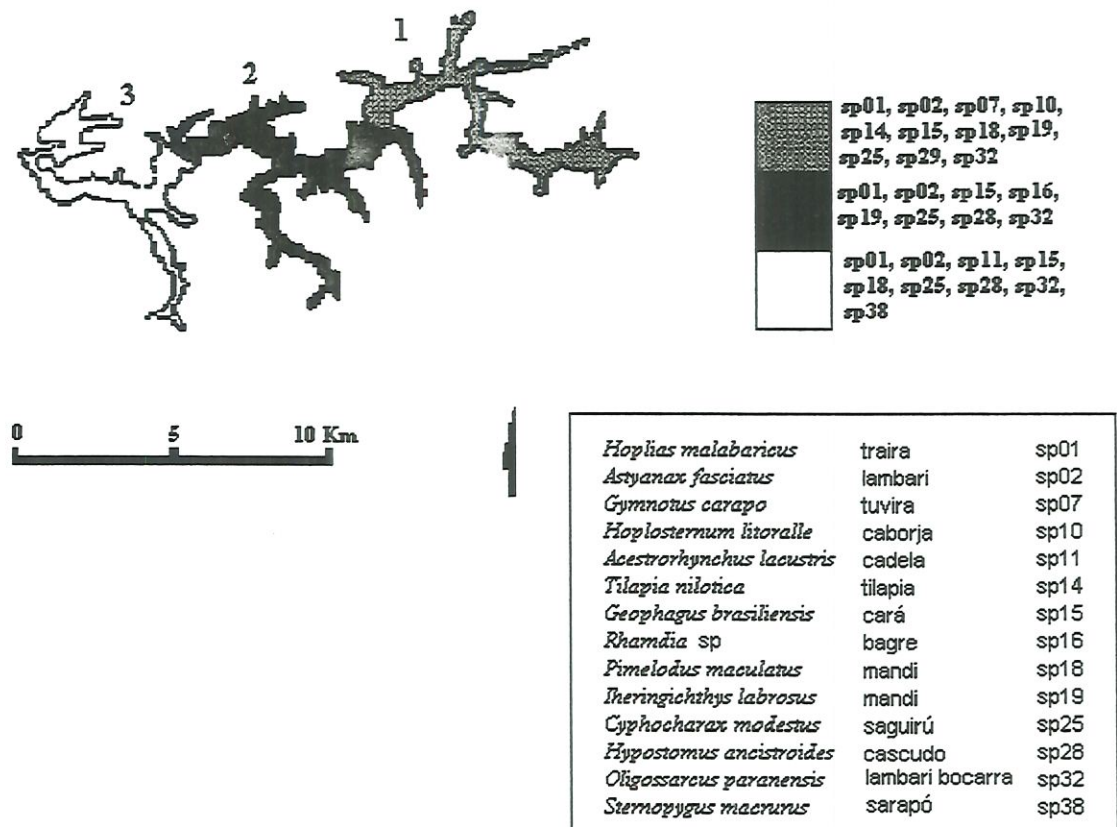


Figura 16- Distribuição espacial das espécies de peixes no reservatório de Itupararanga.

O mandi (sp19-*Iheringichthys labrosus*), bagre (sp16-*Rhamdia* sp) e sarapó (sp38-*Sternopygus macrurus*) foram mais capturados no canal principal do reservatório enquanto que a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*), o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*), o cará (sp15-*Geophagus brasiliensis*) e o cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) foram capturadas em maior número nos braços da represa.

As estações it01, it02, it06, it07, it08 e it09 são formadas por fundo arenoso, enquanto as estações it04 e it05 possuem fundo lodoso e a it03 apresenta fundo pedregoso. As espécies foram mais capturadas nas estações com fundo arenoso, visto que é o tipo de fundo predominante na represa. Além disso nos braços do reservatório está concentrada a maior quantidade de vegetação marginal (ciliar) o que fornece maior fonte de abrigo, alimento e sombreamento.

4.15.3 DIVERSIDADE α NO RESERVATÓRIO

A diversidade de Shannon-Wiener obtida para o reservatório foi de 2.7. Já a diversidade de Shannon-Wiener obtida para cada estação utilizando a abundância total das espécies mostrou muita semelhança entre as estações. A menor diversidade foi encontrada na estação itu03 e maior na estação itu02 com 1,966 e 2,568 respectivamente (Figura 18). Não houve grande variação entre as estações de coleta.

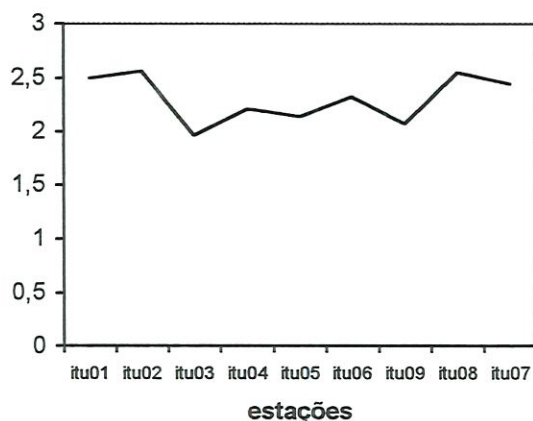


Figura 17– Diversidade de Shannon (H') no reservatório de Itupararanga utilizando a coleção total de dados de abundância numérica.

A diversidade obtida para as nove estações de coleta nas épocas de chuva e seca estão dispostas na Tabela 32. De um modo geral a diversidade esteve mais alta na época seca em relação a chuvosa na maioria das estações. Isto pode ser verificado pela Figura 18, que demonstra a variação sazonal na diversidade (H'). O teste t realizado sobre H' , para verificar se as diversidades são realmente diferentes entre as épocas seca e chuvosa, indicou que não há diferenças entre as duas épocas do ano com $t=1,148$ e $t_{0,05;8}=2,316$. Também não foi verificado correlação entre as épocas seca e chuvosa ($r=0,209$; $P>0,05$; $n=9$). Isto indica que a diversidade na época chuvosa não influencia a diversidade na época seca e o contrário também é válido.

Tabela 32- Diversidade de Shannon-Wiener para os dados de abundância numérica ($H'N$) e biomassa ($H'B$) obtidos no reservatório de Itupararanga nos períodos de chuva (c) e seca (s).

Estação	($H' N$)	($H' B$)
Itu01c	2,423	1,668
Itu01s	2,142	1,786
Itu02c	2,063	1,335
Itu02s	1,562	1,304
Itu03c	0,988	1,386
Itu03s	2,054	1,962
Itu04c	1,291	1,508
Itu04s	2,097	2,109
Itu05c	2,146	1,973
Itu05s	2,042	1,790
Itu06c	1,216	1,249
Itu06s	2,013	2,062
Itu07c	1,627	2,042
Itu07s	2,336	1,699
Itu08c	1,928	2,375
Itu08s	2,492	2,164
Itu09c	1,703	1,694
Itu09s	2,039	1,768

Além disso, comparando as estações com maior ou menor diversidade em relação às suas respectivas riqueza de espécies e abundância total em cada época do ano, mostrou as mesmas características que a bacia como um todo apresentou. As estações com maior diversidade possuem maior riqueza de espécies, mas nem sempre possuem as maiores abundâncias. Já as estações com menores diversidades possuem menores riqueza de espécies e maiores abundâncias. A alta abundância dessas estações se deve a maior dominância por parte de algumas espécies, o que não acontece ou acontece em menor escala nas estações com altas diversidades.

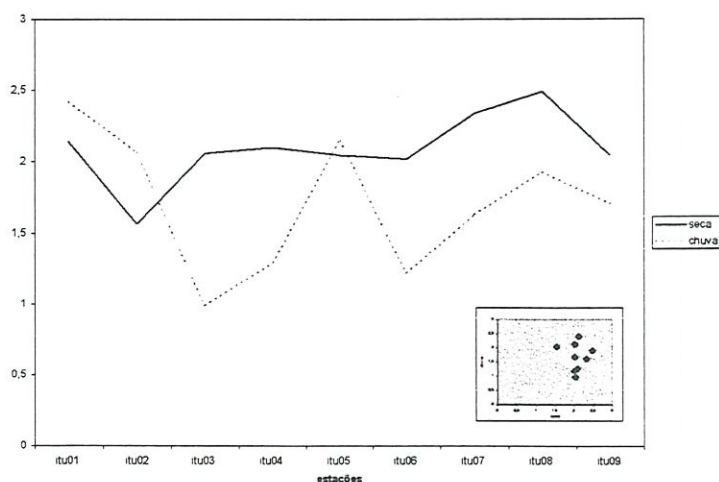


Figura 18- Variação da diversidade numérica de Shannon-Wiener nas estações de coleta do reservatório de Itupararanga e plot da diversidade numérica entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r=0,209$; $P>0,05$; $n=9$). Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t=1,148$).

Ao que parece houve um incremento da diversidade por biomassa em direção a barragem comparado com os trechos mais à montante. Além disso podemos observar uma grande diferença na diversidade por biomassa nas estações itu03, itu04 e itu06 entre as épocas seca e chuvosa (Tabela 32) salientando a diferença na diversidade em biomassa entre as duas épocas do ano, indicando ser a época seca como a detentora das maiores diferenças na diversidade em biomassa (Figura 19).

O teste t realizado sobre a diversidade por biomassa não foi significativo indicando não haver diferenças na diversidade por biomassa entre as duas épocas do ano ($t=2,057$; $t_{0,05;8}= 2,316$). Também não foi verificada correlação entre as duas épocas do ano ($r= -0.043$; $P>0,05$; $n= 9$). O mesmo é válido para a diversidade em biomassa, a época chuvosa ou seca não tem qualquer influência sobre a diversidade da outra estação.

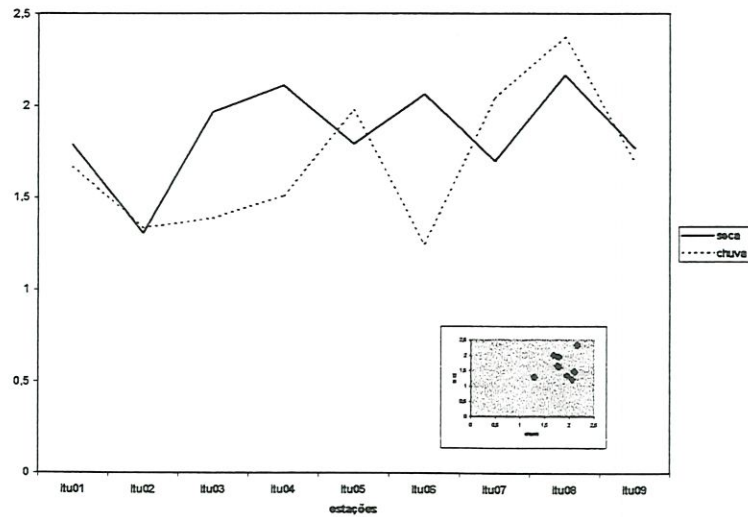


Figura 19- Variação da diversidade de Shannon-Wiener nas estações de coleta do reservatório de Itupararanga para a biomassa e plot da diversidade numérica entre as épocas seca e chuvosa. Correlação de Pearson ($r = -0.043$; $P > 0,05$; $n = 9$). Teste t pareado entre as duas épocas do ano ($t = 2,057$).

4.15.4 MODELOS DE RELAÇÃO ESPÉCIE-ABUNDÂNCIA NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA

A Figura 20 mostra a curva de abundância das espécies em ordem decrescente de importância (Whittaker plot). A Figura evidencia a riqueza e abundância das espécies. Observa-se que as espécies: lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*), saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*), a cadela (sp32-*Oligossarcus paranensis*), o mandi (sp19-*Iheringichthys labrosus*) e o cará (sp15-*Geophagus brasiliensis*) são as mais abundantes, existindo uma certa uniformidade entre estas espécies. Comparando esta figura com as curvas teóricas (Krebs, 1989, Magurran, 1988), não é possível decidir qual modelo melhor se ajusta aos dados dessa comunidade.

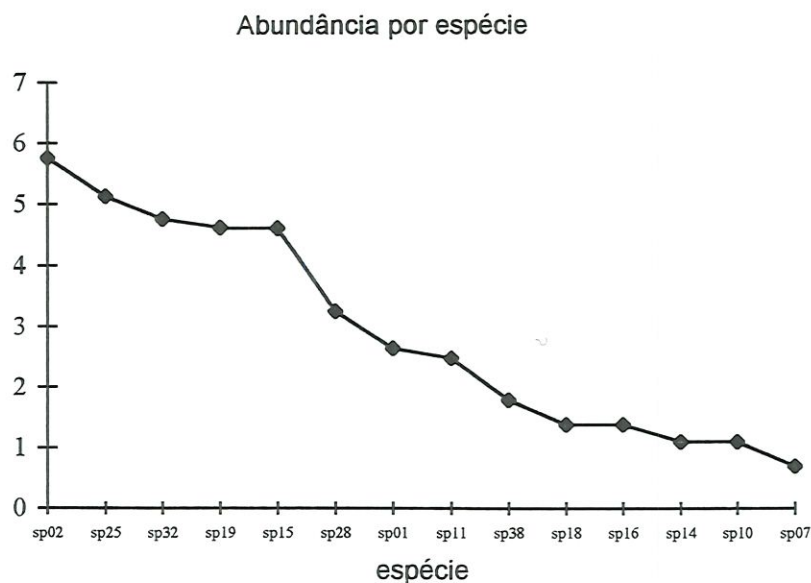


Figura 20- Curva de importância das espécies ($\ln(N+1)$) “Whittaker plot” da coleção total de peixes coletados no reservatório de Itupararanga.

Ao testar os dados da comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba, estes se ajustaram apenas para a Logsérie e Lognormal, não se ajustando para a série geométrica e o modelo “Broken Stick”. A seguir estão os ajustes feitos para os modelos Logsérie e Lognormal de relação espécie-abundância.

- Série Logarítmica

Na série logarítmica os valores de α e x foram: 2,24 e 0,9977, para $S=14$ e $N=872$. Como o $\chi^2=5,839$ é menor que $\chi^2_{0,05;8}=15,51$, conclui-se que existe diferenças significativas entre os valores observados e os esperados, portanto a série logarítmica se ajusta a esses dados (Tabela 33).

Tabela 33- Resultado do ajuste ao modelo logserie para para o reservatório de Itupararanga.

Classe	Limite	Freq. observada	Freq. Esperada	χ^2
0	0-0,5			
1	0,5-1,5	3	3,349	0,0363
2	1,5-3,5	2	1,296	0,3824
3	3,5-7,5	1	1,400	0,1146
4	7,5-15,5	2	1,444	0,2139
5	15,5-31,5	1	1,437	0,1333
6	31,5-63,5	0	1,379	
7	63,5-127,5	4	1,247	2,46
8	127,5-255,5	1	1,014	0,0002
9	255,5-511,5	1	0,240	2,395
		$\Sigma=15$	$\Sigma=12,81$	$\Sigma\chi^2=7,11$

- Modelo Lognormal

Para os valores de $S = 14$ e $N = 972$, extimou-se a média (0,9869), a variância ($s^2 = 1,19$) e o número total de espécies na comunidade ($S^* = 15,9$). Este modelo se ajustou aos dados, pois o valor de $\chi^2 = 10,21$ é menor que o $\chi^2_{0,05; 6} = 12,59$ (Tabela 34).

Tabela 34- Resultado do ajuste ao modelo lognormal para o reservatório de Itupararanga.

Classe	Limite	Freq. observada	Freq. Esperada	χ^2
0	0-0,5		1,90	
1	0,5-1,5	3	1,74	0,038
2	1,5-3,5	2	1,81	0,78
3	3,5-7,5	1	1,85	0,39
4	7,5-15,5	2	1,82	0,37
5	15,5-31,5	1	1,69	0,28
6	31,5-63,5	0	1,47	1,47
7	63,5-127,5	4	1,19	6,64
8	127,5-255,5	1	0,89	0,0135
9	255,5-511,5	1	0,62	0,232
		$\Sigma = 15$	$\Sigma = 14,98$	$\Sigma = 10,21$

4.15.5 ESTIMATIVA "JACKKNIFE" DA RIQUEZA DE ESPÉCIES (MÉTODO DE HELTSHE & FORRESTER, 1983)

Foram analisadas 9 estações sendo cada estação entendida como um quadrat, onde foram estimados: S^* (estimativa de riqueza), sua variância e seu intervalo de confiança. Para a coleção de dados foi estimado uma riqueza S^* igual a 16 espécies, sendo 1,89 seu desvio padrão e seu intervalo de confiança entre 12 e 21.

4.15.6 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA

Foi realizada uma análise de agrupamento utilizando Morisita-Horn como similaridade e o método de ligação pela média (UPGMA), na matriz de abundância das espécies nas estações de coleta, nas épocas de seca e chuva. O coeficiente de correlação cofenético obtido foi de 0.82. A Figura 21 mostra a existência de 4 grupos.

O grupo 1 é formado pelas estações itu01, itu03 e itu04 na época seca. É característico por apresentar alta abundância de lambaris (sp02-*Astyanax fasciatus*) e lambari-bocarra (sp32-*Oligossarcus paranensis*), demonstrando haver aqui a utilização dos mesmos recursos pelas duas espécies ou uma relação presa-predador.

O grupo 2 é formado pelas estações itu05 e itu06 na época seca e itu01 na época chuvosa. Apresentaram maior abundância de saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*) e lambari-bocarra (sp32-*Oligossarcus paranensis*). A explicação para isso pode ser a utilização do saguiru como presa pelo

lambari-bocarra ou a utilização de recursos diferentes impedindo a competição por alimentação e abrigo.

O grupo 3 formado pelas estações itu03, itu04, itu05, itu07, itu08 e itu09 na época chuvosa apresentou alta abundância de lambaris (sp02-*Astyanax fasciatus*), carás (sp15-*Geophagus brasiliensis*), cadelas (sp32-*Oligossarcus paranensis*) e mandis (sp19-*Iheringichthys labrosus*).

O grupo 4 composto pelas estações itu02, itu07, itu08 e itu09 na época seca e itu02 na época chuvosa teve o saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*), o lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*), a tuvira (*Gymnotus carapo*) e o cadela (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*) como as mais abundantes.

A estação itu06 na época chuvosa está separado dos outros grupos por apresentar um padrão muito diferente, como a maior abundância ser de uma espécie predadora como o mandi (sp19-*Iheringichthys labrosus*).

A separação destes grupos foi realizada com base nos dados de abundância, sugerindo que a existência de diferentes padrões de abundância baseados na estrutura do habitat ao qual elas pertencem e as relações bióticas entre elas.

Podemos resumir esses padrões em quatro tipos:

- 1- coexistência entre *Astyanax fasciatus* e *Oligossarcus paranensis* (presa-predador);
- 2- coexistência entre *Cyphocharax modestus* e *Oligossarcus paranensis* (presa-predador);
- 3- coexistência de *Astyanax fasciatus* e *Geophagus brasiliensis* associado a outras espécies tipicamente predadoras (*Hoplias malabaricus*, *Oligossarcus paranensis* e *Iheringichthys labrosus*);
- 4- coexistência de *Astyanax fasciatus* e *Cyphocharax modestus* com espécies tipicamente predadoras (*Acestrorhynchus lacustris* e *Sternopygus macrurus*)

Do mesmo modo que para a bacia foi usado o teste de Mantel para confirmar a influência das variáveis abióticas na distribuição da abundância das espécies nas estações de coleta. O resultado demonstrou que as variáveis abióticas tem pequena influência na distribuição da abundância embora a correlação tenha sido significativa ($r = -0.24$; $p = 0.0096$). Ou seja no reservatório de Itupararanga onde as 14 espécies identificadas estão amplamente distribuídas, as variáveis abióticas influenciam, mas em menor escala que as relações bióticas entre as espécies.

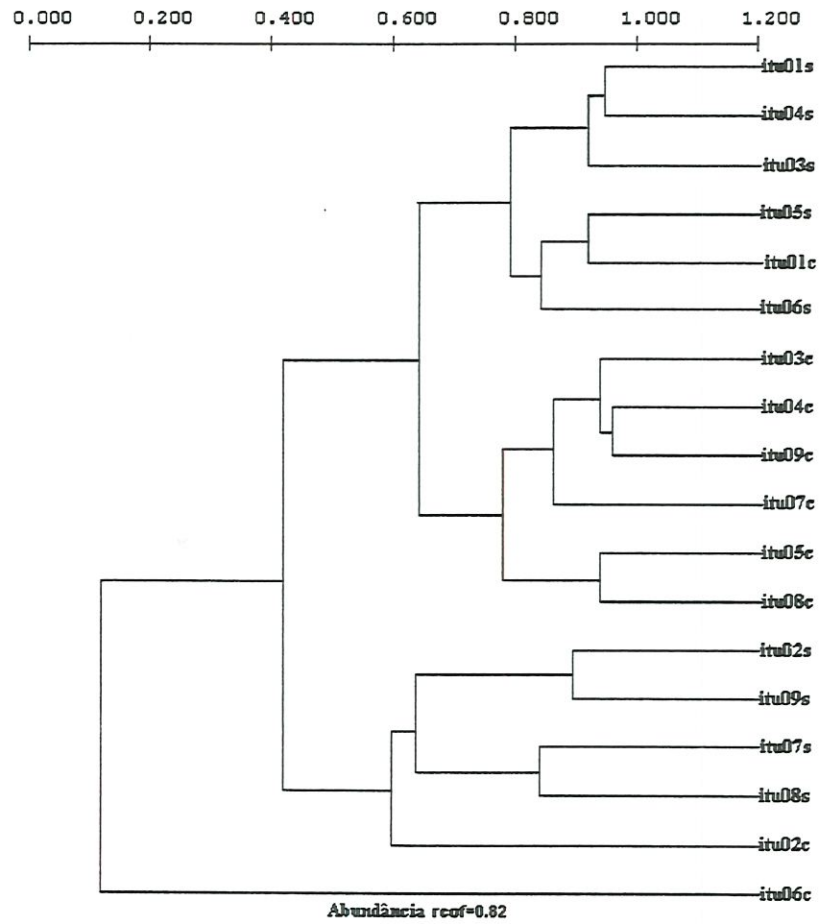


Figura 21- Dendrograma das estações de coleta no reservatório de Itupararanga nas estações seca (S) e chuvosa (C) agrupadas segundo a abundância das espécies de peixes.

5- DISCUSSÃO

5.1 AS RELAÇÕES ENTRE AS COMUNIDADES DE PEIXES E OS FATORES AMBIENTAIS QUE REGEM O FUNCIONAMENTO DOS RIOS

Muitos trabalhos abordaram as relações entre as comunidades de peixes e as diversas características dos rios, tais como a estrutura de habitats, ciclos hidrológicos e o diversos impactos aos quais são submetidos. Entre esses trabalhos devemos destacar Kushlan. (1976); Schlosser (1987); Bain et al. (1988); Pringle et al. (1988); Junk (1989); Johnson et al. (1995).

É bem conhecido o aumento da riqueza e da diversidade de espécies da cabeceira à foz de um rio, produzindo aparente zonação longitudinal da riqueza de espécies (Matthews, 1998). Este padrão foi observado no rio Sorocaba (so01, so02, so03 e so04) e rio Ipanema (ip01, ip02 e ip03). No rio Sorocaba houve a seqüência de 13, 14, 6 e 18 espécies de peixes coletadas. O rio Ipanema apresentou 13, 12 e 17 espécies. De modo geral houve um aumento da riqueza de espécies da nascente à foz, gerada pelo aumento da área e conseqüentemente da diversidade de habitats (Vanotte et al., 1980; Bain et al., 1988; Matthews, 1998). A aplicação do conceito do Rio Contínuo (Vanotte et al., 1980) parece oportuna para explicar esse fato. Os ecossistemas lóticos produzem e recebem energia, que aumenta rio abaixo. As comunidades de peixes são distribuídas ao longo dos rios com estratégias de minimizar o gasto de energia. Devemos entretanto não esquecer das lagoas marginais e sua influência na comunidade de peixes, como ocorre na estação so03.

Não é só a riqueza de espécies que aumenta da cabeceira à foz, mas também o número de famílias. Matthews (1998) cita que para assembléias de rios temperados há muitas espécies por família. Já em assembléias de rios tropicais há poucas espécies por famílias, mas muitas famílias. A bacia do rio Sorocaba não foi diferente, sendo encontradas 14 famílias, algumas destas apenas com uma espécie, como o caso das famílias Prochilodontidae, Serrasalminidae, Erythrinidae entre outras. Matthews (1998) também salienta que o sucesso das famílias em rios tropicais se deve a riqueza de alimentos, habitats e recursos de modo geral. Comparada com outras bacias o presente estudo obteve um grande número de famílias. Para a América do Sul são estimadas 58 famílias (Lowe-McConnell, 1975), para o Estado de São Paulo na bacia do Tietê há 22 famílias (Britski, 1972) e para a bacia do rio São Francisco (Britski et., 1984) há 16 famílias.

Variações sazonais ocorrem na bacia do rio Sorocaba, alterando seu nível e daí a disponibilidade de habitats. Na época seca foram obtidos os maiores valores de diversidade em abundância bem

como para a biomassa, podendo ser atribuído à redução do nível d'água e à conseqüente concentração dos peixes em locais restritos que oferecem melhores condições de sobrevivência. Entretanto não foi detectada nenhuma diferença entre as duas épocas do ano, através do teste "t" utilizado para tal fim. Segundo Catella (1992) possíveis modificações na abundância das espécies, entre uma época e outra podem ser mascaradas por variações introduzidas pelos diferentes aparelhos e esforço de captura, o que resultaria em falha de detecção das diferenças esperadas.

Podemos então concluir que, no período de 1995 e 1996, levando-se em consideração a não existência de diferenças na diversidade, tanto para número como para biomassa associada a correlação entre as épocas do ano, a variação sazonal não foi suficiente para produzir diferenças na comunidade entre uma época e outra.

Como a diversidade é constituída pela riqueza de espécies e equitabilidade, estes componentes também são influenciados pelas épocas do ano. Não houve separação das estações de coleta, segundo a época do ano amostrada (Figura 15). Isto pode ser entendido que, no período de estudo, a distribuição das abundâncias foi determinada pelos tipos de ambientes (lótico e lêntico), tamanho do ambiente e conseqüentemente os tipos de microhabitats disponíveis para as espécies de peixes, sendo que informações do habitat não foram obtidas no presente estudo.

Segundo Matthews (1998), flutuações sazonais no nível d'água afetam a comunidade de peixes. Para Kushlan (1976) e Junk (1989) a flutuação sazonal no nível d'água é o fator que mais influencia uma comunidade de peixes. Schlosser (1985) mostrou que diferenças no recrutamento de peixes são influenciadas por variações temporais no fluxo d'água e estas diferenças são as responsáveis pela variação na riqueza de espécies e, conseqüentemente, alteram a estrutura das comunidades de peixes. Kushlan, (1976) também verificou alterações na estrutura da comunidade (riqueza, diversidade e biomassa) em função da sazonalidade. Durante o período de estabilidade, a densidade de peixes diminuiu mas, a biomassa, o tamanho dos peixes, a riqueza e a diversidade aumentaram.

A composição ictiofaunística bem como as abundâncias das estações de coleta mostraram-se diferentes. As estações tidas como lóticas apresentaram predominância de siluriformes como os cascudos e bagres. Mas entre elas podemos distinguir estações ricas em microhabitats pela presença de troncos e galhos que servem de abrigo e baixa correnteza como é o caso das estações pj01, so04, ip01, ip02 e ip03. Nessas estações também houve alta abundância de lambaris e sagüirus.

As estações que apresentaram poucos habitats e alta correnteza, como o caso da estação pi01, as espécies predominantes foram de siluriformes como os cascudos, que estão adaptados a locais de alto hidrodinamismo. Além disso há estações com características lênticas, como so01, que apresentaram

alta abundância de sagüirus e lambaris, e ta01 e so03, com elevada abundância de caborjas, peixes típicos de ambientes de águas calmas.

A estação so03 é uma lagoa marginal onde foi coletado um indivíduo de curimatá. Smith & Barrella (1994) também coletaram curimatás nessas lagoas. A presença dessa espécie típica do leito do rio sugere a utilização dessas lagoas como criadouros de peixes (Sato et al., 1988; Godoy, 1995), em função da riqueza de alimentos e abrigos (Veríssimo, 1994) e também como alimentação para adultos.

A estação rm01 é detentora da comunidade mais específica, pois, nesta estação, foi coletado um grande número de predadores. Nesta estação ocorreu alta abundância de predadores como a traíra e o peixe cadela. A principal justificativa é que esse local surgiu a partir da queda de uma ponte que reduziu o fluxo de água do Ribeirão dos Macacos, formando um alagado. Daí as espécies predadoras tiveram maior disponibilidade de alimento uma vez que lambaris e carás se beneficiaram da formação desse ambiente. Além disso podemos cogitar a idéia de que as espécies tidas como presas utilizaram os diversos habitats criados pela vegetação inundada para se abrigar, dificultando sua coleta. Segundo Kushlan (1976) quando o ambiente está estável ou em estabilidade, as espécies predadoras são comuns, pois são pouco adaptadas a ambientes que sofrem flutuações no nível d'água como era antes de se tornar alagado. Como esta comunidade está em processo de estruturação, a pressão dos predadores pode ser entendida como a principal força na reestruturação da comunidade.

Ao que parece além das diferenças na distribuição das abundâncias das espécies entre as estações de coleta, existem diferenças marcantes entre as estações de coleta de um mesmo rio, como ocorreu nos rios Sorocaba, Ipanema e Sarapuí. A explicação para isso pode ser a existência de um gradiente físico (Vanotte et al., 1980) associado a um mosaico de habitats nos leitos dos rios como documentado por Pringle et al., (1988), que determinará diferentes composições e abundâncias ao longo do curso do rio. A heterogeneidade de habitats é um fator importante na diversidade de espécies de peixes (Schlosser, 1995).

Schlosser (1995) discute a influência da disposição dos habitats e seus recursos na ictiofauna. Em locais onde há vários tipos de habitats, que ele denominou de complementares, suportam muitas populações de peixes comparados a locais com habitats limitados e distantes. Além disso ele demonstrou que a heterogeneidade ambiental está relacionada com a interface água-terra em especial a vegetação ripária. Segundo Collares-Pereira et al.(1995) a interface água-terra é uma área que combina heterogeneidade ambiental, disponibilidade de refúgios e nutrientes. Segundo esses mesmos

autores, os peixes maiores preferem lugares mais profundos com cobertura ripária e os peixes menores habitam preferencialmente lugares rasos com cobertura de macrófitas

Em resumo, as diferenças nas estações estão relacionadas com os diferentes gradientes abióticos existentes ao longo do rio, tais como a diversidade de habitats, (Vannote et al. 1980; Johnson et al., 1995), a influência da velocidade da correnteza e tamanho do rio (Meffe & Sheldon, 1988), profundidade e tipo de substrato (Bain et al., 1988) e a interface água-terra (Schlosser, 1995). A quantidade de recursos como abrigos, alimentos e quantidade de habitats, contribuem para tornarem evidentes as diferenças entre as estações, influenciando assim a estrutura das comunidades de peixes (Schreck & Moyle, 1990), já que cada ambiente tem distintas características ambientais (Barrella & Petreire, 1994).

Como já discutido, distribuíram-se as abundâncias nas estações de coleta, agrupando-as de acordo com o tipo de ambiente (lótico e lêntico), tamanho do ambiente e conseqüentemente os tipos de habitats disponíveis para as espécies de peixes. Além disso foi constatada a influência da ecomorfologia na distribuição das abundâncias nas diferentes estações. Isto indica que as espécies mais abundantes estão morfologicamente mais adaptadas ao ambiente, ao passo que as menos abundantes são menos adaptadas.

De acordo com vários autores, diferenças na composição de espécies e abundância podem estar relacionadas à influência da velocidade da correnteza e tamanho do rio (Meffe & Sheldon, 1988), profundidade e tipo de substrato (Bain et al., 1988). Sendo assim, as características do ambiente interferem na composição e abundância das espécies, o que parece ser explicado pela ecomorfologia. As espécies mais abundantes, em ambientes lóticos por exemplo, possuem características morfológicas que minimizam os efeitos da correnteza e tornam a espécie mais apta a ocupar esse ambiente. Assim, a abundância dessa espécie tende a aumentar.

Com a poluição e o desmatamento, constatou-se um declínio na riqueza de espécies e também da diversidade na bacia do rio Sorocaba. Isto ficou evidente nas estações so02 e so03 comparadas a estação so01 situada próxima à cabeceira. Segundo Bain et al. (1988) estes impactos geram homogeneidade ambiental causando um decréscimo na diversidade. Em um mesmo rio há locais mais ou menos poluídos ou que possuem maior ou menor preservação da vegetação ripária, intensificando as diferenças na composição e abundância das espécies. Devemos, então, levar em consideração, além dos impactos ambientais, a sazonalidade, a estrutura de habitats e os fatores físico-químicos quando se quer estudar a estrutura da comunidade de peixes.

5.2 ALTERAÇÕES NAS CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA E SEU EFEITO NA COMUNIDADE DE PEIXES

Durante a realização desse trabalho, verificaram-se diferenças entre os valores de temperatura nas épocas chuvosa e seca que correspondem ao verão e ao inverno na região. Esta situação foi importante para determinar diferenças marcantes nas características físico-químicas da água nas estações de coleta. Comparando os valores de nitrogênio amoniacal e albuminóide nas épocas chuvosa e seca, nota-se que, na maioria das localidades, ocorreu um aumento na concentração dessas variáveis no período seco, fato este devido à redução do volume d'água, dificultando a diluição dos poluentes. De modo geral, todas as estações apresentaram alterações nas suas características físico-químicas, existindo localidades mais ou menos modificadas de acordo com a quantidade de efluentes lançados em suas águas.

Estas alterações podem ser reconhecidas como poluição. A poluição se caracteriza ecologicamente por uma ação eminentemente seletiva, alterando a composição química e física do meio, tornando imprópria a vida de um grande número de espécies de animais, incluindo os peixes, ao mesmo tempo que favorece o desenvolvimento de outros organismos tais como os decompositores (Branco, 1986).

A poluição tem sido abordada sob dois aspectos: sanitário e ecológico. No sentido sanitário, é considerada como qualquer alteração nas qualidades física, química ou biológica da água, que afeta diretamente o homem ou prejudica a sua utilização. No sentido ecológico a poluição engloba qualquer alteração na qualidade da água, que causa modificações nos ecossistemas aquáticos naturais (Silveira & Sant'Anna, 1990). Neste trabalho foi abordada a poluição no sentido ecológico, considerando as diversas alterações nas condições físico-químicas da água, que afetam de modo direto ou indireto os organismos aquáticos.

As variáveis que melhor indicaram a ação de poluentes orgânicos foram: nitrogênio amoniacal, nitrogênio albuminóide e dureza total. Nesta bacia hidrográfica os efluentes lançados nos corpos d'água são constituídos por cerca de 81,5% de origem doméstica e apenas 18,5% são de origem industrial (CETESB, 1992).

Dentre as variáveis abióticas, o nitrogênio amoniacal e o nitrogênio albuminóide foram aquelas que mais permitiram verificar a emissão de grandes quantidades de poluentes, principalmente materiais orgânicos, e a dureza total que indicou o lançamento de detergentes.

Outras variáveis como o ferro, a dureza, a cor e a turbidez, também ocorreram em concentrações alteradas nas estações. Estas alterações já foram verificadas no rio Sorocaba onde constataram-se valores fora do limite para oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal e pH além de fósforo, fenóis, manganês, mercúrio e surfactantes, variáveis estas não levantadas neste trabalho (CETESB, 1992).

A alteração na turbidez parece ser um indicador do desmatamento da vegetação ripária, já que com a retirada da vegetação marginal aumenta o aporte de sedimento para o leito do rio. Além disso o aumento da turbidez pode ser devido à presença de dragas para a extração de areia.

Dentre as 20 variáveis coletadas, podemos considerar as alterações do ferro e da dureza como também sendo uma influência da geologia (fisiografia). As demais variáveis que apresentaram alterações são determinadas principalmente por ações antrópicas.

As alterações no ferro e dureza podem ser atribuídas a dois fatores, (em ambos os casos dependendo da estação amostrada): alterações antrópicas e influências fisiográficas.

A elevada concentração de ferro nas estações ip01, ip02 e ip03 é devida principalmente ao fato do rio cruzar áreas ricas em minério de ferro, visto que a estação ip03 está localizada próximo a Fazenda Ipanema (FLONA) onde existem as ruínas da primeira siderúrgica do Brasil. Além disso o ferro pode precipitar-se com o aumento da concentração de matéria orgânica elevando sua concentração em locais poluídos. Já a dureza pode ser aumentada pela emissão de detergentes e derivados. Além disso a elevada concentração de dureza total nas estações pi01 e ip01 deve-se principalmente a existência de calcário, explorado por inúmeras mineradoras.

Camargo et al., (1996) verificaram que as características físico-químicas dos rios são determinadas em grande parte pelas características fisiográficas (litologia, relevo, vegetação e densidade demográfica) mas, quando esses rios recebem efluentes domésticos e industriais este é o fator preponderante nas características físico-químicas e nas diferenças existentes.

A Tabela 35 mostra os valores recomendados para a manutenção de organismos aquáticos segundo EPA (1976). Esta caracterização é limitada pela falta de dados de metais pesados e fenóis, que caracterizam outras fontes de poluição. Segundo CETESB (1992 e 1995), metais pesados, fenóis e outros compostos, originados pela utilização de agrotóxicos, estão presentes principalmente no rio Sorocaba. Isto evidencia alterações que as descargas de esgotos, causam nos ecossistemas aquáticos, alterações essas que podem afetar a biota aquática e também disseminar doenças entre a população (Camargo et al., 1995).

A bacia do rio Sorocaba recebe diariamente as seguintes cargas orgânicas tanto de origem industrial como doméstica: o alto Sorocaba onde está situada a estação so01 recebe 1.958 kg de

DBO/dia; já o trecho Sorocaba /Pirajibu, onde estão situadas a maioria das estações, recebe 38.859 kg de DBO/dia; e o baixo Sorocaba onde está localizada a estação so04, recebe 7.940 kg DBO/dia (CETESB, 1995). Deste total 83% é de origem doméstica e 17% de origem industrial.

Tabela 35- Valores recomendados para a manutenção de organismos aquáticos dulcícolas segundo EPA, 1976.

Variáveis	Unidade	Valores
Temperatura	°C	20-29
pH	U pH	6,5-9,0
Oxigênio dissolvido	mg/l	4-10,0
Oxigênio consumido	mg/l	2,5-5,0
Nitrogênio amoniacal	mg/l	Até 0,5
Turbidez	UNT	2-5
Cloretos	mg/l	Até 250
Nitrogênio nitrito	mg/l	Até 1,0
Nitrogênio nitrato	mg/l	Até 10,0
Ferro	mg/l	0,3-1,0
Dureza total	mg/l	40,0-100,0
Cor	mg/l	10-20
Condutividade	μ.Scm	3000
CO ₂	mg/l	1,0-2,0

Além da variáveis utilizadas, existe a influência das variações nictimerais que em ecossistemas aquáticos tropicais é considerada mais importante que as variações sazonais no que se refere a variáveis físico-químicas (Camargo et al., 1995). Sendo assim, o oxigênio dissolvido, o pH, a alcalinidade e o CO₂ podem apresentar-se elevados no período da tarde e menores na madrugada e primeiras horas da manhã, mascarando algumas informações a respeito da influência dessas variáveis ou de outras que apresentam o mesmo comportamento. Este é o comportamento dessas variáveis em águas ricas em nutrientes entre eles nitrogênio e fósforo o que caracteriza a eutrofização (Jobling, 1995).

A variação nictimeral é verificada pelos processos fotossintéticos que ocorrem durante o dia, enriquecendo a água com oxigênio e retirando o CO₂, aumentando o pH. A taxa de fotossíntese é maior do que a taxa de respiração aeróbica. Durante a noite o processo se inverte devido a respiração, reduzindo as concentrações desses gases e aumentando a de outros.

As estações de coleta foram divididas em estações que recebem grande quantidade de efluentes, estações que possuem nítida melhora nas condições físico-químicas na época chuvosa e estações que recebem baixa carga de efluentes. Apesar disso as variáveis físico-químicas não influenciaram a distribuição da abundância das espécies de peixes nas estações de coleta. Segundo Suzuki et al. (1997) a influência das variáveis limnológicas na ictiofauna é mais efetiva em ambientes lânticos,

onde pode haver a retenção de nutrientes por estratificação térmica da coluna d'água, ocasionando alterações físico-químicas. Por outro lado em ambientes lóticos, devido a sua dinâmica, esse fato normalmente não ocorre.

Mesmo assim foi constatado que as estações mais impactadas possuem as menores diversidades e abundâncias. Branco, (1986), relata que a principal causa da ausência ou limitação do número de espécies de peixes ou indivíduos em cursos d'água, é a falta de O₂ em locais receptores de despejos orgânicos. Além do oxigênio dissolvido, os valores de turbidez, oxigênio consumido, dureza, nitrogênio amoniacal e albuminóide apresentaram valores que podem ser letais aos peixes (EPA, 1972; Hess et al, 1974), contribuindo para a diminuição da complexidade da comunidade.

Estações como so03, pj01, ta01 e pi01, cujas águas apresentaram as maiores alterações em suas características físico-químicas, indicaram valores menores de diversidade e riqueza de espécies, além da alta dominância por parte de algumas espécies. Deve-se enfatizar que não é só a poluição que contribui para a baixa diversidade e riqueza de espécies, mas também a estrutura do ecossistema.

Outra comprovação da ação de poluentes na comunidade de peixes é o aumento da diversidade e riqueza de espécies na estação so04 comparada às estações so01, so02 e so03 situadas mais à montante. Isto deve-se ao distanciamento das fontes poluidoras (Cook, 1976; Dines & Wharf, 1985). Além disso os poluentes lançados nos trechos anteriores foram depurados, enriquecendo a estação so04 com nutrientes, essenciais à biota. Porém, não devemos, esquecer que à medida que se distancia da nascente, o rio torna-se maior, aumentando a diversidade de habitats, possibilitando o aumento da riqueza de espécies (Vannote et al., 1980).

Os contaminantes presentes nos efluentes domésticos e industriais produzem os mais diversos efeitos no meio aquático (Silveira & Sant'Anna, 1990). A influência mais direta nas espécies de peixes é a mortandade, a eliminação de algas e espécies de animais que servem como base para a sua alimentação (Silveira & Sant'Anna, 1990). Os efeitos sobre as comunidades de peixes são a diminuição da riqueza e abundância das espécies, acarretando diminuição na diversidade e o aumento da dominância de espécies mais resistentes (Branco, 1986), como foi documentado por Costa et al. (1995) no reservatório da Billings, São Paulo.

A deterioração dos habitats aquáticos, devido a poluição, age diretamente na estrutura das comunidades de peixes, sendo essas comunidades indicadores sensíveis de alteração ambiental, quando são verificados níveis acelerados de impacto (Ribeiro, 1994).

Isto pode ser verificado com relação à espécie *Hoplosternum litoralle* (caborja) que apresentou altas abundâncias em locais mais poluídos como so03 e ta01 e baixas abundâncias em locais mais

preservados como so01, ip01, ip02 e ip03. Silva (1995) mostrou que esta espécie foi a mais capturada e a degradação do rio permitiu a sua maior colonização. Também relata que a abundância de alimento, ausência de espécies competidoras e a respiração acessória são favoráveis ao sucesso desta espécie, que é muito rústica, conseguindo viver em águas com baixa concentração de oxigênio dissolvido e poluídas, além de sobreviver por longos períodos em ambientes com reduzido volume d'água (Kraner et al., 1978; Matos et al., 1993).

Além da existência de características morfológicas e fisiológicas, que beneficiam algumas espécies no que se refere a poluição, os peixes sobem rio acima para fugir desta (Gilbert, 1989), além de procurarem tributários com características mais preservadas. Isto também foi evidenciado por Townsend (1997) para invertebrados, onde verificou que trechos rio acima podem ser utilizados como refúgios. Após um período em que um rio ou riacho esteve submetido a algum tipo de impacto, os peixes retornam se este apresentar melhores condições devido ao tratamento de esgoto (Gilbert, 1989; Wootton, 1990). Hassell et al. (1988) relataram que a melhora na qualidade da água devido ao tratamento de efluentes gera o aumento da riqueza e diversidade de espécies. Sendo assim o tratamento do esgoto na bacia do rio Sorocaba é a melhor saída para aumentar e manter a riqueza e a diversidade de peixes.

Apesar dos impactos, de maneira geral as estações de coleta, com poucas exceções, apresentaram altos índices de diversidade. Segundo Connell (1978), em locais com distúrbios de escala intermediária, a diversidade pode ser aumentada. Já na ausência de distúrbio, a exclusão competitiva pode reduzir a diversidade de espécies. Se o distúrbio for em grande escala também ocorre a perda de espécies e a redução na diversidade. A hipótese do distúrbio intermediário tem sido amplamente estudada em invertebrados aquáticos, zooplâncton e fitoplâncton (Rojo & Cobelas, 1993; Reynolds, 1993; Townsend et al., 1997) mas, na maioria dos casos não aborda a poluição como um distúrbio.

A semelhança na diversidade entre estações tidas como mais preservadas e mais impactadas na bacia do rio Sorocaba pode ser justificada pelas afirmações de Connell, 1978. Tal semelhança, ou até mesmo a maior diversidade das estações poluídas, pode ser atribuída a escala intermediária do distúrbio. Porém a poluição e o desmatamento são novos tipos de distúrbio, aos quais os organismos ainda não se adaptaram. Assim sendo, como as comunidades tropicais são diversificadas, suas populações são reduzidas, aumentando as chances de que os novos distúrbios causem a redução das espécies (Connell, 1978). Sendo assim é necessário a realização de estudos mais específicos do uso

desta hipótese utilizando comunidades de peixes para se ter uma conclusão mais precisa da validade desta hipótese para comunidades de peixes.

Embora já se saiba que a poluição desencadeia uma série de conseqüências às comunidades de peixes, ainda não se pode determinar com precisão se é possível sua regeneração, e em quanto tempo poderá ocorrer, tendo em vista o aumento gradativo da emissão de poluentes, levando essas comunidades a se tornarem cada vez menos complexas. De posse desses conhecimentos, pode-se utilizar comunidades de peixes como indicadores de poluição, uma vez que são sensíveis para uma grande quantidade de estresses e estão sujeitas a efeitos diversos da poluição em outros componentes do ecossistema aquático, em virtude da dependência deles para a reprodução, alimentação e crescimento (Karr, 1981 apud Faush, 1990).

5.3 RIQUEZA DE ESPÉCIES, DIVERSIDADE, DOMINÂNCIA E MODELOS DE ESPÉCIE-ABUNDÂNCIA

A riqueza da ictiofauna da bacia do rio Sorocaba é de 38 espécies dos quais 14 ocorrem no reservatório de Itupararanga. Estes valores parecem semelhantes aos obtido pelo ajuste lognormal. Através do modelo lognormal, os valores encontrados para a bacia do rio Sorocaba e para o reservatório de Itupararanga foram 39 e 15 espécies respectivamente. Pelo método usado não foi possível obter o intervalo de confiança.

Sendo assim através da estimativa “Jackknife” onde foram obtidos 44 e 16 espécies, o intervalo de confiança é de 39 e 49 para a bacia toda e de 12 e 21 espécies para o reservatório de Itupararanga. Para a bacia a riqueza de espécies amostrada não está dentro do respectivo intervalo, e sabendo-se que a estimativa “Jackknife” superestima a riqueza da comunidade podemos concluir que o valor obtido por esta estimativa não é real, mas levando-se ainda em consideração o inventário de espécies contido neste trabalho, onde relaciona 56 espécies, a estimativa “Jackknife” parece ser a mais representativa. Já no caso do reservatório de Itupararanga as 14 espécies identificadas está dentro do intervalo proposto pela estimativa “Jackknife”. Sendo assim o valor de 15,9 obtido pelo método “Jackknife” parece ser muito coerente.

Índices de diversidade e curvas do componente dominância da diversidade, têm sido amplamente utilizados para caracterizar comunidades (Whittaker, 1965; Faush et al., 1990; Tonhasca Jr., 1994). Existem inúmeras vantagens e desvantagens da utilização destes tipos de índices. As vantagens são: 1) os índices são largamente utilizados para avaliar a qualidade do ambiente; 2) são facilmente

calculados. Já as desvantagens do uso desses índices estão relacionadas com o tamanho das amostras e as diferentes influências que cada região pode sofrer sob ação de diferentes distúrbios (Faush et al, 1990).

Comparando as duas épocas do ano, no que se refere a diversidade numérica e por biomassa não houve diferenças estatísticas entre as estações de coleta ao longo da bacia bem como para o reservatório de Itupararanga. May (1975) demonstrou que a diversidade de Shannon-Wiener é um pobre discriminante de assembléias com padrões logserie e lognormal. Apesar de distinguir as estações de coleta, os índices de diversidade são limitados, pois evidenciam diferenças sem contudo indicar o porquê.

Em comunidades influenciadas pela poluição, como é o caso da comunidade desta bacia hidrográfica, ocorre o aumento das espécies dominantes. Neste caso, segundo Tonhasca, (1994) os índices de diversidade têm forte componente do acaso, causado pelo fato da abundância das espécies dominantes estarem sujeitas a variação sazonal. Sendo assim, em comunidades onde poucas espécies são altamente dominantes a diversidade é melhor avaliada pela análise em separado de padrões de dominância e riqueza em vez de índices de diversidade (Tonhasca, 1994).

Os testes realizados para a comunidade da bacia bem como para a comunidade do reservatório demonstraram que estas se ajustaram à série logarítmica e lognormal, indicando que são maduras, grandes, diversificadas e com grande variedade natural (Magurran, 1988; Tokeshi, 1993). Gray, (1987) sugere que a série logarítmica tem-se mostrado adequada quando as amostras são provenientes de grandes comunidades. Além disso este modelo pode simplesmente descrever pequenas amostras de comunidades também ajustadas pelo modelo lognormal (Preston, 1948).

O índice α obtido no ajuste da logserie tem sido recomendado como uma medida de diversidade, por não ser afetado pelo tamanho da amostra e possuir uma boa habilidade discriminatória (Tokeshi, 1993; Krebs, 1989). Para a bacia foi obtido um H' de 4,011 enquanto que α foi de 6,96. Ao que parece, o H' obtido não reflete a real diversidade da bacia, podendo ter sofrido o efeito da pequena amostragem além de que ela é seletiva. Para o reservatório de Itupararanga o α foi igual a 2,24 enquanto que H' foi igual a 2,724. Neste caso a amostragem foi representativa pelo valor da diversidade de Shannon-Wiener ser superior ao de α .

Estas comunidades não se ajustaram à série geométrica pois esta é caracterizada pela baixa riqueza de espécies bem como em comunidades em estágios primários de sucessão (May, 1975; Magurran, 1988) o que não é o caso desta. O não ajuste ao modelo Broken-stick se deve principalmente porque este modelo prediz comunidade com uma alta uniformidade na distribuição

dos indivíduos nas espécies (May, 1975; Magurran, 1988), o que não acontece nesta bacia hidrográfica e nem no reservatório de Itupararanga.

O ajuste apenas para os modelos lognormal e logserie deve ter sido uma consequência da utilização do conjunto de dados total para a bacia e para o reservatório. A maioria das comunidades se ajustam aos padrões de distribuição lognormal (Sugihara, 1980 apud Magurran, 1988). May (1981) apud Tokeshi, 1993 observou que o modelo lognormal, freqüentemente associado com comunidades não perturbadas, tende a ser substituído pela série geométrica ou logserie devido a processos de poluição orgânica. Sendo assim o ajuste para cada estação de coleta poderia refletir outros resultados, inclusive a detecção de estações que se ajustassem ao modelo geométrico, como uma consequência da poluição.

Frontier, (1985) sugere que a utilização desses modelos é uma ferramenta para a detecção de perturbações no ecossistema devido à poluição, onde as mudanças faunísticas são difíceis de determinar por causa da variabilidade das amostras. Quando comunidades são submetidas a poluição, esta diverge da distribuição lognormal, mas se esta perturbação persistir, esta comunidade retorna ao equilíbrio e adapta-se novamente à distribuição lognormal.

A utilização desses modelos devem ser realizadas com critério e cuidado, pois estes modelos envolvem hipóteses muito abstratas e gerais. Admitindo-se isto os modelos devem ser um poderoso método de análise e comparação entre ecossistemas (Frontier, 1985).

5.4 EFEITOS DO REPRESAMENTO NA COMUNIDADE DE PEIXES

De acordo com Castro & Arcifa, (1987) as espécies mais freqüentes nos reservatórios do Estado de São Paulo são: *Geophagus brasiliensis*, *Hoplias malabaricus*, *Astyanax bimaculatus* e *Tilapia rendalli* sendo as mais abundantes: *Cyphocharax modestus*, *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bimaculatus* e *Geophagus brasiliensis* o que é confirmado no reservatório de Itupararanga, onde as espécies mais freqüentes foram: *Astyanax fasciatus* e *Cyphocharax modestus*.

Estudos mais recentes em reservatórios de Barra Bonita (Castro, 1994), Promissão (Amaral & Petreire, 1994) e Americana (Romanini, 1989) vêm corroborar estes resultados. Esta similaridade já era esperada, visto que estes reservatórios estão localizados na mesma bacia hidrográfica, mas o ponto de maior importância é que em se tratando de reservatórios na bacia do rio Tietê, as espécies mais pré-adaptadas ao ambiente lântico são: sagüiru (sp25-*Cyphocharax modestus*), lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*), tambú (sp03-*Astyanax bimaculatus*), cará (sp15-*Geophagus brasiliensis*),

mandi (sp19-*Iheringichthys labrosus*), cadela (sp32-*Oligossarcus paranensis*) e a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*).

A construção de barragens não só modifica as características físico-químicas da água (Branco, 1977) como também altera a estrutura das comunidades de peixes (Godoy, 1995). Inúmeros trabalhos têm relatado a influência dos represamentos na comunidade de peixes. Entre eles destacam-se: Esteves, (1988); Fernando & Holcik, (1991); Beaumord, (1991); Duncan & Kubecka, (1995), além de trabalhos realizados em reservatórios da bacia do Paraná, principalmente no rio Tietê como Castro & Arcifa, (1987); Romanini, (1989); Castro, (1994); Godoy, (1995); Petrere, (1996); Agostinho et al. (1997); Barrella, (1998).

A criação de um novo ecossistema, que passa a ser lântico, constitui de certa forma o maior impacto sobre a comunidade remanescente à montante do barramento (Beaumord, 1991). Petrere, (1996) relata vários efeitos do represamento na ictiofauna, destacando o isolamento de populações e a redução de espécies migratórias. O represamento, através das barragens, pode em muitos casos se constituir numa barreira intransponível a qualquer espécie de peixe, que em muitos casos poderá isolar sítios e zonas específicas (rio acima), para onde determinadas espécies costumavam se dirigir para reproduzir ou alimenta-se (Paiva, 1978; Wanakule, 1982; Bernaczeck, 1984; Petrere, 1985; Petrere, 1989 apud Beaumord, 1991; Godoy, 1995).

Além desses efeitos ocorre o aumento do tamanho de populações de espécies que foram privilegiadas com o aumento da disponibilidade de alimento, das áreas reprodutivas e redução da pressão exercida por seus predadores (Beaumord, 1991). Para minimizar o impacto das barragens nas migrações dos peixes, escadas, transporte de peixes à montante da barragem entre outras técnicas têm sido aplicadas. Mas a eficiência dessas técnicas geram controvérsias, como por exemplo a dificuldade que têm os pequenos curimatás de subir as escadas (Petrere, 1996). Mesmo assim, hoje em dia já existem leis regulamentando a construção de escadas para peixes em barragens, como a lei 12.488 de 9 de abril de 1997, no estado de Minas Gerais, e em São Paulo.

De acordo com Fernando & Holcik, (1991); Castro & Arcifa, (1987); Agostinho et al. (1997), a comunidade de peixes do reservatório é derivada da ictiofauna já existente no rio represado. A colonização é feita principalmente por espécies pré-adaptadas às condições lacustres do novo ambiente. Isto ficou evidente nas estações represadas tanto do rio Sorocaba como em seus afluentes. A ictiofauna identificada no reservatório de Itupararanga (estação so01), quando comparada as estações mais à jusante (so02 so03 e so04), são similares, diferindo na abundância de algumas espécies que se adaptaram melhor ao represamento.

Visto que a maioria das espécies se adaptaram bem ao ambiente lântico, a ictiofauna provavelmente não foi muito alterada, caso semelhante ao ocorrido no reservatório do Segredo (Agostinho et al., 1997). Deve-se entretanto não descartar que as espécies que se adaptaram ao reservatório possuem menores restrições no que se refere a alimentação, abrigo e reprodução sendo que os diversos impactos ao quais o rio Sorocaba está sendo submetido à jusante da barragem podem ter contribuído para a redução das espécies, aumentando a similaridade com o reservatório.

Apesar da pequena diferença diagnosticada entre a ictiofauna do reservatório de Itupararanga e outras estações situadas no rio Sorocaba não represado, algumas espécies provavelmente deixaram de habitar esses locais ou tiveram suas populações reduzidas. Dentre elas estão: lambe-lambe (sp23-*Apareiodon cf. piracicabae*), curimbatá (sp06-*Prochilodus lineatus*), bagre (sp16-*Rhamdia* sp), cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroide*) e a tabarana (sp13-*Salminus hilarii*).

O reservatório de Itupararanga por ser antigo (100 anos), abriga uma comunidade que apresenta um elevado grau de estruturação. Segundo Lowe-McConnell (1987) o tempo que uma comunidade de peixes leva para alcançar a estabilidade temporal é variável estendendo-se de 5 a 15 anos.

Diversos fatores são responsáveis pela estruturação das assembléias de peixes em ecossistemas aquáticos continentais (Matthews et al., 1992; Lyons, 1996; Reyes-Gavilán et al., 1996; Taylor et al., 1996; Snodgrass et al., 1996 apud Agostinho et al., 1997). A estruturação da comunidade de peixes do reservatório de Itupararanga parece ter sido fortemente influenciada pelas características dos habitats existentes, como tipo de fundo, vegetação macrófita e marginal além da profundidade, já que esses habitats são importantes para os peixes como locais de abrigo e alimentação (Petriere, 1996), principalmente na zona litoral do reservatório (Fernado & Holcik, 1991), já que a distribuição da abundância nas estações de coleta foram pouco influenciadas pelas variáveis físico-químicas como sugeriu o teste de Mantel, apesar de existir congruência entre as matrizes de dados abióticos e abundância.

A pequena congruência entre as duas matrizes deve-se à pequena quantidade de variáveis utilizadas para caracterizar os habitats do reservatório como vegetação marginal, macrófita e tipo de fundo. Talvez, se fossem obtidas outras informações do habitat, a congruência entre as matrizes fosse maior. Outra característica do reservatório mostrada pela análise de agrupamento utilizando as variáveis ambientais foi a distinção das estações de coleta entre as épocas seca e chuvosa. Na época seca as variáveis mais importantes foram profundidade, tipo de fundo e vegetação marginal ao passo que na época chuvosa as variáveis físico-químicas foram as responsáveis pelo agrupamento das

estações. Sendo assim no reservatório de Itupararanga, dependendo da época do ano, um determinado conjunto de variáveis ambientais influenciará a comunidade de peixes em sua distribuição espacial.

Apesar da ampla distribuição das espécies por todo o reservatório, a abundância é influenciada pela competição comprovada pelo predomínio de determinadas espécies em estações diferentes. A análise de agrupamento das estações de coleta evidenciou que as estações onde há o predomínio do lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) ou o saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*) ocorre apenas um predador, na maioria dos casos o lambari-bocarra (sp32-*Oligossarcus paranensis*). Já em locais com a alta abundância tanto de lambari (sp02-*Astyanax fasciatus*) como do saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*) e cará (sp15-*Geophagus brasiliensis*), o número de predadores aumentam, pela maior disponibilidade de alimento. Segundo Matthews (1998) locais com grande número de piscívoros possui um número maior de presas. Agostinho et al. (1997) também verificaram que interações interespecíficas, principalmente, a predação são importantes processos que influenciam a distribuição e composição das espécies de peixes em reservatórios.

Além disso, esse padrão de coexistência pode ser um indício de exclusão competitiva uma vez que lambaris e carás são omnívoros se alimentando principalmente de crustáceos e insetos. Já os mandis (sp16-*Rhamdia* sp e sp19-*Iheringichthys labrosus*), a traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) e o lambari-bocarra (sp32-*Oligossarcus paranensis*) são piscívoros enquanto que o saguirú (sp25-*Cyphocharax modestus*) é ilíofago (Romanini, 1989). Neste caso seria interessante fazer o conteúdo estomacal para comprovar esta idéia.

Outros fatores contribuem para a estruturação da comunidade de peixes em reservatórios, tais como os fatores físico-químicos, que recebem a influência direta da operação do reservatório, podendo eliminar ou reduzir as populações que desovam nas margens (Castro & Arcifa 1997) além da sazonalidade, da dependência do volume, morfometria, tempo de retenção e dos impactos na represa (Tundisi, 1993), estruturas de habitats e interações intra e interespecífica (Agostinho et al., 1997). Amaral & Petreire, (1994) concluíram que fatores ambientais (características físico-químicas) determinam a primeira escala de estruturação das comunidades de peixes do reservatório de Promissão (SP).

A baixa riqueza de espécies (14) encontrada no reservatório pode ser atribuída ao fato da área ser próxima à cabeceira, possuindo menor riqueza e diversidade com relação a trechos mais a jusante. Além disso pode ter ocorrido uma redução nos anos subseqüentes a sua construção, devido à diminuição de áreas favoráveis à reprodução e ao desenvolvimento inicial de algumas espécies

(Bailey, 1996 apud Agostinho et al., 1997). Estas e outras suposições dificilmente serão comprovadas pela inexistência de estudos anteriores e posteriores à sua construção.

A estação rm01 sofreu um processo accidental de represamento parcial devido à queda de uma ponte sobre a rodovia Raposo Tavares. Este acidente aconteceu em 1993 e as coletas foram realizadas em 95 e 96, sendo portanto recentes tanto o ambiente como a estruturação de sua comunidade de peixes. As coletas indicaram o predomínio de espécies piscívoras como a traíra (*Hoplias malabaricus*) e a cadela (*Acestrorhynchus lacustris*)

Este tipo de alteração pode ser verificado nas estações rm01 e so01, que foram represadas, no caso a localidade rm01 para construção de uma rodovia e a estação so01 para a construção de uma barragem. Nos dois casos as comunidades de peixes sofreram alterações em sua estrutura, aumentando as populações de peixes que preferem ambientes lênticos. Em particular na estação rm01 há o predomínio da traíra (sp01-*Hoplias malabaricus*) e cadela (sp11-*Acestrorhynchus lacustris*), muito abundantes atualmente, e que não eram muito pescados antes do represamento, onde bagres, carás e lambaris eram mais capturados.

O assoreamento exerce muitas influências ao represamento, contribuindo também para modificação do leito dos rios, em muitos casos formando barreiras aos peixes na época de reprodução. No que diz respeito à qualidade da água, os represamentos e os assoreamentos causam modificações na correnteza, elevando-se a temperatura da água na superfície, acumulando sais minerais e permitindo a eutrofização assim como modificações nos valores de pH (Branco et al, 1977). Essas interferências, principalmente o assoreamento são muito comuns nos rios da bacia, devido principalmente à devastação das matas ciliares e extração de areia. De modo geral podemos afirmar que tanto os represamentos, como os assoreamentos que ocorrem na bacia contribuem para alterações no equilíbrio hidrológico bem como no equilíbrio da estrutura das comunidades de peixes.

5.5 CARACTERIZAÇÃO ECOMORFOLÓGICA DAS ESPÉCIES DE PEIXES DA BACIA DO RIO SOROCABA

A relação entre os caracteres morfológicos e os aspectos ecológicos tem sido amplamente analisada por vários autores (Gatz, 1979; Watson & Balon, 1984; Mahon, 1984; Beaumord, 1991; Barrella et al., 1994). Assim, o conhecimento sobre a ecologia dos peixes tais como a ocupação de habitats e utilização de recursos podem ser inferidos através das características morfológicas, como por exemplo a relação direta entre o formato do corpo e a maneira como o habitat é utilizado

(Winemiller, 1991) ou a orientação relativa da boca, que indica em que posição na coluna d'água normalmente a alimentação ocorre, ou ainda a largura do intestino que é menor em piscívoros e maior em herbívoros (Winemiller, 1992).

Sendo assim, é comum a utilização da ecomorfologia para se entender a dinâmica biológica dos peixes (Motta et al. 1995), podendo ser definida como o estudo das relações entre fatores ambientais, bióticos e a forma dos peixes (Motta & Kotrschal, 1992 apud Motta et al. 1995). A utilização da ecomorfologia para as espécies de peixes, pode indicar aspectos importantes da ecologia, podendo os atributos ecomorfológicos indicar o nicho ocupado pela taxocenose (Watson & Balon, 1984) além de demonstrar padrões de relação entre a morfologia dos peixes e o uso dos recursos do ambiente (Wainwright & Richard, 1995).

Muitos autores consideram que as diferenças morfológicas dos peixes são resultantes de pressões ambientais e biológicas (Mahon 1984; Balon et al., 1986 apud Barrella et al., 1994) e que estas diferenças, relacionadas aos seus aspectos funcionais, possibilitam caracterizar ecologicamente os organismos (Livingston, 1995), como sua preferência alimentar e por habitat. Ou seja, a forma das nadadeiras, do corpo e da boca influenciam a performance do peixe (Watson & Balon, 1984; Winemiller, 1991 e 1992), sendo estas características ecomorfológicas utilizadas como indicadores da ocupação de diferentes tipos de habitats e possíveis adaptações para viverem nesses ambientes (Gatz, 1981; Mahon, 1984; Balon, 1986; Beaumord, 1991; Barrella et al., 1994).

No presente trabalho o resultado da PCA sobre os dados ecomorfológicos foram semelhantes aos obtidos por Balon et al. (1986); Barrella (1989), Beaumord (1991) e Ribeiro (1994), no que se refere a variância explicada pelos dois primeiros componentes. A interpretação dos dois primeiros componentes também foram semelhantes, divergindo apenas na interpretação do primeiro componente, uma vez que Barrella (1989) e Beaumord (1991) interpretaram como atividade natatória e nesse presente trabalho foi interpretado como posição na coluna d'água.

Cabe aqui levantar a possibilidade dos atributos ecomorfológicos mais representativos no primeiro componente ter dupla interpretação, além de que a atividade natatória e a posição na coluna d'água são determinadas por muitos atributos ecomorfológicos em comum, o que poderá gerar dúvidas na interpretação. A justificativa para a escolha da posição na coluna d'água como interpretação do primeiro componente foi a importância apresentada pela orientação da boca e a posição relativa dos olhos, já que orientação da boca indica em que posição na coluna d'água o peixe se alimenta e a posição relativa dos olhos indica que os peixes bentônicos possuem olhos mais dorsais e os peixes nectônicos possuem olhos mais laterais.

O lambari bocarra (sp32-*Oligossarcus paranensis*), o saguiru (sp24-*Steindachnerina insculpta*) e a pirambeba (sp05-*Serrassalmus spilopleura*) apresentaram elevados índices de compressão, altura relativa, razão aspecto da nadadeira peitoral, comprimento relativo do pedúnculo caudal, razão aspecto da nadadeira caudal, características estas encontradas em espécies com elevada atividade natatória com preferências por alimento de pequeno a médio porte, por apresentarem baixos índices de largura relativa da boca, área relativa da boca e comprimento relativo da cabeça. O lambari bocarra (sp32-*Oligossarcus paranensis*) é carnívoro e ocupa ambientes com correntezas (Caramaschi, 1986) e geralmente localiza-se entre a superfície e a meia-água (Uieda, 1984). Apesar disso foi encontrado em grande abundância no reservatório. A pirambeba (sp05-*Serrassalmus spilopleura*) é carnívora, habitando preferencialmente remansos enquanto que o saguiru (sp24-*Steindachnerina insculpta*) atua como iliófago.

A maioria das espécies ocupa a meia água e o fundo. Estas espécies de modo geral possuem preferências por partículas pequenas, sendo detritívoras ou herbívoras, devido aos baixos valores encontrados nos atributos como comprimento e largura relativa da cabeça e área relativa da boca. A outra espécie de saguiru (sp25-*Cyphocharax modesta*) é encontrada próxima ao fundo, e em águas mais paradas (Nomura, 1981; Uieda, 1984) sendo que o lambe-lambe (sp23-*Apaieirodon cf. piracicabae*), que consome larvas e insetos aquáticos, prefere águas mais correntes (Nomura, 1981). Ambas as espécies possuem atividade natatória relativamente alta. O bagre (sp37-*Rhamdia hilarii*) possivelmente permanece no fundo entre a vegetação (Uieda, 1983), alimentando-se de insetos e pequenos peixes.

Já o caborja (sp10-*Hoplosternum litoralle*) alimenta-se de insetos e também de detritos preferindo os remansos. O cascudo (sp28-*Hypostomus ancistroides*) prefere correnteza, vivendo entre o capim marginal e a superfície, também encontrado entre pedras (Uieda, 1984; Caramaschi, 1986); sua dieta é baseada em algas (Nomura, 1981). Estas espécies apresentam baixa atividade natatória.

Algumas espécies apresentaram altos índices de área relativa da nadadeira peitoral e caudal encontrado em espécies com baixa atividade natatória e baixos índices de largura e área relativa da boca e comprimento relativo da cabeça. Estas características são de peixes que se alimentam de pequenas partículas (detritívoros e herbívoros). Pertencem a este grupo o cascudo (sp27-*Hypostomus margaritifer*) e o cascudo viola (sp26-*Rineloricaria latirostris*), vegetarianos que se alimentam de algas, possuindo baixa atividade natatória, sendo mais encontrados em ambientes que possuem correntezas, sendo considerados bentônicos.



A *tuvira* (sp07-*Gymnotus carapo*) difere das demais pois apresenta elevados índices de largura e área relativa da boca e comprimento relativo da cabeça indicando como preferência alimentar partículas grandes, sendo considerada carnívora alimentando-se de larvas, insetos e pequenos peixes (Nomura, 1981; Uieda, 1984). A baixa atividade natatória desta espécie foi indicada pelos altos índices da área relativa da nadadeira peitoral e caudal típico de espécies com baixa atividade natatória, sendo localizada em remansos na meia água e próximo ao fundo (Uieda, 1984), tendo alta atividade noturna, passando o dia abrigada em macrófitas e vegetação marginal.

A análise dos dados ecomorfológicos mostrou diferenças entre as espécies de peixes e indicou a existência de uma diversificação ecomorfológica na bacia do rio Sorocaba. Winemiller (1991) documentou a existência de uma grande diversificação ecomorfológica em peixes de água doce. Esta diversificação propicia aos peixes ocupar os diferentes habitats existentes nos ecossistemas aquáticos, bem como explorar pequenas porções dos recursos disponíveis (Gatz, 1981; Mahon, 1984; Balon, 1986; Barrella et al. 1994). Gatz, 1979 apud Wooton, 1990, concluíram que as espécies de peixes não dividem os recursos ao acaso. Esta divisão é realizada através de especializações morfológicas, especialmente relacionada com a alimentação (Moyle & Senamayake, 1984 apud Wooton, 1990).

Na bacia do rio Sorocaba não é diferente. O partilhamento dos recursos ocorre em relação à distribuição vertical das espécies na coluna d'água. Além disso ficou evidente a existência de espécies generalistas e especialistas, além de que espécies muito próximas filogeneticamente como os cascudos (*Hypostomus ancistroides* e *Hypostomus margaritifer*) que compartilham os mesmos recursos sem competirem, pois ocupam áreas distintas. No rio Baran-Bornéo, Watson & Balon (1984) verificaram os mesmos resultados, ou seja, o partilhamento dos recursos ocorre verticalmente, sendo os tipos de nicho identificados como superfície, pelágico, bentônico e substrato. A existência de categorias de habitats, como bentônico, meia-água e superfície, indicando especializações, também foi levantado por Winemiller, (1992). Este mesmo autor evidenciou o mesmo em relação às guildas tróficas, visto que as espécies apresentaram dietas herbívoras, ilíofagas, carnívoras ou omnívoras.

Mas os diferentes modos de divisão dos recursos não são limitados, Barrella et al. (1994), verificaram a existência de espécies generalistas e outras consideradas especialistas. Segundo Matthews (1998) em relação as características tróficas, a especialização em peixes parece ser exceção, pois a maioria é omnívora. Embora a atribuição do caráter especialista/generalista tenha sido dado empiricamente, podemos concluir que a ocupação do nicho não é estática e sim dinâmica,

pois temos muitos padrões de morfologia para ocupar os mais diferentes habitats e explorar os mais diferentes recursos.

Muitos trabalhos têm testado a correlação entre dieta e morfologia, habitat e morfologia (Wikramanayake, 1990), e até mesmo classificação filogenética e morfologia (Douglas & Matthews, 1992). O uso da ecomorfologia não pára por aí. Padrões de distribuição das abundâncias também podem ser estudados pela ecomorfologia. Para a bacia do rio Sorocaba a ecomorfologia influenciou a distribuição das abundâncias nas estações de coleta, já que o teste de Mantel mostrou que existe congruência entre a matriz de dados ecomorfológicos e a matriz de abundância. As características morfológicas de uma determinada espécie a tornam mais ou menos aptas a explorar os recursos de um determinado ambiente, ou seja a predação ou se proteger da predação com maior eficiência..

Por exemplo o cascudo (*Hypostomus ancistroides*) que possui baixos valores de compressão e altura relativa ou ainda altos valores de área relativa da nadadeira peitoral e caudal, está adaptado a explorar os recursos de ambientes correntes podendo tornar-se abundante, estando também melhor adaptado ao efeito da predação. Esta mesma espécie em ambientes lânticos teria de competir por recursos com espécies mais bem adaptadas, podendo apresentar baixa abundância. Segundo Schlosser (1987) diferenças na vulnerabilidade à predação entre as espécies está associada a diferenças básicas na morfologia. Cattella & Petrere (1998) argumentaram que na comunidade de peixes da Baía do Onça, os predadores têm diferentes estruturas do corpo e provavelmente exploram diferentes habitats.

Douglas & Matthews (1992), questionaram o uso da ecomorfologia realizando a seguinte pergunta: “Os atributos ecomorfológicos de um organismo podem explicar suas respectivas características ecológicas?” De acordo com estes autores, a ecomorfologia é uma ferramenta para a análise da comunidade, sendo válida em análises que se limitam ao alcance para comparações entre famílias. A associação pode ser simplesmente representada por uma agregação de espécies que explora recursos similares. A utilização de um determinado recurso pode ser devida a processos históricos e não somente a processos biológicos. Desse modo as comunidades de riachos têm sido geradas pela história evolutiva comum e por sua filogenia (Douglas & Matthews, 1992).

Assim, a análise ecomorfológica parece ser válida para a estrutura das assembléias de peixes quando limitada a comparação entre famílias (possuem história evolutiva semelhantes), sendo que neste caso os efeitos da história parecem menos importantes. Isto pode ser aplicado em rios temperados onde segundo Matthews (1998) existem poucas famílias e muitas espécies em cada família. Já para rios tropicais em que existem muitas famílias e poucas espécies em cada família o

uso em separado de uma família ou de outra para a análise ecomorfológica estaria desprezando informações a respeito de como as famílias coevoluíram para utilizar tais recursos.

Sendo assim como Douglas & Matthews (1992) e Matthews (1998) mostraram, o sucesso das famílias em áreas tropicais deve-se à riqueza de habitats e recursos. Sendo assim, na história evolutiva, diferentes famílias competiram por recursos e coevoluíram para os estágios hoje encontrados.

Na análise ecomorfológica devemos estar conscientes de que a exploração de um recurso em especial pode ser devida à adaptação morfológica, mas não devemos esquecer que esta morfologia pode ter sido desenvolvida pela própria necessidade de exploração. Esta necessidade está ligada à evolução da comunidade de peixes às características ambientais, sendo diretamente influenciada pela sua história. Segundo Gatz (1981) apud Uieda (1995) a utilização da morfologia para definir o nicho e investigar as relações ecológicas entre as espécies é erroneamente aplicada devido às seguintes falhas: 1) os estudos concentram-se em morfologia relacionada ao habitat ou alimento, mas não em ambos; 2) poucos autores estudam a associação completa de espécies, atendo-se ao estudo de grupos selecionados de espécies; 3) muitos estudos envolvem poucas características morfológicas.

Devemos assim não nos limitar apenas à análise ecomorfológica e procurarmos relacionar trabalhos de observação direta das espécies nos ambientes estudados bem como relacionar variáveis ambientais, para termos uma maior veracidade das conclusões apresentadas pela ecomorfologia.

5.6 INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES

Recentemente o IBAMA, através da Portaria 119, de 17 de outubro de 1997, proibiu por cinco anos a introdução de espécies não ornamentais de peixes de água doce, exceto para pesquisas científicas com fins de aquicultura. Ao que parece os pesqueiros não realizam nenhum tipo de pesquisa e além disso para se introduzir uma espécie é necessária uma documentação contendo informações sobre a espécie. O próprio IBAMA na FLONA (Floresta Nacional de Ipanema), localizado no município de Iperó montou um pesqueiro, introduzindo diversas espécies exóticas, como o pacu e o matrinxã sem a realização de estudos prévios para se avaliar possíveis impactos dessa introdução, uma vez que nem mesmo a fauna nativa dessa área é conhecida.

Também está especificado que os pedidos de reintrodução somente obterão aprovação quando os exemplares se destinarem ao melhoramento genético para reversão de quadros de degeneração resultante da consangüinidade além do uso para bio-ensaios e bio-indicação. No caso de reintrodução

para engorda e abate está proibido. Desta forma, os pesqueiros de uma forma ou de outra, não estão legalmente funcionando, já que trabalham na engorda e abate de inúmeras espécies, muitas delas já introduzidas na bacia e outras ainda não existentes.

Os pesqueiros ou pesque-pagues são fontes potenciais de dispersão de espécies exóticas em cursos d'água já que os escapes são inevitáveis (Agostinho & Julio Jr., 1996). Na bacia do rio Sorocaba o número crescente de pesqueiros coloca em risco a ictiofauna, já que não existe fiscalização, nem critérios na utilização de espécies exóticas. Além dos pesqueiros, a aquariofilia, o uso de iscas vivas e a piscicultura são outras formas de dispersão de espécies exóticas (Welcomme, 1988).

Talvez as primeiras introduções tenham sido realizadas pelos chineses e romanos há mais de 4000 anos. No Brasil as primeiras introduções datam do século passado, tendo seu auge a partir dos anos 70 (Welcomme, 1988; Agostinho & Julio Jr., 1996). Segundo Welcomme, (1988) foram introduzidas aproximadamente 20 espécies, e esse número não é exato se levado em conta as introduções clandestinas e as fugas de peixes de tanques de piscicultura.

A bacia do rio Paraná recebeu pelo menos 13 espécies de peixes em tentativas de introdução (Agostinho & Julio Jr., 1996). A introdução de espécies tem sido realizada principalmente em reservatórios. Na bacia do rio Tietê inúmeras espécies foram introduzidas. Entre elas podemos destacar: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Astronotus* sp, *Plagioscion squamosissimus*, *Triportheus a. angulatus* e *Cichla ocellaris*.

Os argumentos para a realização de introduções são inúmeros como a produção de alimento, aumento dos estoques, recreação e controle de macrófitas, mosquitos, algas e moluscos. O principal argumento ecológico para a introdução de espécies exóticas em reservatórios é de que peixes de rio (reofilicos) não são adaptados a viver em águas mais profundas e paradas. A zona pelágica dos grandes reservatórios não é habitada, e os peixes de rios são incapazes de utilizar todos os nichos disponíveis no reservatório (Fernando, 1991). Amaral & Petrere, (1994) afirmaram que esta hipótese pode ser aplicada no reservatório de Promissão (rio Tietê) pois a comunidade de peixes está concentrada às margens do reservatório.

Apesar dessa justificativa existem grandes controvérsias quanto aos impactos dessas introduções. Existem inúmeros exemplos negativos da introdução de espécies de peixes, entre elas estão a perda de espécies, a redução do rendimento pesqueiro de espécies nativas e alterações do ambiente pela redução dos locais de desova e até mesmo a eutrofização (Welcomme, 1988; Fernando, 1991; Ross, 1991; Agostinho & Julio Jr., 1996). Estes efeitos ocorrem principalmente quando espécies piscívoras são introduzidas, pois esta exercerá uma pressão seja ela por predação ou competição sobre as

espécies nativas. Além disso a espécie introduzida pode se comportar de maneira diferente da esperada, ocupando nichos diferentes dos habituais.

Embora estes impactos tenham sido pouco avaliados, há complexas e profundas conseqüências principalmente na biodiversidade (Twongo, 1995). Twongo (1995) conclui que algumas populações de espécies nativas do lago Victoria e Kyoga na África, começaram a declinar em virtude da introdução de espécies exóticas, pois estas começaram a competir por locais de desova e alimentação principalmente no estágio de alevinos. Além disso, deve ser salientada a hibridação entre espécies nativas e introduzidas, resultando na diluição das características genéticas (Agostinho & Julio Jr.,1996). As espécies introduzidas possuem menores exigências as condições ambientais, sendo consideradas mais rústicas, além de possuírem maior rapidez no crescimento, beneficiando em relação as espécies nativas.

No Brasil, está prática segundo Agostinho & Julio Jr.,(1996) revela que raramente os objetivos propostos foram alcançados e que todas as introduções têm um custo ecológico ou ambiental. Antes de uma introdução ou mesmo um repovoamento devem ser realizados estudos visando minimizar os impactos, e além disso devem ser realizadas quarentenas com os indivíduos a serem introduzidos para se evitar parasitas ou doenças, além de evitar introduções que não terão resultados satisfatórios, acarretando apenas prejuízos como em alguns regiões da América em se tratando da tilapia devido a alta predação por espécies piscívoras nativas.

No rio Sorocaba inúmeras tentativas de repovoamento vem sendo realizadas sem nenhum critério ou estudo. Além disso muitas espécies utilizadas para o repovoamento não foram identificadas pelo presente estudo, podendo estas espécies ser consideradas como exóticas. Filho et al., (1992) discutem a conservação genética de peixes em projetos de repovoamento de reservatórios. Segundo estes autores muitos fatores têm que ser levados em conta quando se deseja realizar repovoamentos, entre eles podemos citar: a menor sobrevivência e crescimento que os peixes adaptados às condições artificiais possuem, quando comparados aos exemplares nativos; quando tiver que optar entre exemplares nativos e não nativos é recomendável escolher os nativos; é importante conhecer a quantidade e a distribuição dos tipos de variações e divergências genéticas existentes nas populações de peixes a fim de melhor assegurar a preservação dos recursos genéticos.

5.7 PROPOSTA DE MANEJO, MONITORAMENTO E PROTEÇÃO PARA A BACIA DO RIO SOROCABA

Em vista a importância da bacia do rio Sorocaba e os impactos nela existentes, ações que reduzem os impactos e possibilitam a utilização dos seus recursos devem ser implantados, entre eles estão:

- 1- Continuidade dos trabalhos que estudam a ictiofauna bem como a sua relação com a sazonalidade e os vários tipos de impactos detectados na bacia pelo presente estudo. O conjunto de dados de vários anos podem servir de base para possíveis trabalhos de monitoramento através da integridade biótica da bacia ou mesmo de determinados rios. A maior incidência de trabalhos ligados a ictiofauna desenvolvidos na bacia contribuem para o conhecimento cada vez maior da sua ictiofauna uma vez que este é o primeiro trabalho nesse aspecto desenvolvido na bacia.
- 2- Concretização do projeto de lei que transforma a Itupararanga em Área de Proteção Ambiental (APA) podendo se estender para as demais cabeceiras da bacia. Esta ação é importante para se preservar a qualidade da água, visto que muitas dessas áreas são utilizadas para o abastecimento e estão apresentando sérios comprometimentos pela emissão de poluentes bem como pela agricultura. Além disso preservará importantes áreas que ainda possuem uma comunidade de peixes complexa e pouco estudada, além da vegetação e o restante da fauna.
- 3- Reduzir o desmatamento em toda a bacia. A manutenção da mata ciliar é uma forma de se ter uma melhora na qualidade da água, tanto para o abastecimento como para a fauna e flora aquática. Esta vegetação funciona como filtro de proteção contra o escoamento superficial e a erosão, evitando o assoreamento. Este tipo de impacto é extremamente prejudicial a ictiofauna, uma vez que aumenta a turbidez e reduz a profundidade e a correnteza. A vegetação ciliar desempenha outras funções como fornecer habitats e alimento principalmente para os peixes através de troncos, galhos e folhas que caem no leito, além de importante proteção contra a elevação da temperatura da água prejudicial a ictiofauna e demais organismos aquáticos.
- 4- Reduzir a descarga de esgoto doméstico e efluentes industriais através de estações de tratamento. Isto não deve ficar restrito apenas a algumas cidades como Sorocaba e Votorantim. Municípios

como Tatuí, Salto de Pirapora, Sarapuí, Cerquilha, Íbiuna e Mairinque também precisam tratar seus efluentes para que cidades mais a jusante não recebam os poluentes lançados rio acima. O problema da poluição deve ser abordado pela bacia toda e não pelos municípios em separado. A problemática da poluição principalmente por esgoto doméstico ficou evidente pela influência que as variáveis físico-químicas possuem sobre o comportamento da comunidade em diferentes locais sujeitos a distintas quantidades e cargas poluidoras.

- 5- Ampliação do monitoramento da qualidade da água nos trechos médio e inferior do rio Sorocaba, nos seus afluentes, entre eles o rio Pirapora, Tatuí e Sarapuí, uma vez que estes rios apresentaram-se altamente impactados principalmente o rio Pirapora por esgoto doméstico e o Tatuí por esgoto doméstico e efluentes oriundos de curtume.
- 6- O reservatório de Itupararanga é muito procurado para a pesca, porém devido as características da comunidade de peixes não apresenta espécies de grande porte nem as espécies lá existentes apresentam abundâncias elevadas. Para sanar esse problema foram introduzidas nesse reservatório a tilápia e a carpa e existem comentários da introdução do tucunaré, que não ocorreu no presente estudo. Como sugestão para tornar o reservatório mais atrativo para a pesca sem portanto alterar a estrutura da comunidade de peixes lá existente, está o desenvolvimento de estudos que visam propor alternativas para a utilização racional dos recursos pesqueiros da Itupararanga, como o aumento da disponibilidade de peixes utilizando recife artificiais.
- 7- Fiscalizar os pesqueiros e pesque-pagues para se evitar que ocorram mais introduções de espécies na bacia. As espécies de peixes utilizadas pelos pesqueiros pertencem na sua grande maioria à outras bacias hidrográficas. Além disso não existem estudos que avaliem os riscos dessas espécies na comunidade de peixes dos corpos d'água a qual elas possam povoar.
- 8- Não existe preservação e manejo sem educação ambiental. A educação ambiental torna as informações ambientais mais acessíveis a população, sendo um agente multiplicador de informações. Muitos trabalhos de educação ambiental são realizados na bacia, e entre eles estão os realizados pelos parques do município de Sorocaba e Votorantim e grupos ecológicos como o de Cerquilha. Este trabalho pode servir de subsídio para o desenvolvimento da educação

ambiental utilizando a ictiofauna da bacia bem como a sua importância aliada as informações do funcionamento e as condições dos rios e lagoas.

- 9- Proteção às várzeas incluindo as lagoas marginais do rio Sorocaba que desempenham importantes funções para a ictiofauna, visto que nos últimos anos, várias obras têm aterrado essas áreas para a construção de estradas ou marginais. Estas áreas bem como em outros municípios podem se tornar parques visando a preservação bem como a utilização dessas áreas para lazer e educação ambiental. Dentre elas podemos citar as lagoas marginais situadas no bairro Iguatemi e Vitoria Régia em Sorocaba, a cachoeira da Chave em Votorantim e a própria represa de Itupararanga nas áreas pertencentes a Votorantim e Mairinque.

6- CONCLUSÕES

A análise dos resultados do presente estudo utilizando a mais recente literatura disponível, permite concluir que:

- A qualidade da água dos rios está alterada tanto para a potabilidade como para a manutenção de organismos aquáticos.
- Não há diferenças sazonais nas características limnológicas nos diferentes corpos d'água da bacia.
- A sazonalidade também influencia as variáveis abióticas no reservatório de Itupararanga. Para determinadas variáveis como o pH, oxigênio dissolvido e dureza total as concentrações de uma época do ano é correlacionada com a outra época, influenciando-a.
- O reservatório de Itupararanga na maioria das estações manteve-se com alto grau de preservação no que se refere as características limnológicas, apesar de indícios de emissão de esgoto e agrotóxicos.
- A comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba é composta em sua maioria por Characiformes e Siluriformes.

- Esta comunidade apresentou distribuição lognormal e logserie, que caracteriza uma comunidade com diferenciação e superposição de nichos, não acarretando exclusão competitiva, característico de grandes comunidades.
- Locais mais impactados (mais poluídos) possuem menores diversidades e maiores dominâncias. Com a poluição, algumas espécies como o caborja (sp10-*Hoplosternum litoralle*) parece ser beneficiado pois a sua abundância aumenta em locais mais poluídos. A explicação para isso pode estar na sua respiração acessória e alimentação à base de matéria orgânica.
- A comunidade de peixes recebe influência não só das características naturais do ambiente mas também da sazonalidade e impactos como assoreamento, perda da vegetação ripária a qual é submetida entre eles a poluição.
- Para a comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba, as variáveis ambientais não têm influência sobre a distribuição das abundâncias nas estações de coleta. Para a comunidade do reservatório de Itupararanga, as variáveis ambientais interferem na distribuição das abundâncias, mas a congruência entre as matrizes é baixa.
- O uso de variáveis físico-químicas deve ser realizada em conjunto com a caracterização dos habitats e microhabitats para se obter resultados mais satisfatórios. Só as variáveis físico-químicas demonstraram não serem suficientes para explicar a distribuição das abundâncias das espécies de peixes.
- A distribuição das abundâncias das espécies nas estações de coleta é influenciada diretamente pelos caracteres morfológicos das espécies.
- Há relação entre a época chuvosa e seca no que se refere a diversidade, tanto em números como para biomassa. A diversidade de uma época do ano depende da outra época.
- Devido a estas propriedades, a comunidade de peixes da bacia do rio Sorocaba, parece conseguir minimizar os efeitos da poluição, do desmatamento e da construção de barragens. Apesar disso, em alguns rios da bacia, já é possível constatar a perda da diversidade de espécies, onde, nestes casos,

predominam espécies de pequeno porte, não migradoras e omnívoras, sendo as espécies mais especialistas as grandes prejudicadas pelos impactos humanos.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A. A.; Zalewski, M. (1996). *A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação*. Maringá: EDUEM, p.100.
- Agostinho, A. A.; H.F. Julio; M. Petrere Jr. (1994). Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: *Rehabilitation of Inland Fisheries* (ed. I.G. Cowx) pp. 161-184. Fishing News Books, Oxford.
- Agostinho, A. A.; Julio Jr., H.F. (1996). Peixes de outras águas. *Ciência Hoje*, V.21, número 124, p.26-44.
- Agostinho, A. A.; Bini, L. M.; Gomes L. C. (1997). Ecologia de comunidades de peixes da área de influência do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A. & Gomes L. C. (ed.), *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Ed. Da Universidade Estadual de Maringá. p.97-111.
- Almeida, F.F. M. (1964). Fundamentos Geológicos do relevo paulista. *Biol. Inst. Geogr. e Hist.*, v.41, p.169-263.
- 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)*. In: I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais, Rio de Janeiro. p. 277-293.
- Bain, M. B.; Finn, J. T. & Booke, H. E. (1988). Stream Regulation and Fish Community Structure. *Ecology*, 69(2), p. 382-392.
- Balon, E.K.; Crawford, S.S.; Lelek, A. (1986). Fish Communities of the upper Danube River (Germany-Austria) prior to the new Rhein-Main-Donan connection. *Env. Biol. Fish.*, v.15(4), p.382-271.
- Barila, T.Y.; Williams, D.; Stauffer Jr., J. R. (1981). *The influence of stream order and selected stream bed parameters on fish diversity in Raystown Branch, Susquehanna river Drainage, Pennsylvania*. Blackwell Scientific Publications.p.125-131
- Barrella, W. (1989). *Estrutura das comunidades de peixes da bacia do Rio Jacaré-Pepira (SP) em diferentes biótopos*. Campinas. Dissertação (Mestrado). Unicamp.

- Barrella, W. ; M. Petrere Jr. (1994). The influence of environmental factors on fish community structure in Jacaré Pepira river. in Cowx, I. (ed.) *Rehabilitation of Inland Fisheries*, Oxford: p.161-170.
- Barrella, W. (1998). *Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema (SP), devido a poluição e ao represamento*. Rio Claro. 115p. Tese (Doutorado) UNESP.
- Beaumont, P. (1975). *Hydrology*. In Whitton, B. A. (ed.) *River Ecology*, Blackwell Scientific Publications Osney Mead, Oxford: 1-38.
- Beaumord, A.C. (1991). *As Comunidades de Peixes do Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT: Uma abordagem Ecológica Numérica*. Rio de Janeiro. 107p. Dissertação (Mestrado). UFRJ.
- Beaumord, A.C. ; Petrere Jr., M. (1994). Comunidades de Peces Del Rio Manso, Chapada Dos Guimaraes, MT, Brasil. *Acta Bio. Venez*, v.15(2), p.21-35.
- Bini, L.M. (1993). *Impactos das barragens sobre a migração de peixes*. São Carlos. Monografia, Escola de Engenharia de São Carlos.
- Bonetto, A. E. C. (1985). *Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina*. Secretária General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washington, D.C.p.166.
- Branco, S.M. (1972). *Poluição e Intoxicação de Peixes*. In *Poluição e Piscicultura*. Com. Int. Bac. Paraná-Uruguai: p.45-52.
- Branco, S.M.; Rocha, A. A. (1977). *Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, CETESB. p.185.
- Branco, S.M. (1986). *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. CETESB/ ASCETESB, 3ed.- São Paulo: p.640.
- Britsky, H. A.(1972). *Peixes de água doce de Estado de São Paulo: Sistemática*. In: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai. *Poluição e Piscicultura*, São Paulo, p.83-108.

- Britski, H.A.; Y. Sato; 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, p.143.
- Buck, N. (1989). *Alguns aspectos da biologia do pintado, Pseudoplatistoma corruscans (Osteichthys, Pimelodidae)*. Tese (Livre-docência). UNESP-Botucatu.
- Camargo, A.F.M.; Bini, L. M.; Schiavetti, A. (1995). Avaliação dos impactos provocados pelas descargas de esgotos orgânicos em alguns corpos d'água do município de Rio Claro. In Esteves F. A. (ed.) *Oecologia Brasiliensis I: Estrutura e Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros*, Rio de Janeiro: p.395-405.
- Camargo, A.F.M.; Ferreira, R.A. R.; Schiavetti, A.; Bini, L. M.. (1996). Influence of physiography and human activity on limnological characteristics of lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. v.8, p.231-243.
- Caramaschi, E. P. (1986). *Distribuição da ictiofauna de riachos das Bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP)*. Dissertação de Doutorado, Departamento de Ciências Biológicas da Univ. Federal de São Carlos. P.245.
- Castro, R. M. C.; Arcifa, M. F. (1987). Comunidades de peixes de reservatórios do sul do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* v.47 (4), p. 493-500.
- 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) (Acanthopterigii, Scianidae)*. São Carlos. Tese (Doutorado).Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Catella, A. C. (1992). *Estrutura da comunidade e alimentação dos peixes da Baía da Onça, uma lagoa do Pantanal do rio Aquidauana, MS*. Campinas, Unicamp (Dissertação de Mestrado).
- CETESB (1992). *Diagnóstico da Poluição Ambiental do Interior do Estado de São Paulo. Relatório da Diretoria de Controle da Poluição do Interior*, CETESB, São Paulo.
- CETESB (1995). *Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo*.

- Cetra, M.; Petrere Jr., M.; Pagano, S. N.; Marco Jr., P.(1994). Relação espécie-abundância e diversidade de uma floresta mesófila semidecídua (Rio Claro-SP). In: I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais, Rio de Janeiro, 1994. *Anais*. p.846-62.
- Collares-Pereira, M. J.; Magalhães, M. F.; Geraldés, A. M.; & Coelho, M. M. (1995). Riparian ecotones and spatial variation of fish assemblages in Portuguese lowland streams. *Hydrobiologia*, V.303, p.93-102.
- Connell, J. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, v.199, p.1304-1310.
- Cook, S.E.K. (1976). Quest for an index of community structure sensitive to water pollution. *Environment Pollution*, v.11, p. 269-285.
- Costa, M.P.; Carvalho, P.S.M.; Martins, M.C.; Fernandes, A.J.; Rodrigues, P.F.; Vargas-Boldrini, C. (1995). *Contamination and community structure of fishes from Billings Reservoir, São Paulo, Brazil*. International Congress of Limnology, São Paulo, p.1-4.
- Davies, B. R.; K. F., Walker (eds.). (1986). *The Ecology of River Systems*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht.
- Digby, P.G.N.; R.A. Kempton. (1987). *Multivariate Analysis of Ecological Communities*. Chapman and Hall, London, p.205.
- Dines, R. A.; J. R. Whart, (1985). The environment impact of paper mill waster discharger to the swall. *Environment Pollution* (série A) p. 245-260.
- Douglas, E. M.; Matthews, W. J. (1992). Does Morphology Predict Ecology? Hipotesis testing withing a freshwater stream fish assemblage. *Oikos*, v.65, p.213-224.
- Duncan, A.; Kubecka, J. (1995). *Land/water ecotone effects in reservoirs on the fish fauna*. *Hidrobiologia* 303:11-30. The importance of aquatic-terrestrial ecotones for freshwater fish. F. Schiemer, M. Zalewski, J.E Thorpe(eds.)
- EPA (1972). *Water quality criteria*. Ecological Res. Ser. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. p.594.

- EPA (1976). *Quality criteria for water*. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. , Pre-publication copy. p. 501.
- Esteves, F.A . (1988). *Fundamentos de Limnologia*. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro.
- Esteves, K. E. (1992). *Alimentação de cinco espécies forrageiras (pisces, Characidae) em uma lagoa marginal do rio Mogi Guassu, SP*. São Carlos. Tese (Doutorado). UFSC/ Centro de C. Biológicas e de Saúde pública.
- Faush, K. D.; Lyon, J.; Karr, J. R. ; Angermeier, P. L., (1990). Fish communities as indicators of environmental degradation. *American Fisheries Society Symposium* v.8, p. 123-144.
- Fernando, C.H.; Holcík, J. (1991). Fish in reservoirs. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.* v. 76(2), p.149-167.
- Fernando, C.H. (1991). Impacts of fish introductions in tropical Asia and America. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* v.48 (Suppl. 1), p.24-32.
- Filho, T.S. de A.; Almeida, T. L.F. de; Foresti, F.; Galhardo, E.; Donela, E. (1992). Conservação genética de peixes em projetos de repovoamento de reservatórios. In *Cadernos de Ictiogenética*, p. 5-39.
- Fink, S. V. ; W. L. Fink. (1981). Interrelationships of the Ostariophysan Fishes (Teleostei). *J. Linn. Soc. Zool.* v.724, p. 297-353.
- Frontier, S. (1985). Diversity and structure in aquatic ecosystem. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, v.23, p. 253-312.
- Gatz, A. J. Jr.(1981). Morphological inferred niche differentiation in streams fishes. *Amer. Midl. Nat.* 160: 10-21.
- Gilbert, O. L. (1991). *The ecology of urban habitats*. Chapman & Hall. 369 pp.
- Godoy, M.P.(1975). *Peixes do Brasil sub-ordem Characoidei-Bacia do Rio Mogi Guassu*. Piracicaba: Franciscana, 4v.

- Godoy, M.P. (1995). Piracema: peixes brasileiros também tem história. Pirassununga-SP, Brasil. *Anais de Etologia*, cap.13, p. 3-19.
- Goulding, M. (1980). *The Fishes and the Forest: explorations in Amazonia natural history*. California Univ. Press, Berkeley. 280 p.
- Gray, J. S. (1978). The structure of meiofauna communities. *Sarsia*, V.64: p.165-272
- Guia para calidad del agua*. (1995). Organización Mundial de Saúde. 2ed. Genebra,OMS, VI.
- Hassel, J.M.V.; Reash, R. J.; Brown, H. W. ; Thomas, J.L & Mathews Jr., R. C. (1988). Distribution of upper associations with water quality and ecological variables. *Journal of Freshwater Ecology*, V. 4 p-441-458.
- Heltshe, J.F.; Forrester, N.E. (1983). The jackknife estimate of species richness. *Biometrics*, v.39, p1-11.
- Hess, M.L. (1974). *Carecterização química de poluição in: Água, Qualidade Padrões de Potabilidade e Poluição*. São Paulo, CETESB. p137-142.
- IBGE (1958). *Enciclopédia dos municípios brasileiros*. XXX volume, Rio de Janeiro.
- Jobling, Malcolm. (1995). *Human impacts on aquatic environments*. Chapman & Hall. v.12, p.415-36.
- Johnsson, B.L.; Richardson, W.B.; Naimo, T.J. (1995). Past, Present and Future Concepts in Large River Ecology. *BioSciense* v. 45 (3), p.134-41.
- Junk, W. J.; Bayley, P.B. ; Sparks, R. E. (1989). *The flood pulse concept in river-foodplain systems*. In Dogde, D. P. *Proceeding of the International Larger River Symposium, Ottawa, Canada*: p.110-127.
- Kramer, D.L. (1987). Dissolved oxygen and fish behavior. *Ibid.*, v.18, p.81-92.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper & Row Publish., New York. 650p.
- Kushlan, J. A. (1976). Environmental Stability and Fish Community Diversity. *Ecology*, 57, p. 821-825.
- Lauder, G. V.; F. L. Liem. (1983). The evolution and interrelationships of Actinopterygian fishes. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, v.150, p.95-197.

- Lyons, J.; Pérez, S.N.; Cochran, P.A.; Santana, E.C.; Arroyo, M.G. (1995) Index of Biotic Based on Fish Assemblages for the Conservation of Streams and Rivers in West-Central Mexico. *Conservation Biology*, Pages 569-584, vol 9. No. 3.
- Lowe-McConnell, R.H.L. (1975). *Fish communities in tropical freshwaters*. Longman. London, 337p.
- Lowe-McConnell, R.H.L. (1987). *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 382p.
- Ludwig, J. A; F. Reynolds, F. (1988). *Statistical Ecology. A primer on methods and computing*. A Wiley-Interference Publication John Wiler & Sons. U.S.A. 338p.
- Magurran, A . E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Groom Helm London.
- Mahon, R. (1984). Divergent Structure in fish toxocenas of North temperate stream - *Can. J. Aquat. S.C.* v.41, p.330-350.
- Malabarba, L. R.; Reis, R. R. (1987). *Manual de Técnicas para a preparação de coleção zoológica*. Sociedade Brasileira de Zoologia, Brasil.
- Manly, B.J. (1986). *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. London, Chapman & Hall. 281p.
- Margalef, R. (1974). *Ecologia*. Ed. Omega. S.A. Barcelona, 951p.
- Matos, E.; Matos, P.; Oliveira, E.; Azevedo, C. (1993). Ultra estrutura da espermatogênese do Tamoatá *Hoplosternum litoralle* (Teleostei, Callichthyidae) do rio Amazonas. *Rev. Bras. Zool.* v.10(2), p.219-227.
- Matthews, W.J.; Hough, D.J.; Robison, H.W. (1992). Similarities in fish distribution and water quality patterns in stream of Arkansas: congruence of multivariate analyses. *Copeia*, v.2, p. 296-305.
- Matthews, W.J. (1998). *Patterns in Freshwater Fish Ecology*. Chapman & Hall, 752 pp.
- May, R. M. (1975). *Paterns of species abundance and diversity*. In *Ecology and Evolution of Communities*. (eds. M.L. Cody and J.M. Diamond). Harvard University Press, Cambridge, MA. p. 81-120.

- Meffe, G. K. & Sheldon, A. L. (1988). The influence of habitat structure on fish assemblage composition in Southeastern Blackwater Streams. *The American Midland Naturalist*, V. 120, n°2, p.225-240.
- Moring, J.R.; Eiler, P.D.; Negus, M. T.; Gibbs, K. E.(1985). Ecological Importance of Submerged Pulpwood Logs in a Maine Reservoir. *Transation of the American Fisheries Society*. v.115, p.335-42.
- Motta, P. J.; Clifton, K. B.; Hernandez, P.; Eggold, B. T. (1995). Ecomorphological correlates in ten species of subtropical seagrass fishes diet and microhabitat utilization. *Environmental Biology of fishes*. v. 44, p.37-60.
- Nelson, J. S. (1976). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, New York, 523 p.
- Nomura, H. (1984). *Dicionário de Peixes do Brasil*. Editerra, Brasília. 482p.
- Núcleo Engenharia Consultiva Ltda (1993). *Plano integrado de aproveitamento e gerenciamento dos recursos hídricos da Bacia do rio Sorocaba*. São Paulo, 3vs., 639p.
- Odum, E.P. (1985). *Ecologia*. CBS Ind. Com. Ltda. Rio de Janeiro, 434p.
- Petrere, M. Jr.; Agostinho, A. A.. (1993). *The Fisheries en the Brazilian Portinon of the Paraná River*. Consulta de Expertos sobre los Recursos Pesqueros de la Cuenca del Plata, Montevideo, Uruguay, ONU/FAO/COPESCAL.
- Petrere, M. Jr. (1994). *Sintesis sobre las pesquerias de los grandes embalses tropicais de America del Sur*. Consulta Técnica Sobre Manejo de la Pesca en Embalses en America Latina-COPESCAL, La Havana, Cuba.
- Petrere, M. (1996). Fisheries in large tropical reservoirs in South America. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. V.2, p.111-133.
- Pianka, E. R.(1982). *Ecologia Evolutiva*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 365p.
- Pielou, E.C. (1984). *The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination*. John Willey & Sons, New York. 263p.
- Pregnoatto, W.; Pregnoatto, N.P. (1985). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo, 533p.
- Preston, F.W. (1948). The commonness, and rarity of species. *Ecology*. V.29, p.254-83.

- Pringle, C.M.; Naiman, R.J.; Bretschko, G.; Karr, J.R.; Oswood, M.W.; Webster, J.R.; Welcomme, R.L.; Winterbourn, M.J. (1988). Patch dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. *J.N.Am. Benthol. Soc.* V.7(4), p.503-24.
- Reynolds, C.S. (1993). Scales of disturbance and their role in plankton ecology. *Hydrobiologia*, V. 249, p.157-171.
- Ribeiro, M.C.L.B. (1994). *Conservação da integridade biótica das comunidades de peixes do Ribeirão Gama: Área de Proteção Ambiental (APA) Gama/ Cabeça de Veado, Brasília DF*. Rio Claro (SP). Dissertação (Doutorado), UNESP,
- Rodrigues, A.M.; Rodrigues, J.d.; Campos, E.C.; Ferreira, A.E.; Santos, R.A. Dos. (1990). Aspectos da estrutura populacional do saguirú Curimata gilberti Quoy & Gaimard, 1824 (=Cyphocharax modesta Fernandez-Yepe, 1948) (Characiformes, Curimatidae), na represa de Ponte Nova, rio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 17 único): v. 17, p.77-89.
- Rojo, C. & Cobelas, M.A. (1993). Hypertrophic phytoplankton and the intermediate disturbance hypothesis. *Hydrobiologia*, V. 249, p.43-47.
- Romanini, P.U. (1989). Distribuição e Ecologia Alimentar de peixes no reservatório de Americana, São Paulo. Dissertação Depto De Ecologia Geral do Instituto de Biociências da USP mestrado.
- Romesberg, H. C. (1984). *Cluster Analisis for Researchers*. Lifetime Learning Publications, Belmont, Ca, USA, p.334.
- Ross, S.T. (1991). Mechanisms structuring stream fish assemblages: are there lessons from introduced species?. *Environmental Biology of Fishes*, v.30, p.359-368.
- São Paulo (1990). *Plano Estadual de Recursos Hídricos: Primeiro Plano do Estado de São Paulo*. Síntese. Conselho Estadual de Recursos Hídricos, DAEE, São Paulo, 97 p.
- Schlosser, I. J. (1985). Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes. *Ecology*, V.66 (5), p1484-1490.
- Schlosser, I. J. (1987). The role of predation in age and size related habitat use by stream fishes. *Ecology* V.68, p.651-659.

- Schlosser, I. J. (1995). Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. *Hydrobiologia*, V.303, p.71-81.
- Schreck, C.B.; Moyle, P.B. (1990). *Methods for fish biology*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 684p.
- Sheldon, A. L. (1968). Species Diversity and Longitudinal Succession in Stream Fishes. *Ecology*, v.49, p.193-98.
- Silveira, S.S.; Sant'anna, F.S.P. (1990). *Poluição hídrica in: Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos*. Brasília, IPEA/pnud. P.57-83.
- Sneath, P. H. A.A. & Sokal, R. R. (1973). *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco, p. 813-819.
- Sylvester, J.R; Broughton, J.D. (1983). Distribution and Relation Abundance of Fish in Pool 7 of the Upper Mississippi River. *North American Journal of Fisheries Management*, V.3, p.67-71.
- Smith, W. S.; Barrela, W.(1994). *Estudos das Comunidades de peixes das lagoas marginais do rio Sorocaba*. In: Resumos do II Congresso de ecologia do Brasil. Londrina- Brasil, p.54.
- Smith, W. S.; W. Barrella; Cetra, M. (1997). Comunidade de peixes como indicadora de poluição ambiental. *Rev. Bras. de Ecologia*, V1, p.67-71.
- Southwood, T. R. E. (1987). *The concept and nature of the community*. In: Gee, J. H. R. & Giller, P. S. (ed.) *Organization of Communities: past and present*, Oxford, Londres: p.3-27.
- Suzuki, H. I.; Pavanelli, C. S.; Fugi, R.; Bini, L. M. & Agostinho, A. A. (1997). Ictiofauna de quatro tributários do reservatório do Segredo. . In: Agostinho, A. A.& Gomes L. C. (ed.), *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Ed. Da Universidade Estadual de Maringá. p.259-273.
- Tonhasca Jr. A. (1994). Diversity indices in the analyses of biological communities. *Ciência e Cultura*, 46(3), may/june.
- Tokeshi, M. (1993). Species abundance patterns and community structure. In: Begon, M. & Fitter, A. H. (ed.) *Advances in ecological research*, V. 24 p.112-179.

- Townsend, C.R.; Scarsbrook, M. R. & Dolédec, S. (1997). The intermediate disturbance hypothesis, refugia and biodiversity in streams. *Limnol. Oceanogr.* V. 42(5), p. 938-949.
- Tundisi, J. G. (1979). *O Ecossistema como Unidade Ecológica in Anais do Simpósio sobre a Comunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica*. Secretária da Cultura, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. ACIESP, 15:248PP.
- Tundisi, J. G. (1988). *Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo*. In Tundisi, J. G. (ed.). *Limnologia e Manejo de Represas*. EESC-USP/ CRHEA/ ACIESP, São Paulo.
- Tundisi, J. G. (1993). *Represas do Paraná superior: Limnologia e bases científicas para o gerenciamento*. In Boltovskoy, A. & H.L. Lopez (eds.) *Conferencias de Limnologia, La Plata, Argentina*: p.41-52.
- Twongo, T. (1995). *Impact of fish species introductions on the tilapias of Lakes Victoria and Kyoga. The impact of species changes in African Lakes*. Chapman & Hall (eds. Tony J. Pitcher & Paul J. B. Hart).v.4, p.45-57.
- Uieda, V. S. (1983). *Regime Alimentar, Distribuição Espacial e Temporal de Peixes (Teleostei) em um Riacho na Região de Limeira, São Paulo*. Campinas. Dissertação (Mestrado). Unicamp.
- Uieda, V. S. (1995). *Comunidade de peixes de um rio litorâneo: composição, habitat e hábitos*. Campinas. Tese (Doutorado)- Unicamp.
- Valentin, J.L. (1995). Agrupamento e Ordenação. In: Peres-Neto, P.R.; Valentin, J.L.; Fernandez, F.A.S., eds. *Tópicos em tratamento de dados biológicos*. Rio de Janeiro, *Oecologia Brasiliensis*, p.27-55.
- Vannote, R. V.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W.; Sedell, J. R. Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Biol.*, v.25, p.371-84.
- Veríssimo, S. (1994). *Variações na composição da ictiofauna em três lagoas sazonalmente isoladas, na planície de inundação do alto rio Paraná, ilha Porto Rico, Pr-Brasil*. São Carlos. 77p. Dissertação (Mestrado)-UFSCar.
- Wainwright, P.C.; Richard, A.B. (1995). Predicting patterns of prey use from morphology of fishes. *Environmental Biology of Fishes*, v.44, p.97-113.

- Ward, J. V.; Standford, J. A.. (1989). *Riverine ecosystems: the influence of man on catchmente dynamics and fish ecology*. In Dodge, D. P. (ed.) *Proceedings of International Larger River Symposium (LARS)*, Ottawa, Canada: 56-64.
- Watson, D. J.; Balon E. K. (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenoses in rainforest stream of northern Borneo. *J.Fish. Biol.*, 25: 371-84.
- Welcomme, R.L. (1979). *Fisheries Ecology of Floodplain Rivers*. Longman Inc, New York.. p.313.
- Welcomme, R.L. (1985). *River Fisheries*. FAO Fosh. Tcn. Pap., (262): p.330.
- Welcomme, R.L. (1988). International introductions of inland aquatic species. In *FAO Fish. Tec. Papers*, n 294.
- Whittaker, R.H. (1965). Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, v.147, p. 250-260.
- Winemiller, K. O. (1991). Ecomorphological diversification in low-land fresh water fish assemblages from five biotic regions. *Ecol. Monogr.* 61: 343-65.
- Winemiller, K.O. (1992). Ecomorfology of freshwater fishes. *National Geographic Reserarch & Exploration*, 8(3):308-27.
- Wooton, R. J. (1990). *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London.

APÊNDICE 1

Local, período, código da espécie (peixe-id), abundância (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PTOT) e peso médio (PM) das coletas realizadas na bacia.

local-id	período	peixe-id	N	CPM	PTOT	PM
rm01	seca	sp01	15	20,2	3185	212,3
rm01	seca	sp06	2	13	85	42,5
rm01	seca	sp11	38	17,13	2395	63
rm01	seca	sp10	2	14	175	87,5
rm01	seca	sp03	1	6	5	5
ta01	seca	sp10	29	12,2	2540	87,58
ta01	seca	sp06	1	14	30	30
ta01	seca	sp07	7	13,7	375	53,57
ta01	seca	sp28	14	12	660	47,14
ta01	seca	sp01	2	32,5	380	190
ta01	seca	sp03	1	6	5	5
ta01	seca	sp27	5	8,9	100	20
ta01	seca	sp15	1	11,5	50	50
so01	seca	sp06	3	20	930	310
so01	seca	sp02	11	7,35	560	5,04
so01	seca	sp12	1	9	10	10
so01	seca	sp25	1	13	55	55
so01	seca	sp29	1	12,5	320	45,71
so01	seca	sp01	4	26,37	1545	386,25
so01	seca	sp30	1	27	530	530
so01	seca	sp28	1	18	135	135
so01	seca	sp09	1	16,5	85	85
so01	seca	sp19	5	12,9	130	26
so01	seca	sp10	1	16,5	85	85
so02	seca	sp15	10	15,6	1565	156,6
so02	seca	sp37	26	10,15	350	13,46
so02	seca	sp28	26	11	670	25,76
so02	seca	sp34	14	21,16	3235	231,07
so02	seca	sp33	2	12	70	35
so02	seca	sp02	2	7,5	10	5
so02	seca	sp23	40	11,55	1055	26,37
so03	seca	sp10	13	10,5	810	62,3
so03	seca	sp01	14	18,99	1445	103,2
so03	seca	sp14	4	16	625	156,25
so03	seca	sp27	1	13,5	65	65
so04	seca	sp03	8	6	40	5
so04	seca	sp02	4	6,5	20	5
so04	seca	sp28	12	16,8	1754,2	146,2
so04	seca	sp08	4	33	235	58,8
so04	seca	sp27	10	19,8	2183	218,3
so04	seca	sp20	3	24,3	785	261,6
so04	seca	sp13	1	27	325	325
so04	seca	sp01	3	28,5	1255	418,3
so04	seca	sp24	3	9,5	52,5	17,5
so04	seca	sp11	2	22	250	125
so04	seca	sp25	5	10,2	133,3	26,7

Plan1

so04	seca	sp10	1	17	150	150
so04	seca	sp06	3	25,3	1310	436,6
so04	seca	sp38	1	38	110	110
pi01	seca	sp15	5	11,38	355	71
pi01	seca	sp23	9	12,35	275	30,5
pi01	seca	sp33	2	17,75	265	132,5
pi01	seca	sp34	12	15,06	705	58,75
pi01	seca	sp28	17	17,37	2020	118,8
pi01	seca	sp27	1	21	115	115
pi01	seca	sp02	1	7,5	5	5
ip01	seca	sp32	5	15,66	125	25
ip01	seca	sp01	2	13,75	80	40
ip01	seca	sp03	6	7,83	75	12,5
ip01	seca	sp02	34	8	230	6,76
ip01	seca	sp31	1	14	25	25
ip01	seca	sp26	2	12,5	10	5
ip01	seca	sp28	39	10	625	16
ip01	seca	sp24	7	9,21	50	7,14
ip01	seca	sp25	38	11,3	470	12,4
ip01	seca	sp15	4	8	50	12,5
ip01	seca	sp08	1	22	15	15
ip01	seca	sp33	3	11,83	80	26,6
ip02	seca	sp02	12	7,41	75	6,25
ip02	seca	sp28	12	8,4	110	9,16
ip02	seca	sp06	1	10	15	15
ip02	seca	sp11	2	12,25	30	15
ip02	seca	sp32	6	9,5	30	5
ip02	seca	sp24	5	9,6	60	12
ip02	seca	sp04	1	8,5	10	10
ip02	seca	sp15	1	17,5	20	20
ip02	seca	sp36	1	15	25	25
ip02	seca	sp03	5	10,3	95	19
ip03	seca	sp26	2	12	15	7,5
ip03	seca	sp36	2	14,25	45	22,5
ip03	seca	sp15	2	9,75	20	10
ip03	seca	sp24	21	10,2	330	15,7
ip03	seca	sp28	19	11,68	610	32,1
ip03	seca	sp35	2	8,25	10	5
ip03	seca	sp11	41	13,79	1095	26,7
ip03	seca	sp13	7	14,78	240	34,28
ip03	seca	sp03	11	8,86	125	11,36
ip03	seca	sp02	7	13,78	95	13,57
ip03	seca	sp25	13	10,8	330	25,38
ip03	seca	sp01	2	17,75	195	97,5
ip03	seca	sp27	18	11,38	525	29,16
sa01	seca	sp06	2	14,85	190	95
sa01	seca	sp28	12	10,5	350	29,16

sa01	seca	sp01	2	15,65	110	55
sa01	seca	sp25	2	10	45	22,5
sa01	seca	sp02	1	8,9	15	15
sa01	seca	sp03	2	8	20	10
sa01	seca	sp07	2	29,75	180	90
sa01	seca	sp26	1	14	15	15
sa01	seca	sp13	2	14	150	75
sa02	seca	sp24	15	9,3	195	13
sa02	seca	sp11	5	14	175	35
sa02	seca	sp13	1	17	75	75
sa02	seca	sp28	1	17	90	90
pj01	seca	sp02	23	8,89	115	5
pj01	seca	sp03	28	6,9	145	5,17

local-id	período	peixe-id	N	CPM	PTOT	PM
rm01	chuva	sp01	4	27	1080	270
rm01	chuva	sp06	5	32,3	1997	394,3
rm01	chuva	sp11	15	12	630	42
rm01	chuva	sp15	4	9	150	37,5
rm01	chuva	sp03	4	5	20	5
rm01	chuva	sp07	1	16	20	20
rm01	chuva	sp05	1	12	85	85
ta01	chuva	sp10	27	12,9	1755	65
ta01	chuva	sp06	4	14,5	355	88,8
ta01	chuva	sp07	1	25,5	45	45
ta01	chuva	sp28	2	16	190	95
ta01	chuva	sp01	4	21,2	635	158,8
ta01	chuva	sp02	2	8	10	5
ta01	chuva	sp15	1	10	25	25
so01	chuva	sp06	1	13	60	60
so01	chuva	sp02	191	7,7	1395	7,3
so01	chuva	sp12	8	11,75	220	27,5
so01	chuva	sp25	44	10,75	1170	26,6
so01	chuva	sp01	5	18,4	560	112
so01	chuva	sp28	6	16	289	46,7
so01	chuva	sp09	1	11	30	30
so01	chuva	sp19	13	16,9	715	55
so01	chuva	sp15	11	7,7	180	16,4
so01	chuva	sp14	6	7	155	25,8
so02	chuva	sp15	7	14	465	64,4
so02	chuva	sp19	2	10,5	40	20
so02	chuva	sp28	10	17,4	1090	109
so02	chuva	sp03	6	6,3	30	5
so02	chuva	sp21	1	11,5	30	30
so02	chuva	sp02	1	10,5	25	25
so03	chuva	sp10	45	7	305	6,7
so03	chuva	sp01	5	19,6	1620	324
so03	chuva	sp14	1	21	350	350
so03	chuva	sp03	2	7,35	10	5
so03	chuva	sp06	1	6,5	5	5
so04	chuva	sp01	3	23	900	300
so04	chuva	sp02	4	7,3	40	10
so04	chuva	sp03	2	5	12	6
so04	chuva	sp05	5	11,3	291,6	41,6
so04	chuva	sp06	14	24,1	3820	272,9
so04	chuva	sp07	2	24	140	70
so04	chuva	sp11	2	15	85	42,5
so04	chuva	sp15	3	7,2	20	6,7
so04	chuva	sp37	3	24,8	590	196,7
so04	chuva	sp19	1	10	5	5
so04	chuva	sp20	1	19	120	120

so04	chuva	sp24	14	120	150	14,7
so04	chuva	sp25	10	14,3	683,3	68,3
so04	chuva	sp27	28	17,8	3655,5	130,5
so04	chuva	sp28	8	14,5	600	75
so04	chuva	sp32	2	11	50	25
so04	chuva	sp38	1	45	80	80
pi01	chuva	sp16	1	34	200	200
pi01	chuva	sp01	4	19,8	770	192,5
pi01	chuva	sp28	11	13,1	649	59
pi01	chuva	sp22	2	11,6	35	17,5
pi01	chuva	sp04	5	7,2	35	7
ip01	chuva	sp02	13	6,8	65	5
ip01	chuva	sp01	5	13,6	650	130
ip01	chuva	sp28	8	14,7	230	28,8
ip01	chuva	sp15	4	12,3	150	37,5
ip01	chuva	sp07	2	13,5	20	10
ip01	chuva	sp03	11	7,4	110	10
ip01	chuva	sp04	2	8,3	20	10
ip02	chuva	sp11	1	13	20	20
ip02	chuva	sp28	9	10,6	210	23,3
ip02	chuva	sp03	10	5,4	50	5
ip02	chuva	sp14	1	9	30	30
ip02	chuva	sp19	3	9,5	40	13,3
ip03	chuva	sp26	7	12,9	75	10,7
ip03	chuva	sp16	1	10	5	5
ip03	chuva	sp22	9	9,75	120	13,3
ip03	chuva	sp02	11	8,3	100	9
ip03	chuva	sp12	1	22,2	180	180
ip03	chuva	sp11	2	17,5	100	50
ip03	chuva	sp07	1	29,7	95	95
ip03	chuva	sp25	7	11,6	20	28,6
ip03	chuva	sp28	19	11,4	700	36,8
ip03	chuva	sp01	3	19,3	350	166,6
sa01	chuva	sp28	11	32,3	425	38,6
sa01	chuva	sp09	2	6	45	22,5
sa01	chuva	sp21	4	8	600	150
sa01	chuva	sp03	3	5	15	5
sa01	chuva	sp23	1	8	5	5
sa01	chuva	sp20	4	15,3	600	150
sa01	chuva	sp25	2	7	10	5
sa01	chuva	sp18	2	12	10	5
sa01	chuva	sp01	3	17,5	250	83,3
sa01	chuva	sp11	3	15	105	35
sa02	chuva	sp03	24	5,6	130	5,4
sa02	chuva	sp28	11	12	490	44,5
sa02	chuva	sp09	2	7	45	22,5

Plan1

sa02	chuva	sp25	2	9	10	5
sa02	chuva	sp17	2	10	10	5
pj01	chuva	sp02	15	5	65	5
pj01	chuva	sp03	17	5	85	5
pj01	chuva	sp04	7	5	65	5
pj01	chuva	sp16	6	5	30	5

APÊNDICE 2

Local, período, código da espécie (peixe-id), abundância (N), comprimento padrão médio (CPM), peso total (PTOT) e peso médio (PM) das coletas realizadas no reservatório.

local	estação	código-id	N	CPM	PT	PM
itu01	seca	sp32	9	12,75	300	33,31
itu01	seca	sp28	3	21,66	40	20
itu01	seca	sp25	5	11,4	45	9
itu01	seca	sp01	1	13,6	20	20
itu01	seca	sp07	1	30	25	4
itu01	seca	sp02	11	7,39	47	4,27
itu02	seca	sp01	1	20	150	150
itu02	seca	sp25	44	12,26	1174	26,68
itu02	seca	sp02	10	6,69	35	3,5
itu02	seca	sp10	1	15	100	100
itu02	seca	sp15	1	6,4	10	10
itu02	seca	sp28	1	12,5	10	10
itu02	seca	sp18	1	14,5	10	10
itu02	seca	sp32	3	13,6	30	10
itu02	seca	sp14	1	9,4	10	10
itu03	seca	sp15	6	8,26	54	9
itu03	seca	sp32	10	12,32	248	24,8
itu03	seca	sp02	14	5,25	100	7,14
itu03	seca	sp28	1	14,2	35	35
itu03	seca	sp25	8	12,51	265	33,125
itu04	seca	sp15	1	6	5	5
itu04	seca	sp19	1	13	10	10
itu04	seca	sp32	9	12,13	210	23,3
itu04	seca	sp02	21	8,3	235	11,19
itu04	seca	sp25	8	12,35	313	39,12
itu04	seca	sp18	1	10,5	10	10
itu04	seca	sp28	4	12,5	135	33,75
itu05	seca	sp25	12	14,16	240	20
itu05	seca	sp32	8	12,38	220	27,5
itu05	seca	sp15	4	6,5	20	5
itu05	seca	sp02	7	6,7	15	2,15
itu05	seca	sp01	1	19,5	100	100
itu06	seca	sp25	19	12,74	821	43,2
itu06	seca	sp01	1	30	350	350
itu06	seca	sp28	8	11,88	245	30,62
itu06	seca	sp32	30	11,19	540	18
itu06	seca	sp02	15	7,14	95	6,3
itu06	seca	sp15	1	8,9	5	5
itu07	seca	sp38	1	8	5	5
itu07	seca	sp11	4	10,375	65	16,25
itu07	seca	sp28	3	11,5	85	28,3
itu07	seca	sp02	3	6,75	10	5
itu07	seca	sp15	1	6,67	15	5
itu07	seca	sp25	6	13	250	41,6

Plan1

itu08	seca	sp25	6	12	225	37,5
itu08	seca	sp15	3	7	20	6,66
itu08	seca	sp32	1	10,5	15	15
itu08	seca	sp18	1	16	30	30
itu08	seca	sp38	1	6,5	5	5
itu08	seca	sp02	1	8,5	10	10
itu08	seca	sp11	7	11	135	19,28
itu08	seca	sp01	1	17	65	65
itu09	seca	sp01	1	20	140	140
itu09	seca	sp25	10	8,65	130	13
itu09	seca	sp38	3	8	25	8,33
itu09	seca	sp02	2	7	10	5
itu09	seca	sp15	2	6,25	10	5
itu09	seca	sp28	1	5	7	7
itu01	chuva	sp25	5	14	300	60
itu01	chuva	sp01	2	22,75	465	232,5
itu01	chuva	sp32	5	10,5	60	12
itu01	chuva	sp19	1	15,2	30	30
itu01	chuva	sp02	3	7,1	15	5
itu01	chuva	sp15	4	7,07	20	5
itu02	chuva	sp28	1	16,5	70	70
itu02	chuva	sp19	4	11,67	50	12,5
itu02	chuva	sp32	1	11	10	10
itu02	chuva	sp15	9	6,44	45	5
itu02	chuva	sp14	1	6,5	5	5
itu02	chuva	sp25	8	14	505	63,125
itu03	chuva	sp02	17	7,14	130	7,6
itu03	chuva	sp32	2	10	20	10
itu03	chuva	sp19	1	18	55	55
itu03	chuva	sp15	1	6	5	5
itu04	chuva	sp25	24	12,42	1195	49,79
itu04	chuva	sp02	100	6	820	8,2
itu04	chuva	sp15	4	6,62	20	5
itu04	chuva	sp32	7	10,64	115	16,42
itu04	chuva	sp19	4	13,95	110	27,5
itu05	chuva	sp01	3	26,16	1190	396,6
itu05	chuva	sp25	2	13,75	105	52,5
itu05	chuva	sp02	27	7,6	265	9,8
itu05	chuva	sp19	12	16,12	635	52,9
itu05	chuva	sp15	23	6,63	138	6
itu05	chuva	sp32	8	10,65	95	11,87
itu06	chuva	sp19	76	13,17	2235	29,4
itu06	chuva	sp02	1	7,5	5	5
itu06	chuva	sp32	5	11,8	140	28
itu06	chuva	sp15	18	7,77	158	8,77

Plan1

itu06	chuva	sp28	1	11	10	10
itu06	chuva	sp16	2	25,75	560	280
itu07	chuva	sp01	1	36	755	755
itu07	chuva	sp19	8	11,96	285	35,62
itu07	chuva	sp16	1	30	300	300
itu07	chuva	sp32	12	88	130	10,83
itu07	chuva	sp02	27	7,7	185	6,85
itu08	chuva	sp28	2	13	105	52,5
itu08	chuva	sp25	3	9,73	75	25
itu08	chuva	sp19	3	11,6	50	16,6
itu08	chuva	sp32	3	10,6	30	10
itu08	chuva	sp15	15	5	95	6,3
itu08	chuva	sp02	25	7	185	7,4
itu09	chuva	sp01	3	22,3	570	190
itu09	chuva	sp15	6	7,16	65	10,83
itu09	chuva	sp25	9	13,7	660	73,3
itu09	chuva	sp32	2	10	10	5
itu09	chuva	sp02	29	6,6	215	7,4