

IMPACTOS DA ATIVIDADE DE PISCICULTURA NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE, SP - BRASIL *

Daniela CASTELLANI¹ e Walter BARRELLA²

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o impacto dos efluentes de pisciculturas em cursos d'água na Bacia do Rio Ribeira de Iguape, SP, através de características físicas e químicas da água, visitaram-se 40 pisciculturas localizadas em oito municípios da região: Juquiá, Registro, Sete Barras, Miracatu, Pariquera-açu, Jacupiranga, Iguape e Cananéia. A água de abastecimento de viveiros e seus efluentes, lançados após o cultivo, foram analisados durante o período de julho a dezembro de 2001, sendo obtidos os valores de nove parâmetros limnológicos. Através do Teste "t" de Student ($p < 0,05$), os efluentes apresentaram características distintas daquelas das águas de abastecimento, com maior quantidade de nutrientes, como fósforo total, amônia, nitrato e nitrogênio total. As pisciculturas foram agrupadas (agrupamento hierárquico aglomerativo) de acordo com suas características limnológicas em quatro grupos: 1) pisciculturas de pequeno porte, que produzem até 10 toneladas de peixe por ano; 2) pesqueiros (pesque pague e ou pesque solte), que adicionam semanalmente pequenas quantidades de rações; 3) pisciculturas de grande porte, que produzem em torno de 150 toneladas de peixe por ano e utilizam grandes quantidades de ração; 4) pisciculturas cuja água de abastecimento apresentara-se alterada. Pode-se observar que as pisciculturas de grande porte (grupo 3) apresentaram maior impacto que as de pequeno porte e os pesqueiros. Dentre os peixes criados, foram listadas 41 espécies, dentre exóticas (oriundas de outros países) e alóctones (provenientes de outras Bacias). Em 95% das pisciculturas visitadas ocorreram escapes de espécies para rios da Bacia. Foi possível verificar, dentre as espécies criadas, seis grupos de peixes nativos da Bacia do Rio do Ribeira de Iguape, SP, os quais constituem alimento de alto valor nutritivo e podem gerar trabalho para a comunidade local.

Palavras-chave: piscicultura; qualidade da água; impactos ambientais; Bacia do Rio do Ribeira de Iguape/SP; espécies criadas

IMPACT OF THE ACTIVITY OF THE FISH FARMING IN THE BASIN OF RIBEIRA DE IGUAPE RIVER, SP - BRAZIL

ABSTRACT

With the objective of to verify the impact of the activity of the fish farming in water courses of the Basin of Ribeira de Iguape River, SP, through the evaluation of physical and chemical water characteristics, 40 fish farmings located in eight cities of the region had been visited: Juquiá, Registro, Sete Barras, Miracatu, Pariquera-açu, Jacupiranga, Iguape and Cananéia. The supplying waters and the effluents, launched into the water bodies after the rearing activities, were analyzed during the period of July to December 2001, and the values of nine limnological parameters had been registered. Through Test "t" of Student, it was demonstrated that the characteristics of the effluents were different from those of the supplying waters, with high values of nutrients, such as: total phosphorus, ammonia, nitrate and total nitrogen. In accordance with the limnological characteristics, the fish farms had been grouped (agglomerative hierarchic grouping) as follows: group 1) small fish farms, which produce up to 10 tons of fish per year; group 2) fish farms for

Artigo Científico: Recebido em 24/10/2005 - Aprovado em 28/06/2006

¹ Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional Sudoeste Paulista
Rodovia Sebastião Ferraz de C. Penteado, km 232 - Capão Bonito, SP - CEP: 18300-970
e-mail: daniela.castellani@apta regional.sp.gov.br

² Departamento de Ciências do Meio Ambiente, PUCSP - Sorocaba, SP
Praça José Ermírio de Morais, 290 - e-mail: dinamica@aplicenet.com.br

* Estudo financiado pelo Projeto BIOTA/FAPESP "Peixes e Pesca na Mata Atlântica do Sul de São Paulo" (Processo: 1999/04529-7)

fishing activities, with weekly additions of few amounts of ration; group 3) big fish farms, with intensive rearing, which produce around 150 tons of fish per year, and use great amounts of ration; and group 4) fish farms whose supplying waters were already altered. It could be observed that the big fish farms (group 3) were more impactant than the small ones and those for fishing activities ($p < 0.01$). Forty one species of exotic species (deriving from other countries) and species proceeding from other river basins had been listed. In 95% of the visited fish farms, escapes of species to rivers had been registered. It was possible to verify the rearing of six groups of native fish species in the Basin of Ribeira de Iguape River, SP, which constitute a food of high nutritional value and generate jobs for the local community.

Keys words: fish farm; water quality level; ambiental impact, Basin of Ribeira de Iguape River/ SP; reared species

INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade bastante antiga na região do Vale do Rio Ribeira de Iguape, existindo relatos desta atividade na década de 1930, quando representantes da colônia japonesa iniciaram a criação de carpas em lagos e açudes (BOEGER, 1998). Após esse período, a região apresentou maior difusão da atividade na década de 1980, a partir de ações da extinta SUDELPA (Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista), órgão do Governo Estadual, que desenvolveu projeto de fomento da atividade na região em conjunto com a associação de proprietários rurais, os quais, em troca do auxílio do governo na construção de pisciculturas, forneciam alevinos de tilápias e carpas a outros proprietários rurais interessados na implantação da atividade. Mas foi na década de 1990 que a piscicultura viveu um momento de grande expansão, não induzida por política pública, mas como resultado dos esforços de produtores locais (BOEGER, 1998). As ações governamentais desenvolvidas para fomentar esta atividade no Vale do Ribeira provocaram efeitos positivos e negativos, pois houve aumento da adoção da piscicultura para consumo próprio, criando-se também expectativa nos produtores de que teriam assistência técnica especializada, a qual não teve continuidade, gerando frustração nos piscicultores (SILVA, 2005).

Os impactos ambientais da aqüicultura ainda não foram devidamente estudados na região do Vale do Ribeira. Entretanto, atualmente é possível definir aspectos que representam riscos ao ambiente, tais como alterações hidrográficas provocadas pelo intenso represamento e desvio de cursos d'água e introdução de espécies de peixes exóticas em rios da região, pois a maioria dos peixes criados são oriundos de outras bacias hidrográficas (SÃO PAULO, 1997). Outro risco consiste em alterações da qualidade da água de mananciais, uma vez que a maioria das

pisciculturas não possui sistema para filtragem e/ou tratamento do efluente de tanque e viveiro de criação (CASTELLANI e BARRELLA, 2005).

Um dos principais pré-requisitos para a criação de peixes é que a água seja de boa qualidade e esteja disponível em quantidade adequada. A maioria das pisciculturas da região estudada é abastecida por águas de nascentes localizadas em áreas de preservação permanente, e o seu uso não controlado, assim como o efluente não tratado do tanque/viveiro, podem causar impacto negativo nos recursos hídricos (CASTELLANI e BARRELLA, 2005).

Os dejetos liberados pelos peixes modificam as características físicas, químicas e biológicas do tanque ou viveiro. Esses resíduos orgânicos, após ação microbiológica, fornecem nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plâncton e de macrófitas aquáticas, podendo, quando em excesso, causar eutrofização do ambiente e alteração da composição e abundância de diversos organismos aquáticos (PÁDUA, 2001).

Atualmente existem no Brasil poucos ecossistemas aquáticos naturais ainda não impactados pela atividade humana (WOOTTON, 1992). No Estado de São Paulo, o elevado grau de degradação ambiental é responsável pelo reduzido número de áreas ainda preservadas, porém, é neste Estado que se encontra a maior reserva de Mata Atlântica contínua em território nacional (SANTOS, 1998). Dentro deste contexto, a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape constitui uma região que apresenta cobertura vegetal nativa e ictiofauna endêmica em parte do seu território (BIZERRIL, 1994).

Acredita-se que existam cerca de 24.000 espécies de peixes no planeta, das quais pelo menos 38% são de água doce, caracterizando este ambiente como de alta diversidade em relação à ictiofauna (LOWE-McCONNELL, 1997; MALABARBA *et al.*, 1998). CALOW (1998) estimou que 20% da fauna de peixes

estão extintos ou em risco de extinção, informando que, particularmente na Europa, a perda de espécies de peixes de água doce atingiu 65% da riqueza total. Esta perda é resultante principalmente da degradação dos habitats, da sobrepesca dos estoques e da introdução de espécies originárias de outras Bacias (LATINI, 2001).

Atualmente, estima-se que existam no Brasil 165 espécies de peixes ameaçadas de extinção. No Estado de São Paulo, a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849) e o pacu-prata (*Myleus tiete* Eigenman e Norris, 1900) fazem parte dessas espécies ameaçadas de extinção (GUIA 4 RODAS, 2006). Na região em análise, a ictiofauna criada nas pisciculturas foi representada por apenas 14% de espécies nativas, e em 95% das criações visitadas ocorreram escapes (CASTELLANI, 2002).

A aqüicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida, os quais devem permanecer equilibrados para possibilitar a manutenção da atividade. Embora seja difícil produzir sem provocar alterações ambientais, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente, a fim de que não haja redução da biodiversidade, comprometimento de nenhum recurso natural, nem alterações significativas na estrutura e funcionamento do ecossistema. A aqüicultura moderna está embasada em três pilares: produção lucrativa, preservação do meio ambiente e desenvolvimento social. Os três componentes são essenciais e indissociáveis para que a atividade seja perene. Deve-se entender claramente

que a preservação ambiental é parte do processo produtivo (VALENTI *et al.*, 2000).

A piscicultura no Vale do Ribeira possibilita o aproveitamento efetivo dos recursos naturais locais e a criação de postos de trabalho assalariado. Pode-se produzir alimento de alto valor nutritivo aproveitando diferentes resíduos agropecuários existentes na propriedade rural. Porém, assim como qualquer outra atividade humana, a piscicultura necessita de estratégia ou planejamento básico para produzir bons resultados (CASTELLANI e BARRELLA, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar características físicas e químicas da água de abastecimento e de efluente de pisciculturas localizadas na Bacia do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo, com a finalidade de verificar possíveis alterações da qualidade do ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram visitadas 40 pisciculturas nos municípios de Juquiá, Registro, Sete Barras, Miracatu, Pariqueraçu, Jacupiranga, Iguape e Cananéia (Figura 1), no período de julho a dezembro de 2001.

Dentre as 40 pisciculturas visitadas, seis eram intensivas, utilizando tanques-rede, e 34, semi-intensivas, desenvolvidas em viveiros escavados. Durante as visitas técnicas foram aplicados questionários aos piscicultores. Paralelamente foram realizadas entrevistas com pescadores artesanais dos Rios Ribeira de Iguape e Juquiá, com a finalidade de listar as espécies de peixes introduzidas na Bacia através

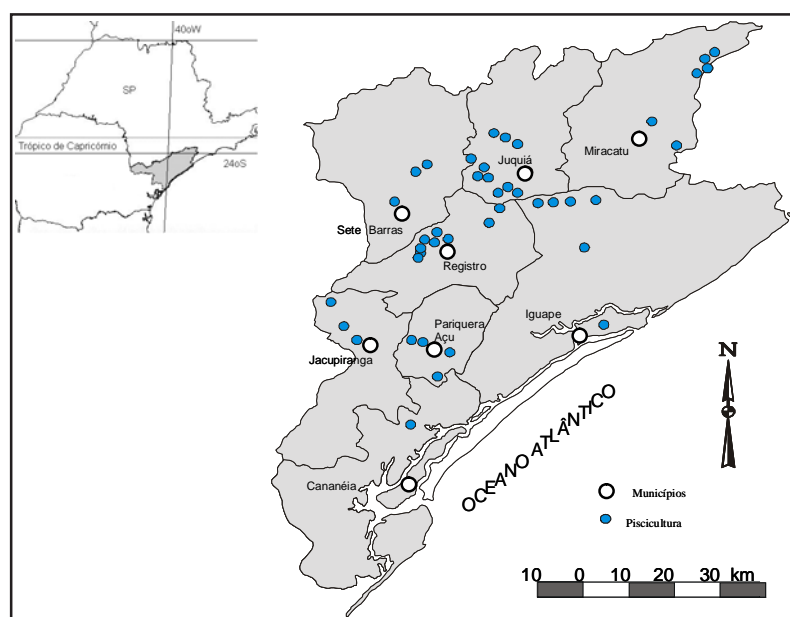


Figura 1. Pisciculturas visitadas na região do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP, durante o período jul.-dez./2001

de escapes de pisciculturas, espécies essas identificadas com o auxílio de literatura especializada (BRITSKI *et al.*, 1984; 1999). Além disto, foram registrados bimestralmente, no local, com auxílio de aparelho de marca Horiba, modelo U10, os valores de características físicas e químicas da água de abastecimento e efluente de cada piscicultura visitada, a saber: oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$), pH, turbidez (UTN), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Esses registros foram feitos diretamente no local, com o eletrodo do aparelho colocado, aproximadamente, 15 cm abaixo da superfície da água, na entrada e na saída da água de cada tanque ou viveiro.

Amostras d'água, coletadas em frascos de polietileno com capacidade de 500 mL, foram analisadas no laboratório do Centro de Estudos Ambientais na UNESP, Câmpus de Rio Claro-SP, para determinação dos níveis de nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), nitrato e amônia. O fósforo total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) foi determinado utilizando-se a metodologia descrita em GOLTERMAN *et al.* (1978), e o nitrogênio orgânico (NO_3) total (mg/L) e o nitrato (mg/L), utilizando-se metodologias descritas em MACKERETH *et al.* (1978). Os valores de amônia (NH_4 - $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) foram determinados através da metodologia descrita em KOROLEFF (1976).

Análises dos dados

Com o objetivo de comparar os parâmetros limnológicos: pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, nitrato e amônia da água de abastecimento e do efluente das pisciculturas, utilizou-se o teste de Student "t", para amostras pareadas (ZAR, 1999), a fim de verificar as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre elas. Para cada piscicultura foi calculada a porcentagem (%) de variação dos valores das variáveis físicas e químicas da água, através da fórmula: $[(100 \cdot S)/E] - 100$, em que S=valor da variável na água que "Sai", ou efluente, e E=valor da variável na água que "Entra", ou água de abastecimento.

Com base nos valores médios das variáveis oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade, turbidez, NT, PT, NO_3 e NH_4 da água da entrada e da saída dos viveiros, foi feita análise dos componentes principais, com intuito de ordenar as amostras e verificar as possíveis correlações das variáveis que poderiam influenciar a eutrofização das águas.

Os resultados foram agrupados de forma a classificar as pisciculturas quanto ao nível de quali-

dade da água de abastecimento e efluente dos viveiros, empregando-se a análise de agrupamento hierárquico aglomerativo nos valores médios da análise dos componentes principais (MANLY, 1994).

RESULTADOS

Pode-se observar, pela tabela 1, alterações de características físicas e químicas da água de abastecimento após a entrada desta nos viveiros das pisciculturas, alterações essas que se expressam através do aumento da concentração de nitrogênio total, fósforo total, nitrato e amônia.

O Teste "t" mostra, no período de estudos, para os sistemas intensivos e semi-intensivos de criação, diferenças significativas entre os valores de fósforo total, amônia, nitrato e nitrogênio total, registrados na água de abastecimento, e aqueles das mesmas variáveis, registrados no efluente dos viveiros (Tabela 1).

Os valores dos dois primeiros componentes, fósforo total e amônia, obtidos através da análise dos componentes principais, mostram 46,2% da variabilidade total dos dados agrupados, sendo que o fósforo total representou 28,7% da variância total registrada. Entretanto, este primeiro componente apresentou correlação negativa referente às outras variáveis (condutividade elétrica e temperatura da água de abastecimento e efluente). O segundo componente apresentou correlações negativas referentes às variáveis amônia, nitrato, pH, oxigênio dissolvido e fósforo total na água de abastecimento e às variáveis oxigênio dissolvido e pH no efluente dos viveiros.

O agrupamento dividiu as pisciculturas em quatro grupos. O grupo 1 é representado pelo maior número de pisciculturas, as quais são do tipo convencional, com produção relativamente baixa - até 10 toneladas de peixe por ano. No grupo 2 inclui-se a maioria dos pesqueiros (pesque-pague e/ou pesque-solte), nos quais se utilizam quantidades baixas de ração para alimentação dos peixes - oferta-se apenas a porção necessária para mantê-los com seus pesos comerciais. O grupo 3 é representado por pisciculturas intensivas e semi-intensivas que produzem até 150 toneladas de peixe por ano e utilizam grandes quantidades de ração, juntamente com adubações orgânica e química. O grupo 4 inclui as pisciculturas cuja água de abastecimento já se encontrava alterada em relação às variáveis condutividade elétrica, fósforo total e nitrato. Dentre os quatro grupos, o grupo 3 foi o que se apresentou mais eutrofizado, sendo seguido pelos grupos 2, 1 e 4 (Figura 2).

Tabela 1. Valores médios de parâmetros de qualidade da água das 40 pisciculturas visitadas na região do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP, durante o período jul.-dez./2001: OD=oxigênio dissolvido; pH=potencial hidrogeniônico; CE=condutividade elétrica; TB=turbidez; T=temperatura; NT=nitrogênio total; NO₃=nitrito; NH₄=amônia

Código Pisc.	OD (mg.L ⁻¹)			pH			CE (µS.cm ⁻¹)			TB (UTN)			T (°C)			NT (mg.L ⁻¹)			PT (µg.L ⁻¹)			NO ₃ (mg.L ⁻¹)			NH ₄ (mg.L ⁻¹)		
	E	S	%	E	S	%	E	S	%	E	S	%	E	S	%	E	S	%	E	S	%	E	S	%	E	S	%
01SI	5,7	4,4	-23	6,7	7,4	10	3,8	6,5	71	147	250	70	18,5	20,6	11	0,3	1,7	467	225,4	672	0,1	0,3	200	0,1	0,7	600	
02SI	5,3	4,8	-9	4,4	4,4	0	3,0	4,0	33	5	81	1520	18,8	21,2	13	0,3	0,8	167	7,6	97,8	1187	0,5	1,0	100	0,1	0,7	600
03SI	4,1	3,7	-10	4,2	4,1	-2	5,0	5,0	0	12	28	133	19,4	19,3	-1	4,2	4,9	17	39,1	425,8	989	0,0	0,2	400	0,1	0,5	400
04SI	5,2	4,6	-12	4,6	4,6	0	4,0	9,0	125	26	62	138	22,7	21,1	-7	0,7	4,2	500	22,9	23,2	1	0,2	0,9	350	0,2	2,0	900
05SI	10,5	8	-24	8,4	7,6	-10	2,5	3,4	36	179	141	-21	21,1	23,9	13	2,1	2,1	0	129,3	289,7	124	0,8	0,9	13	0,5	0,8	60
06SI	8,9	8,2	-8	7,9	8,8	11	5,9	6,2	5	23	121	426	20,8	21,5	3	0,3	2,1	600	26,3	305,4	1061	0,2	0,6	200	0,1	0,3	200
07SS	4,6	5,3	15	4,2	4,4	5	5,0	4,9	-2	5	37	640	21,7	21,7	0	0,3	1,4	367	21,2	324,4	1430	0,1	0,3	200	0,1	0,3	200
08SS	4,3	4,1	-5	4,8	4,7	-2	4,0	4,0	0	45	90	100	19,2	19,7	3	0,0	1,4	1300	49,7	210,5	324	0,2	0,6	200	0,0	0,3	650
09SS	4,7	4,7	0	4,3	4,1	-5	6,0	8,0	33	14	24	71	17,3	19,7	14	0,7	0,7	0	53,9	75,0	39	0,2	0,3	50	0,4	0,5	25
10SS	5,7	5,7	0	4,2	4,2	0	5,0	5,0	0	24	31	29	20,4	20,0	-2	0,7	0,9	29	25,5	36,5	43	0,3	0,4	33	0,2	0,3	50
11SS	4,4	5	14	4,8	4,3	-10	4,0	7,0	75	10	60	500	20,1	21,3	6	0,3	0,7	133	18,2	88,9	388	0,0	0,2	400	0,2	0,2	0
12SS	7,2	9,4	31	7	7,3	4	2,6	3,0	15	9	100	1011	22,6	22,0	-3	1,0	1,4	40	23,5	129,0	449	0,6	0,8	33	0,2	0,4	100
13SS	9,8	8,2	-16	8,4	8,9	6	3,0	3,0	0	102	234	129	20,8	20,5	-1	1,4	2,4	71	101,1	141,4	40	0,3	0,3	0	0,4	0,5	25
14SS	4,8	5,2	8	5,6	6,2	11	2,5	2,8	12	13	26	100	20,3	21,8	7	1,0	2,1	110	21,8	34,4	58	0,0	0,4	900	0,1	0,3	200
15SS	8,2	5,8	-29	7,9	5,9	-25	5,0	5,3	6	50	120	140	21,3	22,7	7	0,4	0,7	75	72,2	81,4	13	0,2	0,2	0	0,1	1,0	900
16SS	5,2	4,6	-12	5,6	5,8	4	3,0	3,5	17	14	23	64	20,0	19,9	-1	0,7	1,0	43	0,7	90,0	1275,7	0,3	0,3	0	0,3	1,1	267
17SS	6,9	9,1	32	6,1	7,3	20	2,1	4,7	124	65	91	40	19,8	23,1	17	0,3	2,1	600	20,1	146,4	628	0,0	0,3	50	0,0	0,5	1150
18SS	7,8	7,5	-4	6,9	5,3	-23	3,4	1,4	-59	13	405	3015	20,9	19,9	-5	0,3	1,0	233	24,4	236,5	869	0,2	0,5	150	0,1	1,2	1100
19SS	6,9	4,1	-41	6,8	7	3	3,3	5,3	61	53	119	125	20,3	21,2	4	0,8	1,3	63	85,1	106,1	25	0,3	0,6	100	0,2	0,9	350
20SS	7,7	5	-35	7,9	7,3	-8	4,0	5,0	25	180	479	166	20,3	19,7	-3	0,7	2,8	300	161,2	506,9	214	1,4	1,6	14	1,0	2,5	150
21SS	9	8,5	-6	7,7	7,5	-3	1,7	1,7	0	31	85	174	17,9	20,1	12	0,7	0,7	0	19,7	31,1	58	0,1	0,5	400	0,1	0,1	0
22SS	8,6	8,8	2	7	7,3	4	2,9	2,7	-7	167	44	-74	19,6	23,1	18	0,3	1,5	400	22,5	33,4	48	0,1	0,1	0	0,0	0,1	150
23SS	9,4	4,3	-54	8,1	7,5	-7	4,4	5,5	25	130	100	-23	18,7	20,7	11	2,4	3,1	29	6,0	94,4	1473	0,4	0,4	0	0,0	0,9	2150
24SS	9,2	7,9	-14	9,5	8,4	-12	5,0	5,1	2	128	246	92	21,0	21,6	3	0,3	1,4	367	6,0	139,8	2230	0,2	0,3	50	0,1	0,3	200
25SS	7,2	7	-3	7,7	7,5	-3	4,0	5,0	25	60	77	28	20,0	20,2	1	1,7	1,7	0	189,2	262,0	38	0,7	1,1	57	1,3	1,3	0
26SS	6,4	5,6	-13	6,7	6,7	0	2,9	3,0	3	34	36	6	19,7	19,5	-1	0,7	1,4	100	68,2	79,8	17	0,2	0,5	150	0,3	0,4	33
27SS	5,9	5,9	0	7,1	7,3	3	4,2	4,1	-2	183	147	-20	20,6	20,6	0	0,7	1,0	43	129,9	140,5	8	0,3	0,4	33	0,8	1,0	25
28SS	7,5	7,7	3	6,8	7,4	9	3,4	3,0	-12	33	34	3	19,6	19,3	-2	0,3	0,7	133	13,2	26,8	103	0,6	0,7	17	0,9	1,3	44
29SS	7,2	5,7	-21	6,9	7	1	3,9	5,7	46	25	35	40	18,8	19,1	2	1,0	1,4	40	59,9	102,6	71	0,8	0,9	13	0,6	0,6	0
30SS	7,7	4,7	-39	6,8	6,8	0	3,0	3,0	0	38	331	771	17,0	18,5	9	0,7	1,7	143	21,1	248,3	1077	0,1	0,7	600	0,4	2,1	425
31SS	8,5	8,3	-2	7,3	7,9	8	4,3	4,0	-7	940	999	6	18,9	19,2	2	4,5	9,4	109	7,8	802,9	10194	0,2	1,6	700	0,0	4,0	9900
32SS	8	5	-38	6	6,4	7	1,9	2,4	26	72	100	39	19,3	20,3	5	0,3	1,0	233	13,3	14,4	8	0,4	0,4	0	0,1	0,5	400
33SS	8	7,8	-3	7,5	7,9	5	4,0	4,0	0	147	179	22	22,9	23,0	0	1,7	2,1	24	177,5	266,4	50	0,6	0,7	17	0,5	0,9	80
34SS	7,5	5,5	-27	6,3	5,8	-8	1,5	1,5	0	41	44	7	22,1	23,8	8	2,1	7,4	252	45,4	87,6	93	0,3	0,4	33	0,4	0,4	0
35CI	2,7	2,8	4	7,5	6,9	-8	4,9	3,8	-22	39	35	-10	28,5	29,0	2	4,5	5,3	18	5,2	8,2	58	0,1	0,3	200	0,1	0,6	500
36CI	4,2	4,2	0	7,3	7,6	4	7,5	9,1	21	48	66	38	26,7	28,2	6	1,4	0,9	-36	5,6	6,7	20	0,2	0,2	0	0,1	0,9	800
37CS	6,5	6	-8	7,4	7,4	0	4,0	4,0	0	20	35	75	26,7	27,0	1	3,0	5,3	77	18,3	49,7	172	0,4	0,5	25	0,2	1,4	600
38CS	5,8	5,4	-7	6,8	6,9	1	3,0	4,0	33	30	33	10	27,1	27,2	0	0,5	0,9	80	3,1	7,1	129	0,1	0,2	100	0,1	0,2	100
39CS	2,9	2,5	-14	7,2	7,3	1	5,0	5,0	0	401	476	19	27,6	27,0	-2	2,3	2,3	0	0,6	244,9	4071,7	1,5	1,6	7	0,9	2,1	133
40CS	5,2	7,1	37	7,5	7,9	5	3,0	9,0	200	59	128	117	30,4	30,5	0	0,2	2,6	1200	9,7	24,4	152	0,1	0,5	400	0,0	0,1	150
Média	6,6a	6,0a	-10,3	6,6a	6,6a	-0,3	3,8a	4,6a	20,4	90,4a	143,8a	59,1	21,2a	22,0a	3,4	1,1a	2,2b*	90,6	43,9a	156,1b***	255,8	0,3a	0,6b**	68,1	0,3a	0,9b***	150,0
DP	1,9	1,8		1,3	1,4		1,2	1,9		157,6	182,9		3,1	3,0		1,2	1,9		50,0	159,5		0,3	0,4		0,3	0,8	

E = Entrada de água na piscicultura; S = Saída de água na piscicultura; % = (S × 100 / E) - 100

Letras diferentes indicam significância em relação a cada parâmetro - b*; p < 0,01; b**; p < 0,005; b***; p < 0,001.

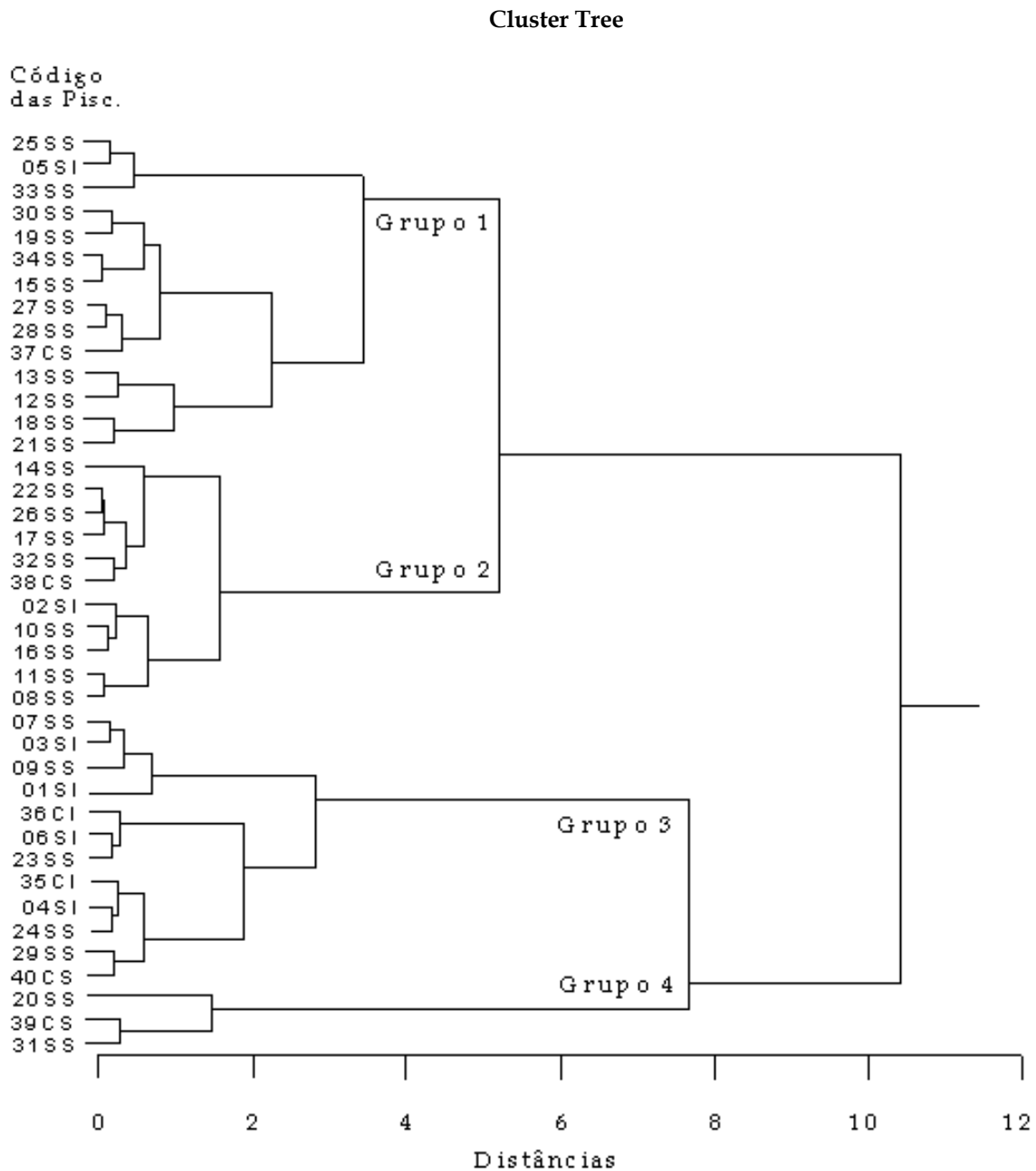


Figura 2. Dendrograma (agrupamento) das pisciculturas visitadas na região do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP, durante o período jul.-dez./2001, quanto a suas características limnológicas. Método de ligação Ward. Distância euclidiana

Durante os seis meses de estudos registraram-se 41 espécies em criação nas pisciculturas pesquisadas (Tabelas 2 e 3). Dentre as espécies criadas, seis eram nativas e 35, exóticas, sendo registradas fugas confirmadas de 29 dessas espécies (pacu, tilápia-do-nilo, tambacu, Saint Peter, carpa-cabeça-

grande, tambaqui, carpa-capim, traíra, carpa-comum, piau, lambari, matrinxã, curimbatá, piauçu, bagre-africano, bagre-de-canal, cachara, tucunaré, piapara, truta, peixe-espada, plati, molinésia, peixe-japonês, carpa ornamental, barbo, lebiste, paulistinha, peixe anjo).

Tabela 2. Grupo de espécies de peixes criados nas pisciculturas, número de pisciculturas e ocorrências de fugas dos peixes dos tanques e viveiros, na região do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP, durante o período jul.-dez./2001

Nº	Grupo de espécies (denominação popular)	Nome Científico	Número de Pisciculturas	Número de Fugas
1	Pacu	<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	35	12
2	Tilápia-do-Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	34	24
3	Tambacu	Híbrido (pacu x tambaqui)	31	9
4	Saint Peter	Híbrido (vários cruzamentos)	25	16
5	Carpa-cabeça-grande	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1824)	22	9
6	Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1818)	19	6
7	Carpa-capim	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	19	8
8	Traíra	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	16	2
9	Carpa-comum	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus e Heckel, 1843)	15	7
10	Piau	<i>Leporinus piau</i> (Fowler, 1941)	12	4
11	Lambari	<i>Astyanax</i> sp (Linnaeus, 1758)	9	1
12	Matrinxã	<i>Brycon cephalus</i> (Günther, 1869)	8	1
13	Curimatá	<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	7	1
14	Piauçu	<i>Leporinus macrocephalus</i> (Garavello e Britski, 1988)	6	1
15	Bagre-africano	<i>Clarias gariepinus</i> (Teugels, 1982)	4	2
16	Trairão	<i>Hoplias lacerdae</i> (Miranda-Ribeiro, 1908)	4	0
17	Pintado	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix e Agassiz, 1829)	4	0
18	Bagre-de-canal	<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1820)	3	1
19	Cachara	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	3	1
20	Jundiá	<i>Rhamdia quelen</i> (Linnaeus, 1766)	3	0
21	Tucunaré	<i>Cichla</i> spp (Bloch e Schneider, 1801)	2	1
22	Dourado	<i>Salminus maxillosus</i> (Cuvier, 1816)	2	0
23	Piraputanga	<i>Brycon hilarii</i> (Valenciennes, 1850)	2	0
24	Piapara	<i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1836)	2	1
25	Truta	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	2	1
26	Black bass	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802)	2	0
27	Pirapitinga	<i>Piaractus brachypomum</i> (Cuvier, 1818)	1	0
28	Robalo	<i>Centropomus</i> spp (Cuvier e Valenciennes, 1928)	1	0
29	Cará	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	1	0
30	Cascudo	<i>Hypostomus</i> sp (Marschall, 1873)	1	0
31	Tuvira	<i>Gymnotus carapo</i> (Cuvier, 1816)	1	0
32	Piracanjuba	<i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes, 1850)	1	0

Tabela 3. Grupo de espécies de peixes criados nas pisciculturas ornamentais, número de pisciculturas e de ocorrências de fugas dos tanques e viveiros, na região do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP, durante o período jul.-dez./2001

Nº	Grupo de espécies (denominação popular)	Nome Científico	Número de Pisciculturas	Número de Fugas
1	Peixe-espada	<i>Xiphophorus helleri</i> (Heckel, 1848)	1	1
2	Plati	<i>Xiphophorus maculatus</i> (Günther, 1866)	1	1
3	Molinésia	<i>Poecilia latipina</i> (Lesueur, 1825)	1	1
4	Peixe-japonês	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1
5	Carpa ornamental	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus e Heckel, 1843)	1	1
6	Barbo	<i>Barbus sachsii</i> (Ahl, 1923)	1	1
7	Lebiste	<i>Poecilia reticulata</i> (De Filippi, 1861)	1	1
8	Paulistinha	<i>Brachydanio rerio</i> (Hamilton, 1822)	1	1
9	Peixe-anjo	<i>Pterophyllum altum</i> (Hamilton, 1822)	1	1

Através da tabela 2 pode-se observar que as espécies criadas são representadas por 85,3% pacus, 82,9% tilápias, 75,6% tambacus e 55,6% carpas. Dentre as espécies criadas, as originárias da Bacia do Rio Ribeira de Iguape foram: lambari, traíra, trairão, cará, jundiá e robalo, sendo estas espécies constantes em pelo menos 10% das propriedades que praticam a piscicultura semi-intensiva. Não foi encontrada nenhuma espécie nativa criada nas pisciculturas intensivas.

Em 95% das pisciculturas visitadas foram registrados escapes de pelo menos uma espécie exótica criada, ou seja, espécie que não pertence à Bacia do Rio Ribeira de Iguape. A tilápia foi a espécie que mais apresentou escapes, sendo seguida das espécies de peixes redondos (pacu e tambacu) e carpas.

Em entrevista, pescadores artesanais dos Rios Juquiá e Ribeira de Iguape/SP informaram sobre a presença, nesses rios, de algumas espécies exóticas introduzidas, tais como a carpa, o pacu e o bagre africano, e obtiveram-se dados biométricos das mesmas.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo mostram diferenças entre os valores de variáveis físicas e químicas do efluente do viveiro e aqueles da água de abastecimento do mesmo. Esta variação parece ser decorrente da localização geográfica do corpo d'água, das características geológicas da região, da vegetação que circunda suas margens e, também, da densidade de estocagem dos peixes, quantidade de ração fornecida, adubação e calagem praticada, dentre outros fatores (CASTAGNOLLI, 1992).

Na tabela 1 apresenta-se a comparação dos resultados do Teste "t", relacionando as variáveis físicas e químicas da água de abastecimento e efluente das pisciculturas visitadas. Observa-se, no período de estudos, que os valores das variáveis OD, pH, condutividade elétrica, turbidez e temperatura não foram significantes (valores $p < 0,05$) tanto para as pisciculturas intensivas como para as semi-intensivas. Na maioria das pisciculturas pesquisadas, o pH da água é corrigido com a prática da calagem dos viveiros (adição de calcário), e a qualidade da água de cultivo é melhorada com a instalação de aeradores nos viveiros.

Os valores das variáveis nitrogênio total, fósforo total, nitrato e amônia apresentam resultados

significantes. HENRY-SILVA (2001), estudando tilápias em Jaboticabal, SP, verificou que a água de abastecimento e a água efluente da criação apresentaram diferenças significativas em relação às mesmas variáveis limnológicas do efluente (fósforo total, amônia, nitrato e nitrogênio total), assim como para fósforo dissolvido, nitrogênio orgânico dissolvido, nitrito e turbidez.

No presente trabalho, o maior teor de nutrientes verificado na água efluente dos viveiros das pisciculturas visitadas, em relação ao registrado na água de abastecimento, é, provavelmente, devido a excesso de ração, que pode causar degradação da qualidade da água (CASTELLANI, 2002). Segundo ONO e KUBTZA (1999), resíduos fecais e sobras de ração são as principais fontes de resíduos orgânicos nos sistemas de produção. Estes resíduos, após ação microbiológica, fornecem nutrientes essenciais, podendo causar eutrofização do ambiente e, conseqüentemente, alteração da composição e abundância de diversas comunidades aquáticas.

Neste estudo, os sistemas de cultivo (intensivo e semi-intensivo) empregados foram prejudiciais à qualidade da água dos efluentes durante o período de pesquisa, acarretando, provavelmente, prejuízos locais, isto é, afetando diretamente os recursos hídricos da região, pois todo efluente de piscicultura desemboca em rios ou riachos da Bacia (CASTELLANI, 2002). Tal situação é preocupante, pois a piscicultura é uma atividade marcante na região do Vale do Ribeira, já representando a segunda atividade agropecuária mais praticada na região. Dessa forma, recomenda-se a elaboração de um plano de manejo para a piscicultura regional, em que deve ser discutido o tratamento dos efluentes provenientes dos sistemas de criação (CASTELLANI, 2002).

O registro de escapes (fugas) atingiram cerca de 95% das pisciculturas visitadas, tendo ocorrido em conseqüência da inundação da área onde os peixes são criados, pois, nessa região, o índice pluviométrico é de, no mínimo, 1.500 mm por ano; do rompimento da parede de viveiros ou de seus monges; ou, ainda, da própria decisão do piscicultor ou pescador desportivo de introduzir novas espécies em corpos d'água. A tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi a espécie que mais apresentou fugas. Os peixes que escapam vão principalmente para o canal principal da Bacia, onde ocorre a pesca profissional e/ou artesanal. A manjuba (*Anchoviella lepidentostole*), principal produto desta atividade no município de Iguape,

atingiu, em 2005, a produção de mais de 200 toneladas (INSTITUTO DE PESCA, 2006), e atualmente os pescadores no Rio Ribeira de Iguape, além da manjuba, também mostram preferência pela captura de peixes oriundos de piscicultura, como o pacu e as carpas (CASTELLANI, 2002).

A alteração da composição da fauna ictíca pela introdução de peixes exóticos, alguns dos quais carnívoros e de grande voracidade, pode ser considerada preocupante. Pescadores artesanais entrevistados em Registro (SP) afirmaram ter capturado bagre-africano (*Clarias gariepinus*) junto com cardume de manjuba, e que no estômago de um bagre-africano havia 19 manjubas. Outros pescadores atribuem a recente diminuição do sagüiru e de pequenos bagres nativos à predação por espécies exóticas. Por outro lado, a fuga de espécies, como pacu, piapara e carpa, tem incentivado a pesca desportiva a desenvolver técnicas de captura específicas para cada peixe introduzido. Várias espécies nativas, como o lambari e a traíra, são criadas naturalmente em viveiros, devido à facilidade de colonização que apresentam. Esta característica poderia ser aproveitada em um plano de desenvolvimento sustentado, integrando a piscicultura, a pesca e o turismo. A utilização de espécies nativas poderia ser recomendada para minimizar os danos ecológicos provocados na comunidade ictíca, a qual se apresentou de forma frágil na pesca experimental (CASTELLANI, 2002).

Assim como a agricultura, a aqüicultura mundial também está se desenvolvendo, em grande parte, devido à utilização de espécies introduzidas nas principais regiões produtoras (VALENTI, 2000). Na Ásia, essa influência de espécies exóticas é proporcionalmente baixa, traduzindo-se em pouco mais de 5% do total produzido, o que não deixa de ser significativo, em razão dos elevados volumes gerados. Em outros continentes, a importância das espécies exóticas fica mais evidente, pois 96,2% dos peixes produzidos na América do Sul e 84,7% na Oceania são espécies exóticas (VALENTI, 2000). Globalmente, 9,7% da produção aqüícola mundial constitui-se de espécies introduzidas (VALENTI, 2000). O desenvolvimento de piscicultura com a utilização de espécies nativas pode ser visto como um impacto positivo, portanto faz-se necessário um trabalho de incentivo à criação destes peixes e, conseqüentemente, ao uso de tais práticas nesse tipo de empreendimento.

KESTMONT (1995) reuniu informações sobre efeitos negativos que a aqüicultura em geral exerce sobre o meio ambiente biológico, destacando: alteração dos valores da temperatura da água; aumento da demanda química e bioquímica de oxigênio e da concentração de fósforo e sólidos em suspensão; diminuição da concentração de oxigênio dissolvido; contaminação com produtos químicos; acúmulo de sedimento rico em matéria orgânica; poluição e erosão; e aumento do risco de disseminação de doenças. O autor também reúne algumas vantagens que a aqüicultura industrial apresenta, em termos econômicos e sociais, dentre as quais pode-se destacar: captação de divisas, favorecimento da terceirização, aumento da arrecadação de impostos, criação de empregos e produção de proteína. Na Região do Vale do Ribeira, SP, pode-se ainda destacar, como vantagem para os moradores da região, o lazer, devido à existência dos clubes de pesca, e a possibilidade de formação de mão-de-obra especializada.

CONCLUSÕES

As águas de abastecimento, após passagem pelos viveiros das pisciculturas pesquisadas no período de julho a dezembro de 2001, na região do Vale do Ribeira, apresentaram alterações de suas características físicas e químicas, expressas através do aumento dos valores de nitrogênio total, fósforo total, nitrato e amônia, podendo, por sua vez, provocar modificações da qualidade da água dos rios da Bacia do Rio Ribeira de Iguape, SP.

As pisciculturas intensivas e semi-intensivas, as quais produzem, normalmente, grandes quantidades de peixes por ano (até 150 toneladas), são as mais eutrofizadas e, conseqüentemente, as mais impactantes, o que se pode constatar através dos resultados das características limnológicas, sendo seguidas pelos pesque-pague e pelas pisciculturas semi-intensivas com baixa produção anual.

A fuga das espécies de peixes exóticos das pisciculturas para os rios e riachos é um fato comprovado na região.

Nas pisciculturas pesquisadas no presente estudo, as espécies de peixes criadas podem ser reunidas em seis grupos: traíra, *Hoplias malabaricus*; trairão, *Hoplias lacerdae*; lambaris, *Astyanax* sp.; jundiá, *Rhamdia quelen*; cará, *Geophagus brasiliensis*, e cascudos, *Hypostomus* sp., espécies essas, nativas da Bacia do Ribeira de Iguape, SP, constituindo, assim, um incentivo a tais práticas em empreendimentos desse tipo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Cooperativa dos Aqüicultores do Vale do Ribeira (COOPERPEIXE), à Cooperativa de Desenvolvimento Sustentado em Aqüicultura do Vale do Ribeira (COODESALQ) e aos proprietários das pisciculturas visitadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIZERRIL, C.R.S.F. 1994 Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do leste brasileiro. *Acta. Biol. Leopold.*, 16(1): 51-80.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. 1984 *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do Rio São Francisco*. 3.ed. Brasília: CODEVASF. 115p.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. 1999 *Peixes do Pantanal – Manual de Identificação*. 1.ed. Brasília. 184p.
- BOEGER, W.A. 1998 *Cadeia produtiva da aqüicultura do Vale do Ribeira, SP*. Curitiba: UFPR. 23p. Relatório técnico.
- CALOW, P. 1998 *The Encyclopedia of Ecology and Environmental Management*. Cornwall: Blackwell Science. 805p.
- CASTAGNOLLI, N. 1992 *Criação de peixes de água doce*. Jaboticabal: FUNEP. 189p.
- CASTELLANI, D. 2002 *Caracterização da piscicultura na região Sul de São Paulo (Brasil)*. Rio Claro. 79p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista).
- CASTELLANI, D. e BARRELLA, W. 2005 Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira, SP. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 29(1): 168-176.
- GOLTERMAN, H.L.; CLINO, R.S.; OHSNTAD, M.A.M. 1978 *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. 8.ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- GUIA 4 RODAS. *Lista de peixes ameaçados de extinção*. Disponível em: http://guia4rodas.abril.com.br/conheca/pesca2006/peixes_ameaçados.shtml Acesso em: 01/05/2006.
- HENRY-SILVA, G.G. 2001 *Utilização de macrófitas flutuantes (Eichhornia crassipes, Pistia stratiotes, Salvinia molesta) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal*. Jaboticabal. 80p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista).
- INSTITUTO DE PESCA. 2006 *Estatística pesqueira*. Disponível em: www.pesca.sp.gov.br/estatisticasindex.php. Acesso em: 01/05/2006.
- KESTMONT, P. 1995 Different system of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture*, Amsterdam, 129: 347-372.
- KOROLEFF, F. 1976 Determination of nutrients. In: GRASHOF, K. (Ed.). *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie Weihim. p.117-181.
- LATINI, A.O. 2001 *O Efeito da introdução de peixes exóticas nas populações nativas das lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, MG*. Belo Horizonte. 72p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais).
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1977 *Ecology of Fishes in Tropical Waters*. London: Edward Arnold. 64p.
- MACKERETH, F.Y.H; HERON, J.G.; TALLING, J. 1978 *Water analysis: some revised methods for limnologist*. Fresh Biological Associat. Publ., n.36. 120p.
- MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; LUCENA, M.S.; LUCENA, C.A. 1998 *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre: EDIPUC.
- MANLY, B.F.J. 1994 *Multivariate statistical methods*. London: Chapman e Hall.
- ONO, E.A. e KUBITZA, F. 1999 *Cultivo de peixes em tanques redes*. 2.ed. In: _____. (Ed.). Jundiá. 68p.
- PÁDUA, H.B. 2001 Impacto ambiental: um impacto na aqüicultura. *Revista Brasileira de Agropecuária*, 1(12): 1-66.
- SANTOS, M.R. 1998 *A variabilidade ambiental e as comunidades de peixes do Rio Ribeira de Iguape (SP)*. Jaboticabal. 109p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista).

- SÃO PAULO 1997 *Diagnóstico ambiental participativo do Vale do Ribeira e litoral sul de São Paulo*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. 87p.
- SILVA, N.J.R. 2005 *Dinâmica de desenvolvimento da piscicultura e políticas públicas no Vale do Ribeira/SP e Alto Itajaí/SC-Brasil*. Jaboticabal. 544p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura).
- VALENTI, W.C. 2000 Introdução. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, A.; BORGHETTI, J.R. (Ed.). *Aqüicultura no Brasil, bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPQ/MCT. p.25-32.
- WOOTTON, R.J. 1992 *Fish Ecology*. New York: Chapman e Hall. v.1, 212p.
- ZAR, J.H. 1999 *Biostatistical Analysis*. 4.ed. New Jersey: Prentice Hall.