

Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso)

Cacilda Thais Janson Mercante*, Sandra Vieira Costa, Daniella da Silva, Maria Ângela Cabianca e Katharina Eichbaum Esteves

Instituto de Pesca, Av. Francisco Matarazzo, 455, 05001-300, São Paulo, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: cthais@pesca.sp.gov.br

RESUMO. A qualidade da água de 30 pesque-pague da região metropolitana de São Paulo foi avaliada através de variáveis abióticas nos períodos seco e chuvoso em setembro de 2001 e fevereiro de 2002. A alcalinidade variou entre 10,5 a 95,0 CaCO₃/L; a condutividade variou entre 10,2 a 390,0 µS/cm; o pH de 5,80 a 8,10. O oxigênio dissolvido de 5,20 a 12,40 mg/L; a porcentagem de saturação esteve acima de 100%; a turbidez entre 11 a 270 NTU; a temperatura da água de 18 a 27°C. A transparência da água variou de 0,10 a 0,60 m. De modo geral, os resultados estiveram dentro da recomendação Conama 20/86 para classe 2. Entretanto, valores elevados de condutividade elétrica e de saturação do oxigênio indicaram excesso de matéria orgânica e, conseqüentemente, uma deterioração da qualidade da água. Não foram obtidas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as variáveis e os períodos seco e chuvoso, sugerindo que o manejo teve maior influência na dinâmica dos sistemas do que as variações climáticas.

Palavras-chave: fatores abióticos, pesque-pague, qualidade da água.

ABSTRACT. Water quality of sports fishing in São Paulo (Brazil) Metropolitan area: evaluation through abiotic factors (dry and rainy period). The water quality of 30 sports fishing in São Paulo (Brazil) metropolitan area was evaluated under abiotic variables during dry and rainy periods of September 2000 and February 2002. Alkalinity varied between 10.5 and 95.0 CaCO₃/L; the conductivity varied between 10.2 and 390.0 µS/cm; the pH between 5.80 and 8.10. Dissolved oxygen varied between 5.20 and 12.40 mg/L; turbidity between 11 and 270 NTU; water temperature 18 and 27°C. The STS varied between 12 and 140 mg/L and the water transparency between 0.10 and 0.60. The results were in accordance with National Environmental Council (Conama) Resolution (1986) for class 2. However, high electrical conductivity and oxygen saturation showed high level of organic matter which leads to deterioration of water quality. There were no significant differences ($P > 0.05$) between the variables and the dry and rainy periods, which suggests a higher influence of the management on the analyzed systems than on the climatic variations.

Key words: abiotic factors, sports fishing, water quality.

Introdução

As poucas opções de lazer nos grandes centros urbanos e regiões metropolitanas propiciaram o surgimento e expansão de atividades como a pesca esportiva em pesque-pagues (Kubtiza, 1999; Venturieri, 2001). Eler *et al.* (2001) ressaltaram que o sucesso econômico dessa atividade recreativa depende de boa manutenção da qualidade da água, sendo que esta qualidade pode ser influenciada por diversos fatores como, por exemplo, a origem da fonte de

abastecimento de água e manejo alimentar. De acordo com Lopes (2000), as técnicas de manejo empregadas nos locais destinados à pesca são fatores primordiais para que se ofereça adequada pesca de lazer. Segundo Sipaúba-Tavares *et al.* (1998), estudos que enfoquem a dinâmica dos ecossistemas artificiais rasos, como é o caso dos pesque-pagues, evidenciando a qualidade da água, são de grande importância, uma vez que todos os fatores atuam de maneira interligada. Assim, o ordenamento e a valorização de características como a

qualidade da água devem ser estimadas frente à demanda da pesca recreacional, sendo importante que o piscicultor ou operador de pesque-pague possua compreensão e entendimento sobre os processos químicos da água (Bockstael *et al.*, 1987; Lawson, 1995). Essa qualidade pode ser considerada através de diversos aspectos, dentre os quais as preocupações com a saúde do usuário e a preservação do meio ambiente são de fundamental importância (Mercante *et al.*, 2004). Destaca-se que raros são os estudos sobre qualidade da água em pesque-pague, sendo que o presente estudo faz parte de projeto maior intitulado: Diagnóstico ecológico e sanitário de pesque-pagues da região metropolitana de São Paulo (Fapesp, 2003). O presente trabalho objetivou avaliar as condições da qualidade da água de pesque-pagues da Região Metropolitana de São Paulo por meio do levantamento de variáveis abióticas, de modo a contribuir com propostas que visem a melhoria dos empreendimentos.

Material e métodos

Foram selecionados 30 pesqueiros localizados predominantemente na bacia hidrográfica do Alto Tietê, abrangendo os municípios de Santa Isabel, Arujá, Mairiporã, Santana do Parnaíba, São Lourenço da Serra, Itapeverica da Serra, São Paulo (Santo Amaro), Mauá, Suzano, Ribeirão Pires, São Bernardo, Cotia, Vargem Grande Paulista e Mogi das Cruzes. Amostrou-se em média três pesque-pagues para cada município. As coordenadas geográficas desses locais foram obtidas com o aparelho GPS, marca Garmin modelo II plus. As coletas ocorreram no período de 11 de setembro a 10 de outubro de 2001, representando a estação seca (estiagem) e no período de 5 de fevereiro a 27 de março de 2002, caracterizando a estação chuvosa. Com o uso do aparelho da marca Horiba modelo U-22, foram medidos *in situ* as seguintes variáveis: temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), condutividade elétrica (μS.cm⁻¹) e turbidez (NTU). Com um disco de Secchi, obteve-se a transparência da água. Foram feitas coletas de água da subsuperfície para análise em laboratório das variáveis: dureza total (mg.L⁻¹) titulometria com EDTA e alcalinidade total (mg.L⁻¹), e sólidos totais em suspensão (mg.L⁻¹) (Apha, 1998). Apresentam-se, neste estudo, somente os resultados das medidas realizadas na subsuperfície dos sistemas. Também foi realizado um teste de variância (Anova) para verificar se ocorreram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso.

Resultados e discussão

Os valores obtidos para cada variável, nos 30 pesque-pague, incluindo mínimo, médio e máximo encontram-se nas Tabelas 1 e 2. O tratamento estatístico para verificação de diferenças significativas entre as variáveis e os períodos amostrados estão apresentados na Tabela 3. Para o período seco, a temperatura da água variou de 18,4°C a 26,9°C e no chuvoso de 23,8°C a 30,0°C, ocorrendo variação significativa entre os dois períodos. A condutividade elétrica variou de 10,2 a 470,0 μS/cm não sendo obtidos valores significativamente diferentes entre ambos os períodos. Variação significativa entre chuva e seca foi verificada para as medidas de pH com valores entre respectivamente de 5,3 a 8,1 (média de 6,0) e 5,8 a 8,1 (média de 6,8). Para ambos os períodos, não foram observadas variação significativa para os teores de oxigênio dissolvido, o qual teve amplitude de 3,5 a 14,6 mg/L. A turbidez também não foi significativamente diferente entre os dois períodos variando de 11,0 a 270,0 NTU. As variações de transparência da água não foram significativas entre os períodos de seca e chuva variando de 0,10 a 0,80 m. Sólidos totais em suspensão variaram de 9,1 a 140,0 mg/L na época seca e 3,9 a 144,0 mg/L na chuvosa. A dureza total variou de 3,9 a 88,0 mg/L (seca) e 7,7 a 193,3 mg/L (chuva). Os teores de cálcio variaram no período seco de 1,6 a 29,8 mg/L e no chuvoso de 1,5 a 64,3 mg/L. A alcalinidade total pouco variou entre ambos os períodos seco e chuvoso, respectivamente de 10,5 a 94,6 mg/L e de 6,3 a 94,7 mg/L. A grande maioria dos ambientes apresentaram supersaturação de oxigênio (Tabela 4).

Alcalinidade total, pH e dureza total

Em relação à alcalinidade total, verificou-se que nos dois períodos (seco e chuvoso) 30% dos pesque-pagues amostrados obtiveram valores abaixo do recomendado para sistemas aquaculturais, ou seja abaixo de 20 mg/L (Tabela 3). Águas com alcalinidade e/ou dureza total inferior a 20 mg CaCO₃/L apresentam reduzido poder tampão podendo ocorrer oscilações diárias nos valores de pH, em função dos processos fotossintéticos e respiratórios (Kubtiza, 1999). Seria aconselhado nesses casos o incremento de cálcio (através da calagem) nesses sistemas a fim de elevar a alcalinidade, evitando-se bruscas oscilações no pH que podem ser prejudiciais aos peixes. Em relação ao período chuvoso, 50% dos pesque-pagues obtiveram valores de pH abaixo de 6,0 (Tabela 5), ou seja, ocorreu predomínio de águas mais ácidas nesse período. Isso pode ser relacionado com as chuvas que diluem as concentrações de cálcio e com o

Tabela 1. Valores de temperatura, condutividade, pH, oxigênio dissolvido (OD), turbidez e transparência obtidos na subsuperfície dos pesque-pagues amostrados durante os períodos seco e chuvoso, com respectivos valores mínimo, médio e máximo para cada variável.

Pesqueiros	Temperatura (°C)		Condutividade (µS/cm)		pH (upH)		Oxigênio dissolvido (mg/L)		Turbidez (NTU)		Transparência (m)	
	sc	ch	sc	ch	sc	ch	sc	ch	sc	ch	sc	ch
1	22,8	28,3	52,7	40,0	7,2	5,5	8,9	7,9	19,0	22,0	0,4	0,50
2	22,0	26,6	19,5	30,0	6,6	5,6	6,3	5,9	27,0	20,0	0,5	0,70
3	22,6	29,4	10,2	20,0	6,2	5,3	6,1	7,4	120,0	38,0	0,1	0,35
4	20,4	23,8	37,8	40,0	7,7	5,4	10,4	6,8	24,0	96,0	0,4	0,20
5	22,8	28,6	74,5	90,0	7,4	5,8	11,8	6,6	21,0	28,0	0,4	0,40
6	25,3	26,2	67,8	70,0	7,6	5,8	10,6	8,5	12,0	110,0	0,6	0,30
7	19,5	25,3	66,0	80,0	6,9	6,1	5,9	3,9	13,0	48,0	0,3	0,30
8	19,2	24,2	87,0	100,0	7,0	6,1	6,6	4,4	23,0	34,0	0,4	0,50
9	21,7	25,1	55,0	70,0	7,0	5,9	10,3	6,1	11,0	26,0	0,5	0,50
10	18,4	25,3	200,0	470,0	7,1	6,8	6,0	7,0	37,0	55,0	0,3	0,20
11	19,7	25,2	32,3	60,0	7,7	5,6	10,6	7,9	19,0	17,0	0,6	0,80
12	23,3	27,4	53,2	60,0	7,1	5,7	9,4	9,5	15,0	41,0	0,5	0,40
13	22,4	24,9	82,9	110,0	7,5	5,8	7,8	5,5	19,0	40,0	0,4	0,25
14	24,6	25,4	124,0	130,0	7,4	6,1	8,5	6,1	15,0	30,0	0,5	0,25
15	26,9	27,4	44,8	50,0	7,1	5,8	8,2	8,4	50,0	19,0	0,5	0,55
16	22,7	28,0	26,5	50,0	6,5	6,3	7,9	8,3	60,0	86,0	0,2	0,20
17	25,8	28,6	25,0	60,0	6,3	5,6	7,6	9,8	18,0	19,0	0,5	0,60
18	23,1	29,0	32,0	60,0	6,5	7,6	11,0	14,6	11,0	42,0	0,4	0,40
19	21,5	27,5	65,5	100,0	7,0	5,7	5,6	3,5	13,0	26,0	0,3	0,40
20	21,9	29,6	100,0	80,0	6,3	5,7	6,4	5,8	24,0	22,0	0,4	0,40
21	21,9	26,9	110,0	180,0	6,5	6,1	8,2	7,5	36,0	29,0	0,3	0,40
22	22,1	27,8	30,0	60,0	6,0	5,7	9,5	7,7	39,0	27,0	0,5	0,50
23	23,9	27,2	390,0	380,0	6,1	6,3	8,6	5,0	270,0	200,0	0,1	0,15
24	22,7	26,9	140,0	120,0	6,4	6,1	6,2	4,2	38,0	98,0	0,4	0,20
25	22,8	27,6	250,0	160,0	6,6	6,2	5,2	5,2	60,0	47,0	0,3	0,40
26	21,9	30,0	30,0	30,0	5,8	5,6	6,1	11,0	78,0	72,0	0,2	0,20
27	22,5	29,2	230,0	200,0	6,4	6,2	8,3	6,1	23,0	41,0	0,4	0,30
28	24,5	29,4	270,0	280,0	6,5	6,3	11,2	7,3	56,0	47,0	0,3	0,30
29	22,6	28,2	140,0	190,0	6,4	6,1	7,7	6,4	58,0	53,0	0,3	0,30
30	23,1	28,3	170,0	130,0	8,1	8,1	12,4	13,6	49,0	65,0	0,3	0,25
mínimo	18,4	23,8	10,2	20,0	5,8	5,3	5,2	3,5	11,0	17,0	0,1	0,20
média	22,5	27,2	100,6	116,7	6,8	6,0	8,3	7,3	41,9	49,9	0,4	0,40
máximo	26,9	30,0	390,0	470,0	8,1	8,1	12,4	14,6	270,0	200,0	0,6	0,80

Tabela 2. Valores de sólidos totais em suspensão (STS), dureza total (DT), cálcio (Ca) e alcalinidade total (alc.) obtidos na subsuperfície dos pesque-pagues amostrados durante os períodos seco e chuvoso, com respectivos valores mínimo, médio e máximo para cada variável.

Pesqueiros	STS (mg/L)		DT (CaCO ₃ /L)		Ca ⁺⁺ (mg/L)		Alc (CaCO ₃ /L)	
	seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso
1	*	12,1	23,3	13,4	5,4	3,1	29,4	21,1
2	*	17,5	9,7	7,7	1,6	1,5	14,7	14,7
3	*	23,3	3,9	7,7	1,6	3,1	10,5	12,6
4	22,0	41,5	19,4	9,6	4,7	2,3	25,2	14,7
5	44,0	22,0	29,1	30,6	7,8	8,4	46,2	40,0
6	12,0	34,2	34,9	23,0	9,3	5,4	42,0	31,6
7	27,0	30,7	29,1	28,7	6,2	8,4	31,5	40,0
8	31,0	17,5	46,6	44,0	14,0	12,2	56,7	50,5
9	18,0	14,5	23,3	30,6	4,7	6,9	31,5	37,9
10	55,0	52,0	60,1	193,3	16,3	64,3	71,4	94,7
11	31,6	9,1	7,8	7,7	4,7	1,5	10,5	18,9
12	26,0	36,0	27,2	11,5	6,2	2,3	23,1	27,4
13	32,7	28,0	34,9	32,5	8,5	8,4	31,5	37,9
14	30,9	27,3	31,0	47,9	14,7	13,0	56,7	54,7
15	55,3	16,4	17,5	17,2	4,7	4,6	14,7	6,3
16	68,5	62,0	11,6	15,3	2,3	1,5	12,6	16,8
17	18,8	13,1	13,6	26,8	2,3	4,6	12,6	33,7
18	23,5	24,6	15,5	21,1	3,1	6,1	16,8	25,3
19	12,4	16,0	28,7	36,4	8,4	7,7	34,4	37,9
20	26,7	17,5	26,8	23,0	6,9	7,7	34,4	33,7
21	29,0	19,4	23,0	36,4	5,4	6,1	23,7	16,8
22	17,0	13,5	15,3	9,6	3,1	2,3	15,1	16,8
23	140,0	144,0	70,8	67,0	19,9	21,4	62,4	65,3
24	32,1	47,5	40,2	39,2	9,2	9,4	40,9	48,4
25	27,0	26,0	88,0	47,0	29,8	14,1	94,6	52,6
26	24,0	94,0	7,7	13,7	2,3	2,4	15,1	16,8
27	35,0	22,0	53,6	47,0	11,5	8,6	62,4	48,4
28	38,2	31,3	42,1	56,8	13,8	11,8	64,5	67,4
29	21,9	79,5	51,7	52,9	13,0	17,2	51,6	56,8
30	54,2	49,3	57,4	29,4	17,6	7,8	68,8	44,2
mínimo	12,0	9,1	3,9	7,7	1,6	1,5	10,5	6,3
médio	35,3	34,7	31,5	34,2	8,6	9,1	36,8	36,1
máximo	140,0	144,0	88,0	193,3	29,8	64,3	94,6	94,7

Tabela 3. Análise de variância Anova *one-way* para as variáveis temperatura da água (°C), condutividade elétrica (μS/cm), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), turbidez (NTU) e transparência (m) entre os períodos de chuva e seca.

Variáveis	Fator	P
Temperatura da água	104,89	0,000*
Condutividade elétrica	0,42	0,521**
pH	27,76	0,000*
Oxigênio dissolvido	3,07	0,085**
Turbidez	0,49	0,485**
Transparência	0,00	0,964**

* = S (significativo). ** = NS (não significativo).

Tabela 4. Valores de porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido na subsuperfície dos pesqueiros amostrados durante os períodos seco e chuvoso.

Pesque-pagues sub-superfície	% Saturação	
	seca	chuva
1	112,9	117,2
2	78,6	87,3
3	76,3	109,9
4	129,0	106,1
5	148,9	93,4
6	143,0	120,8
7	70,8	58,2
8	79,1	81,8
9	127,7	108,2
10	69,9	96,6
11	128,9	110,4
12	119,4	125,7
13	97,6	93,3
14	111,4	78,1
15	111,7	116,8
16	99,4	115,4
17	98,0	141,4
18	138,5	162,7
19	69,2	77,0
20	79,6	101,0
21	103,9	106,2
22	118,2	112,5
23	111,6	87,6
24	78,5	69,3
25	67,0	118,6
26	76,1	155,0
27	106,4	99,0
28	147,3	117,5
29	99,9	98,0
30	162,4	180,1

maior aporte de matéria orgânica lixiviada do solo que interfere na produção de CO₂, conseqüentemente de ácido carbônico (H₂CO₃) e outros compostos com características ácidas. Kitamura *et al.* (1999) afirmaram que valores baixos de pH podem afetar a reciclagem de nutrientes pela redução da taxa de decomposição da matéria orgânica e pela inibição da fixação do nitrogênio. Como forma de manejo, recomenda-se a reposição do cálcio através da calagem, para elevar a alcalinidade total, mantendo os sistemas tamponados evitando bruscas oscilações do pH.

Condutividade elétrica

No que se refere à condutividade elétrica, a maioria dos locais registraram valores acima do recomendado, conforme Tabela 6, destacando-se no período seco o pesque-pague 23 (390 μS.cm⁻¹) e no chuvoso, o pesque-pague 10 com 470 μS.cm⁻¹ (Tabelas 1 e 2). Sipaúba-Tavares (1994) cita que valores altos de condutividade elétrica indicam grau de decomposição elevado, já valores reduzidos assinalam acentuada produção primária, sendo, portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. Os valores elevados de condutividade elétrica podem ser relacionados à própria dinâmica de manejo dos pesqueiros, onde constantemente se adicionam grandes quantidades de matéria orgânica advinda, principalmente, da alimentação (arraçoamento e ceva). Muito desse alimento não é aproveitado pelos peixes, os quais são metabolizados no processo de decomposição liberando íons para a coluna de água incrementando a condutividade elétrica.

Tabela 5. Variáveis físicas e químicas amostradas nos pesqueiros da região metropolitana de São Paulo durante os períodos seco (sc) e chuvoso (ch) valores médios e de referência.

Variáveis	Unidades	Seca	Chuva	Referência
Temp. da água	°C	22,49	27,24	28-32 ¹
pH		6,82	6,03	6,5-8,0 ¹
Oxigênio	mg/L	8,31	7,26	>5,0 ¹
Turbidez	NTU	41,93	49,93	<100 ¹
Transparência	M	0,38	0,37	0,40-0,60 ¹

¹ Conama/ 20 (1986)

Tabela 6. Variáveis físicas e químicas amostradas nos pesqueiros da região metropolitana de São Paulo durante os períodos seco (sc) e chuvoso (ch) valores médios e de referência.

Variáveis	Unidades	Seca	Chuva	Referência
Cond. elétrica	μS/cm	100,56	116,67	40-70 ³
Dureza total	mg/L	31,46	34,23	>20 ¹
Cálcio	mg/L	8,63	9,14	4 a 160 ²
Alc. Total	mg/L	36,84	36,14	>20 ¹

¹ Sipaúba-Tavares (1994). ² Lawson (1995). ³ Takino and Cipólli (1988).

Temperatura da água

A faixa ideal de temperatura da água para espécies de climas subtropicais e tropicais são valores que oscilem entre 26 e 28°C (Boyd, 1992). Kitamura *et al.* (1999) encontraram nos lagos de pesca na bacia do rio Piracicaba valores de temperatura de 22 a 27°C que, segundo os autores, correspondem aos normalmente encontrados nos viveiros de piscicultura no Brasil, não comprometendo a alimentação e o metabolismo respiratório dos peixes estocados. Em relação aos pesque-pagues estudados foi verificado valor médio de temperatura da água de 22,5°C. Nitidamente, a amostragem representativa

do período seco evidenciou baixa temperatura média. Entretanto, tais valores foram muito próximos do obtido por Kitamura *et al.* (1999), corroborando que tais médias são comumente encontradas em nossas regiões. Durante o período chuvoso verificou-se que os valores de temperatura aumentaram significativamente em relação ao período seco (Tabela 3), fato esperado pois essa variável está relacionada diretamente com o clima (variação sazonal).

Turbidez e sólidos totais em suspensão (STS)

A turbidez da água apresentou um valor médio de 42 NTU, no período seco e 50 NTU no chuvoso. De acordo com Conama 020/86, para as águas da classe 2, onde se inclui águas destinadas à criação natural de espécies para o consumo humano, os valores de turbidez exigidos são de até 100 NTU o que não ocorreu nos pesque-pagues 3 (120 NTU) e 23 (270 NTU) no período seco (Tabela 6). Em relação ao pesque-pague 3, verificou-se que esse valor poderia estar relacionado à própria turbidez inorgânica advinda de um repovoamento, promovido poucas horas antes da coleta. Em relação ao pesque-pague 23, no período chuvoso, foi obtido o maior valor de turbidez (200 NTU). Possivelmente, as partículas inorgânicas em suspensão poderiam ter colaborado para esse fato, tendo em vista que foi verificado nesse local um valor mais elevado de sólidos totais em suspensão (STS) nos dois períodos, respectivamente de 140 mg/L (seco) e 144 mg/L (chuvoso), conforme as Tabelas 1 e 2. Em tanques de piscicultura o fitoplâncton é a maior fonte de turbidez, de modo que a penetração de luz está geralmente relacionada com sua abundância (Boyd, 1992). Sipaúba-Tavares (1994) acrescenta que além do plâncton, a turbidez também pode ser consequência da presença de argila coloidal, substâncias em solução, matéria orgânica coloidal ou dissolvida.

Transparência da água

Em relação à transparência da água, novamente os pesque-pagues 3 e 23 não corresponderam ao recomendado pelo Conama, que é de 0,25 a 0,40 m, ambos obtiveram valor de 0,10 m, durante o período seco (Tabela 5). Em caso de transparência menores que 0,40 m recomenda-se a redução do arraçoamento e fertilização, que são por sua vez, no caso dos pesque-pagues, os principais potencializadores do crescimento intenso do plâncton, principalmente fitoplâncton, ocasionando baixa transparência e elevação de parâmetros abióticos como turbidez e condutividade elétrica e

bióticos como clorofila a, feofitina e nutrientes, verificado por Mercante *et al.* (2004). Sob condições de transparência maiores que 0,40 m é muito rara a ocorrência de baixa concentração de oxigênio na coluna d' água. No entanto, transparência maior que 0,60 m permite a penetração de grande quantidade de luz em profundidade, favorecendo o crescimento de plantas aquáticas e algas, o que prejudica o manejo dos peixes (Sipaúba-Tavares, 1994; Kubitza, 1999). Em relação ao pesque-pague 3, esse valor poderia estar relacionado a um repovoamento e conseqüente aumento de densidade, promovido poucas horas antes da coleta, situação que teria favorecido a baixa transparência, devido ao revolvimento do fundo do tanque pelos peixes. Segundo Sipaúba-Tavares (1994), o ideal seria manter a visibilidade entre 0,25 e 0,70 m desde que o fundo não esteja totalmente visível. A média de transparência da água entre os 30 pesque-pagues, nos dois períodos, foi de 0,40 m, como pode ser observado nas Tabelas 1 e 2.

Oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação

Muitas espécies de peixes podem tolerar concentrações em torno de 2 a 3 mg.L⁻¹ por períodos prolongados; contudo, o peixe se alimenta melhor, apresenta melhores condições de saúde e cresce mais rápido quando esses níveis estão próximos à saturação (Kubitza, 1999). Nos pesque-pagues amostrados a concentração de oxigênio dissolvido variou entre 5,2 a 12,4 mg.L⁻¹ no período seco. Em relação ao período chuvoso, observou-se que, com exceção do pesque-pague 19, que obteve uma concentração de 3,5 mg.L⁻¹, todos os demais apresentaram valores de oxigênio dissolvido de acordo com o recomendado, variando de 4,2 a 14,6 mg.L⁻¹ (Tabelas 1 e 5). Em relação à porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido, mais da metade dos pesque-pagues avaliados apresentaram níveis de supersaturação na subsuperfície em ambos os períodos (Tabela 4). No entanto, provavelmente, durante a noite, a concentração de oxigênio diminua consideravelmente em função da respiração do fitoplâncton. De acordo com Kubitza (1999), a supersaturação além de não causar um aumento na produção de peixes, também não melhora a eficiência alimentar dos mesmos. Essa supersaturação é restrita às camadas superficiais onde a penetração da luz é adequada aos intensos processos fotossintéticos. Muito embora as variáveis analisadas apresentaram valores em níveis aceitáveis deve-se ressaltar que os níveis de saturação de oxigênio evidenciaram locais supersaturados como mencionados anteriormente, indicando intensos

processos fotossintéticos. Isso pode ser corroborado através do estudo realizado nos mesmos locais sobre os processo de eutrofização em pesque-pagues (Mercante *et al.*, 2004). Os autores evidenciaram níveis elevados de clorofila *a* bem como de fósforo o que caracterizou ambientes eutróficos a hiper-eutróficos, indicando um manejo inadequado quando se trata de manutenção de uma boa qualidade da água.

Através da aplicação de questionário (Fapesp, 2003), foi verificado que 80% dos pesqueiros monitoraram freqüentemente o pH; 40% fizeram medição do oxigênio dissolvido e 87% não fazem registro sistemático de dados da qualidade da água. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Kitamura *et al.* (1999) em estudo realizado em lagos de pesca na bacia do rio Piracicaba, onde o monitoramento do pH foi realizado por 89% dos pesqueiros levantados e desses, cerca de 22% monitoraram o oxigênio dissolvido.

Lopes (2000), estudando a qualidade da água e o manejo de lagos de pesca esportiva, concluiu que a qualidade da água evidenciada por meio de parâmetros bióticos e abióticos, apresentaram níveis fora dos padrões mínimos recomendados pela Resolução Conama 020/86 para a classe 2, supondo que esses valores tenham estreita relação com a super estocagem empregada pelas operações de pesca.

O arraçoamento e uso de ceva

Em estudo feito concomitantemente ao presente trabalho, Esteves e Fujii (2004) avaliaram a alimentação dos peixes e evidenciaram, através da aplicação de questionário, que a ração extrusada foi a mais utilizada com um valor médio de 4 g/m²/dia atendendo ao recomendado em Kubitzka (1999) que propõe valores de 4 a 15 g/m²/dia. Entretanto, o uso de ceva (massa a base de farinha de milho elaborada pelos pescadores para atrair os peixes) em média foi de 9,9 g/m²/dia. Kubitzka (2004) não recomenda uso de ceva como forma de se evitar a deterioração da qualidade da água e garantir uma boa pesca. Além, disso, Kibria *et al.* (1998) expõem que o pó fino que se desintegra dos péletes de ração e cai diretamente na coluna de água também contribui para o aumento dos nutrientes. Drapcho e Brune (2000) ressaltaram que outros fatores podem elevar as concentrações de nutrientes na água e, conseqüentemente, colaborando no aumento da produção primária, entre eles pode-se considerar os restos de ração não consumida e as entradas de carbono no sistema via respiração do zooplâncton, bactérias e peixes.

Conclusão

Os valores de condutividade elétrica indicaram elevada entrada de matéria orgânica e inorgânica nos sistemas, ocasionado, principalmente, pelo arraçoamento e pela ceva. Essa matéria sofrerá decomposição elevando ainda mais os valores da condutividade, sendo assim, um controle mais efetivo da quantidade e qualidade do alimento deveria ser considerado visando à melhoria na qualidade da água. O uso de ração de melhor qualidade como rações extrusadas podem ser mais eficientes para um melhor controle da qualidade da água. A utilização da ceva não deveria ser recomendada, pois contribui para a deterioração da qualidade. O procedimento de calagem deveria ser aplicado naqueles pesqueiros que apresentaram valores mais baixos de alcalinidade e dureza, a fim de garantir o poder tampão nesses locais evitando bruscas oscilações do pH. Com exceção do pH e da temperatura da água, não ocorreram diferenças significativas entre os dois períodos estudados, sugerindo que o manejo empregado teve maior influência sobre as variáveis analisadas do que as variações climáticas correspondentes aos períodos chuvoso (verão) e seco (inverno).

Referências

- APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20. (Ed.), Washington, DC: Apha, 1998.
- BOCKSTAEL, N.E. *et al.* Estimating the value of water quality improvements in a recreational demand framework. *Water Resour. Res.*, Washington, DC, v. 23, n. 5, p. 951-960, 1987.
- BOYD, C. Water quality management for ponds fish culture. 9. ed. In: *Developments in aquaculture and fisheries science*. New York: Elsevier, 1992.
- CONAMA–Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 020, de 18 de junho de 1986. *Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional*. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/020-86.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2002.
- DRAPCHO, C.M.; BRUNE, D.E. The partitioned aquaculture system: impact of design and environmental parameters on algal productivity and photosynthetic oxygen production. *Aquacult. Eng.*, Essex, v. 21, n.3, p. 151-168. 2000.
- ELER, M.N. *et al.* Mortandade de peixes (matrinxã, Brycon cephalus, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, v. 14, p. 35-45, 2001.

- ESTEVES, K.E.; FUJII, R.T. Alimentação de peixes em lagos de pesca esportiva na Região Metropolitana de São Paulo. Em preparação. 2004.
- FAPESP. Diagnóstico ecológico-sanitário de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. Relatório parcial. 144 p. 2002.
- KIBRIA, G. *et al.* Can nitrogen pollution from aquaculture be reduced? *Naga, the ICLARM Quarterly*, January-March, p. 17-25. 1998.
- KITAMURA, P.C. *et al.* Avaliação ambiental e econômica dos lagos de pesca esportiva na bacia do Rio Piracicaba. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v. 56, n.1, p. 95-107, 1999.
- KUBTIZA, F. *Qualidade da água na produção de peixes*. 3 ed. rev. Jundiaí: CIP – USP, 1999.
- KUBTIZA, F. Notas Técnicas. Disponível em <<http://www.pescar.com.br/piscicultor/notas>>. Acesso em: 12 fev. 2004.
- LAWSON, T.B. *Fundamentals of aquaculture engineering*. New York: Chapman e Hall, 1995.
- LOPES, R.B. *Caracterização dos lagos de pesca esportiva frente à qualidade de água e ao manejo empregado*. 2000. Tese (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2000.
- MERCANTE, C.T.J. *et al.* Water quality in fee-fishing ponds located in the São Paulo metropolitan region, Brazil: analysis of the eutrophication process. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 95- 102, 2004.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *Limnologia aplicada à aquicultura*. São Paulo: Funep, 1994.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *et al.* Dynamic limnological variables studied in two fish ponds. *Brazilian Journal of Ecology*, Rio Claro, v. 2, p. 90-96, 1998.
- TAKINO, M.; CIPÓLLI, M.N. Caracterização limnológica em tanques de cultivo de tilápia, *Oreochromis niloticus*. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 237-245, 1988.
- VENTURIERI, R. “Pesque-Pague” o Estado de São Paulo: Vetor do Desenvolvimento da Piscicultura e Opção de Turismo e Lazer. Brasília: [Relatório final – PNDPA/PNDU/Embratur/Ibama], 2001.

Received on June 07, 2004.

Accepted on February 01, 2005.