

Ocorrência de Rotifera e sua relação com o estado trófico da água em pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu – SP

Márcia Noélia ELER^{1*}, Daniela Cambeses PARESCHI¹, Evaldo Luiz Gaeta ESPÍNDOLA¹ & Domingos Sávio BARBOSA¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre a presença de Rotifera e a qualidade de água em pesque-pague da bacia do rio Mogi-Guaçu (SP). Quantificaram-se: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica da água, formas fosfatadas e nitrogenadas, clorofila a, DBO e zooplâncton. Calcularam-se o Índice de Estado Trófico (IET) e o quociente *Brachionus/Trichocerca* (B/T). A riqueza de espécies variou entre 13 e 20 taxa, o quociente B/T, entre 0,5 e 5,0 e a densidade total entre 81 e 1.741 ind./l. As espécies mais abundantes foram: *Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris*, *Trichocerca similis*, *K. tecta* e *Synchaeta pectinata*. Verificou-se uma variação de 59,58 a 80,37 no IET, sendo os ambientes considerados como eutróficos. As espécies de Rotifera identificadas foram consideradas indicadoras de ambientes eutróficos. O quociente B/T mostrou uma relação direta com o IET. Nos lagos com maiores valores de IET (74-80), também foram encontrados valores elevados de B/T (3-5).

Palavras-chave: Rotifera; Zooplâncton; Índice de estado trófico; Indicadores biológicos; Piscicultura.

ABSTRACT

Rotifera occurrence and trophic state in fee-fishing ponds at Mogi-Guaçu watershed – SP

The aim of this work was to evaluate the association between Rotifera oc-

1. Núcleo de Estudos em Ecossistemas Aquáticos – NEEA/CRHEA/SHS/EESC/USP, Av. Trabalhador São-carlense, 400, C.P. 292, CEP 13566-590, São Carlos, SP.

* Endereço preferencial para correspondência: Rua dos Andradas, 1239, CEP 13634-015, Pirassununga, SP. E-mail: marciane@fzea.usp.br.

currence and water quality in the fee-fishing ponds located at the Mogi-Guaçu river basin. pH, temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity, total-P, orthophosphate, N-NO₃, N-NO₂, N-NH₄, and total-N concentration, Chlorophyll a, BOD and zooplankton were quantified. The trophic status index (TSI) and *Brachionus:Trichocerca* ratio (B/T) were also calculated. The species richness ranged from 13 to 20 taxa, the B/T varied between 0.5 and 5.0 and, the individuals density varied between 81 and 1,741 ind./l. The most abundant species were *Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris*, *Trichocerca similis*, *Keratella tecta* and *Synchaeta pectinata*. The TSI had showed a variation between 59.58 and 80.37. The Rotifera species presented a relationship to the water quality and can be used in the monitoring of fee-fishing ponds. The B/T showed a straight correlation with the TSI. Ponds with higher TSI values (74 and 80) showed also higher B/T ratios (3 and 5).

Key words: Rotifera; Zooplankton; Trophic state; Biological indicators; Fish ponds.

INTRODUÇÃO

A busca pela qualidade de vida é uma nova tendência na sociedade moderna. Essa busca está relacionada ao lazer, à redução da jornada de trabalho, às novas formas de tecnologias, bem como à conservação do meio ambiente, o que nos remete ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Desta maneira, o meio rural paulista associou em suas atividades tradicionais a prestação de serviços, dentre outros, e o pesque-pague surgiu como um vetor de desenvolvimento da piscicultura no Estado, propiciando oportunidades de negócio e lazer. Entretanto, a carência de informações sobre seu funcionamento tem dificultado o seu ordenamento e incentivo, implicando em danos ambientais significativos, além de perda econômica eventual.

Os lagos dos pesque-pague exigem embasamento técnico para a criação dos peixes e análise da qualidade de água, e o seu manejo inadequado pode resultar em grandes insucessos, freqüentemente observado em muitos sistemas de criação. A oferta exagerada de ração aos peixes, por exemplo, tem influência direta na qualidade da água dos pesque-pague, pois o excesso de ração não consumida ocasiona aumento da eutrofização da água. Como consequência, ocorre produção elevada de matéria orgânica e redução das concentrações de oxigênio dissolvido, alterando a qualidade do corpo d'água, podendo causar mortandade de peixes. Por outro lado, estudos relativos às questões ambientais e ao seu gerenciamento, como a qualidade da água em pesque-pague, ainda são escassos (Venturieri, 2002).

A característica singular de sistemas com elevado aporte de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), causando eutrofização, leva ao acentuado cresci-

mento de algas. Isto pode gerar profundas mudanças na estrutura das cadeias alimentares dos organismos aquáticos, por ser o fitoplâncton o principal produtor nesses ambientes. A comunidade zooplancônica, e em especial os Rotifera, responde rapidamente a mudanças na oferta alimentar como, por exemplo, quando ocorrem alterações na composição e abundância de algas e outras fontes alimentares, através de modificações em sua estrutura (riqueza de espécies e densidade dos indivíduos). São observados assim, organismos indicadores do estado trófico e da qualidade do sistema aquático, como os Rotifera, que sendo altamente oportunistas e r-estrategistas, são extremamente sensíveis aos ambientes submetidos à poluição orgânica (Sládeček, 1983).

Além de serem bons indicadores ambientais e úteis no monitoramento e gerenciamento de ecossistemas (Gannon & Stemberger, 1978), os Rotifera, bem como o zooplâncton em geral, têm papel importante na ciclagem de nutrientes e fazem parte da dieta de muitos peixes planctófagos e larvas de peixes como alimentos vivos de boa qualidade (Woynarovich, 1985).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de Rotifera em lagos de pesca de 7 pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu, relacionando sua presença à qualidade de água dos ambientes amostrados.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu está compreendida entre os paralelos 21° 45' e 22° 45' S, no Estado de São Paulo, com a região de nascentes localizada no Estado de Minas Gerais, no município de Bom Repouso, desaguando no rio Pardo, município de Pontal, Estado de São Paulo. Com 12.081,5 km² de área de drenagem, a região abrange 48 cidades, sendo 10 cidades em Minas Gerais e 38 cidades em São Paulo, somando-se um contingente populacional de aproximadamente 1.360.000 habitantes. O rio Mogi-Guaçu possui uma extensão de 473 km, sendo 79,81% de sua extensão em São Paulo e 20,19% no Estado de Minas Gerais (Gomes, 2003).

Neste estudo foram amostrados 7 pesque-pague ao longo da bacia, cujas identificações e respectivas localizações são as seguintes: A (Santa Rita do Passa Quatro, SP), B (Andradas, MG), C (Pradópolis, SP), D (Barrinha, SP), E (Pitangueiras, SP), F (São João da Boa Vista, SP) e G (Araras, SP). As coletas ocorreram entre maio e agosto de 2001. Para as análises das variáveis físicas, químicas e biológicas, as amostras foram coletadas, com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, a 50 cm de profundidade.

Mediram-se o pH, a temperatura, a condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido com o auxílio da sonda Horiba U10 e transparência da água com disco de Secchi. Também se determinaram as concentrações de nitrogênio orgânico total (Golterman et al., 1978), nitrito e nitrato (Mackereth et al., 1978), íon amônio

(Korolef, 1978), fósforo total (American Public Health Association, 1980), fosfato inorgânico dissolvido, fosfato total dissolvido e silicato reativo (Golterman et al., 1978), clorofila a (Marker et al., 1980; Nusch, 1980), material em suspensão (Wetzel & Likens, 1991) e DBO (American Public Health Association, 1980).

As amostras de zooplâncton foram obtidas com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, sendo filtrados 100 litros de água em rede de plâncton, com 30 µm de abertura de malha, e fixadas em formol neutralizado e com sacarose (American Public Health Association, 1980).

As espécies de Rotifera foram identificadas em microscópio óptico acoplado a câmara clara e com o uso de bibliografia especializada (Koste, 1978). Para a determinação da abundância dos Rotifera, foi feita uma contagem em subamostras de 1 ml, examinadas em câmara de Sedgwick-Rafter sob microscópio óptico, conforme descrito em Edmondson & Winberg (1971). Cladocera e Copepoda foram contados em placa de acrílico quadriculada e sendo identificados ao nível de grupo somente.

O índice de estado trófico (IET) foi calculado segundo a proposta de Carlson (1977), modificada por Toledo Jr. et al. (1983). Outros índices específicos para Rotifera, como o quociente *Brachionus/Trichocerca* (Sládeček, 1983) e índice de riqueza de espécies (Odum, 1986) foram também calculados. A partir dos dados de densidades foram obtidas as frequências de ocorrência das espécies nas amostras (Gomes, 1989), bem como a dominância (Lobo & Leighton, 1986). Para verificar a influência das variáveis físicas e químicas da água sobre a comunidade de Rotifera foi empregada a correlação de Pearson ao nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

A transparência da água em todos os lagos amostrados foi baixa (10 a 50 cm), exceto no empreendimento C (180 cm) (Tabela I). O pH da água mostrou tendência alcalina, variando de 7,23 a 8,79 (Tabela I). Estes valores podem estar relacionados com a alta produção do fitoplâncton, demonstrada pelos altos valores de pigmentos totais (7 a 655 µg/l), exceto no empreendimento A (Tabela I). De forma geral, a coluna d'água esteve bem oxigenada (6,86 a 9,53 mg/l) e dentro dos limites aceitáveis, ou seja, acima de 4,00 mg/l para boas condições de criação de peixes (Sipaúba-Tavares, 1994).

TABELA I Variáveis físicas, químicas e biológicas da água dos lagos de pesca em pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu, entre maio e agosto de 2001.

Variáveis	A	B	C	D	E	F	G
Transparência (cm)	50	20	180	40	30	20	10
Temperatura (°C)	21,7	20,7	21,0	21,9	20,4	20,5	20,1
pH	7,31	8,79	8,07	8,29	7,23	7,50	7,65
Condutividade elétrica (µS/cm)	18	40	46	50	13	40	47
Oxigênio dissolvido (mg/l)	7,44	9,53	6,86	9,40	8,50	8,00	8,80
Clorofila a (µg/l)	7	655	25	119	176	100	77
Nitrogênio Orgânico Total (mg/l)	0,22	5,75	0,15	4,42	0,88	4,79	1,37
Nitrato (µg/l)	9	12	102	26	21	15	256
Nitrito (µg/l)	3	3	2	7	4	3	4
Amônio (µg/l)	16	22	38	29	33	68	31
Fósforo total (µg/l)	91	153	43	149	188	335	136
Fosfato total dissolvido (µg/l)	16	22	38	29	33	68	31
Fosfato inorgânico (µg/l)	10	10	19	10	15	49	13
Silicato reativo (mg/l)	5,22	8,53	9,80	6,66	3,76	5,56	7,48
Índice de Estado Trófico	59,58	77,85	60,95	72,60	75,72	80,37	74,17

As concentrações de fósforo total e nitrogênio orgânico total variaram de 43 a 335 µg/l e de 0,22 a 5,75 mg/l, respectivamente. Os lagos de pesca foram classificados como ambientes eutróficos, com os valores de IET variando entre 59,58 e 80,37 (Fig. 1).

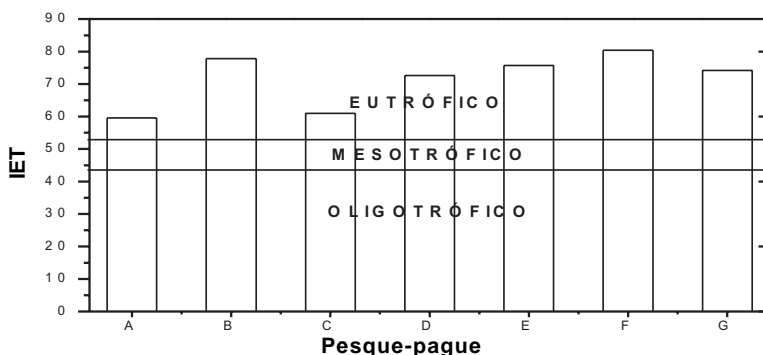


Fig. 1 – Comparação do índice de estado trófico (IET) dos lagos de pesca nos pesque-pague, entre maio e agosto de 2001, segundo a classificação de Toledo Jr. et al. (1983).

Para avaliar a presença dos diferentes grupos zooplancônicos comparou-se a abundância relativa (%) de Rotifera (1), Cladocera (2) e Copepoda (3) nos pesque-pague amostrados. Rotifera foi mais abundante nos lagos de pesca dos pesque-pague A, B, C, D e F, com abundância relativa acima de 50% (Tabela II e Fig. 2). No lago de pesca do pesque-pague E, Cladocera predominou (96%), com dominância da espécie *Moina micrura*.

Foram identificados 35 taxa de Rotifera Monogononta, pertencentes a 10 famílias. Os taxa registrados, suas respectivas densidades e frequências de ocorrência nos pesque-pague são apresentados na Tabela III.

TABELA II Valores de densidade (ind./l) e abundância relativa (%) de três grupos zooplancônicos em lagos de pesca dos pesque-pague da bacia do rio Mogi-Guaçu.

Grupo	Local Amostrado													
	A		B		C		D		E		F		G	
	Ind./l	%	Ind./l	%	Ind./l	%	Ind./l	%	Ind./l	%	Ind./l	%	Ind./l	%
Rotifera	81	59	266	95	1334	93	403	51	85	2	1741	67	306	-
Cladocera	45	35	7	3	88	6	318	40	4900	96	800	31	-	-
Copepoda	8	6	7	2	18	1	74	9	113	2	47	2	-	-
Total	129	100	273	100	1439	100	794	100	5095	100	2585	100	-	-

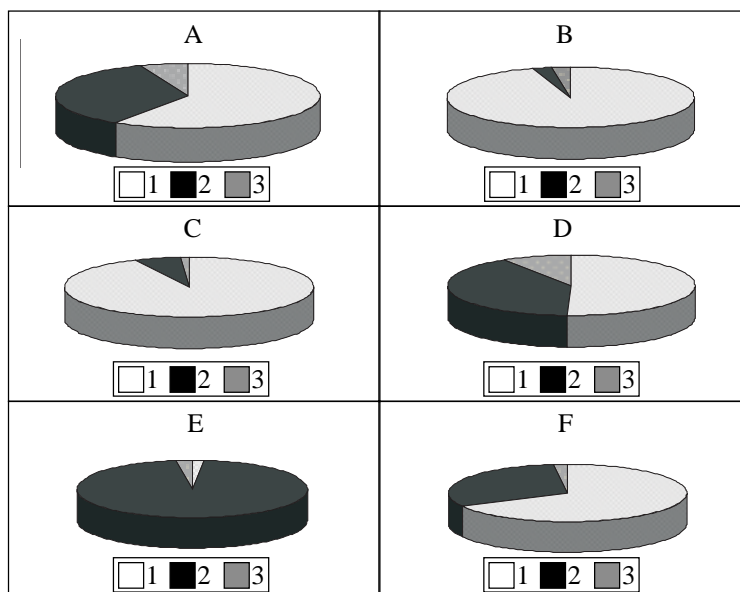


Fig. 2 – Abundância relativa (%) de Rotifera (1), Cladocera (2) e Copepoda (3) nos lagos de pesca dos pesque-pague amostrados.

TABELA III Valores de densidade, frequência de ocorrência e riqueza de espécies de Rotifera nos lagos de pesca dos pesque-pague da bacia do rio Mogi-Guaçu, entre maio e agosto de 2001.

Espécies	Locais de amostragem							FO
	A	B	C	D	E	F	G	
<i>Asplanchna sieboldi</i>			6				1	PF
<i>Anuraeopsis cf. navicula navicula</i>	1	3	51	8		34	5	MF
<i>Brachionus angularis</i>		3	6			2	36	MF
<i>Brachionus bidentata bidentata</i>							2	PF
<i>Brachionus calyciflorus f. amphiceros</i>			1				4	F
<i>Brachionus calyciflorus</i>			3			1	20	F
<i>Brachionus calyciflorus var. dorcas</i>					1			PF
<i>Brachionus caudatus</i>							2	PF
<i>Brachionus falcatus</i>						1		PF
<i>Brachionus forficula f. reducta</i>		1	40					F
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i>		1	1					F
<i>Brachionus sp.</i>	1				1			F
<i>Kellicottia bostoniensis</i>		1						PF
<i>Keratella americana</i>		1	32			1		F
<i>Keratella cochlearis</i>	1	1	270	37	1	955	24	MF
<i>Keratella tecta</i>	1	204	20	1			10	MF
<i>Keratella reducta</i>	1	4	81				13	MF
<i>Keratella tropica</i>	1	3	22	3				MF
<i>Colurella uncinata f. biscuspidata</i>		6	2		1			F
<i>Lepadella cf. patella patella</i>			1					PF
<i>Conochilus cf. unicornis</i>		1		46	41	78		MF
<i>Filinia cf. longiseta longiseta</i>			23				1	F
<i>Lecane closterocerca</i>						1		PF
<i>Lecane decipiens</i>		1						PF
<i>Lecane flexilis</i>				1				PF
<i>Lecane sp.</i>	1			1	1	1	1	MF
<i>Cephalodella cf. sterea</i>		1	2		3	2	20	MF
<i>Cephalodella sp.</i>	1			5	1		2	MF
<i>Scaridium sp.</i>							1	PF
<i>Polyarthra cf. vulgaris</i>	55	14	361	103	1	271	32	MF
<i>Synchaeta pectinata</i>	15	8			31	283	64	MF
<i>Trichocerca cf. bicristata</i>						99		PF
<i>Trichocerca cf. insignis</i>				159				PF
<i>Trichocerca similis</i>	1	5	359	3		12	6	MF
<i>Trichocerca sp.</i>	1	3	53	14	1			MF
Rotifera não identificado	1	1		22	1		60	MF
Ordem Bdelloidea		3	1		1		3	MF
Densidade total (ind./l)	81	266	1334	403	85	1741	306	
Riqueza de espécie	13	20	20	13	13	14	20	

Legenda - Frequência de ocorrência (FO); Pouco frequente (PF) = entre 0-29%; Frequente (F) = entre 30-69%; Muito frequente (MF) \geq 70%.

A riqueza de espécies de Rotifera nos corpos d'água amostrados variou de 13 a 20 taxa e a densidade total variou de 81 (pesque-pague A - com condutividade elétrica e concentração de nutrientes relativamente baixas) a 1.741 ind./l (lago F - condutividade elétrica e concentração de fósforo total, relativamente mais altas).

Os taxa de maior frequência de ocorrência nos lagos de pesca foram *Keratella cochlearis* (100%), *Polyarthra* cf. *vulgaris* (100%), *Anuraeopsis navicula* (85,7%), *Trichocerca similis* (85,7%), *Keratella tecta* (71,4%), *Lecane* sp. (71,4%), *Cephalodella* cf. *sterea* (71,4%) e *Synchaeta pectinata* (71,4%) (Tabela III, Fig. 3). As espécies mais abundantes e dominantes foram *K. cochlearis* (955 ind./l), *K. tecta* (204 ind./l), *Polyarthra* cf. *vulgaris* (361 ind./l) e *Trichocerca similis* (359 ind./l).

A maioria das espécies registrada é típica de viveiros de piscicultura e algumas são bem tolerantes à poluição orgânica (Sládeček, 1983), condições estas encontradas em alguns lagos amostrados.

A Fig. 4 mostra a correlação entre os índices de estado trófico (IET) e *Brachionus/Trichocerca* (B/T) e riqueza de espécies de Rotifera.

O aumento na riqueza das espécies do gênero *Brachionus* está diretamente correlacionado com o aumento do grau de trofia nos sistemas que pode ser expresso pelo quociente B/T (Sládeček, 1983). No presente trabalho verificou-se que a riqueza de espécies do gênero *Brachionus* é maior que as do gênero *Trichocerca* (Tabela III).

Embora a relação entre o índice de estado trófico (IET) e o quociente *Brachionus/Trichocerca* (B/T) tenha sido baixa, conforme indicam os resultados ($r = 0,37$), salienta-se, no entanto, que a relação é positiva (Fig. 4a). O lago de pesca A, com o menor grau de trofia (IET = 59,58), apresentou o menor índice B/T (0,5), enquanto que nos lagos com grau de trofia superior a 60,95, os índices B/T variaram de 1,5 a 5,0. Em geral, a riqueza de espécies de Rotifera decaiu com o aumento do índice de estado trófico (Fig. 4b).

Ressalta-se que o lago G, cujo IET e B/T foram, respectivamente, 80,37 e 5,0, apresentou uma riqueza de 5 espécies de *Brachionus* e nenhuma de *Trichocerca* (Tabela III). De acordo com Sládeček (1983), ambientes eutróficos apresentam uma maior riqueza de *Brachionus*, e os oligotróficos e mesotróficos, de *Trichocerca*.

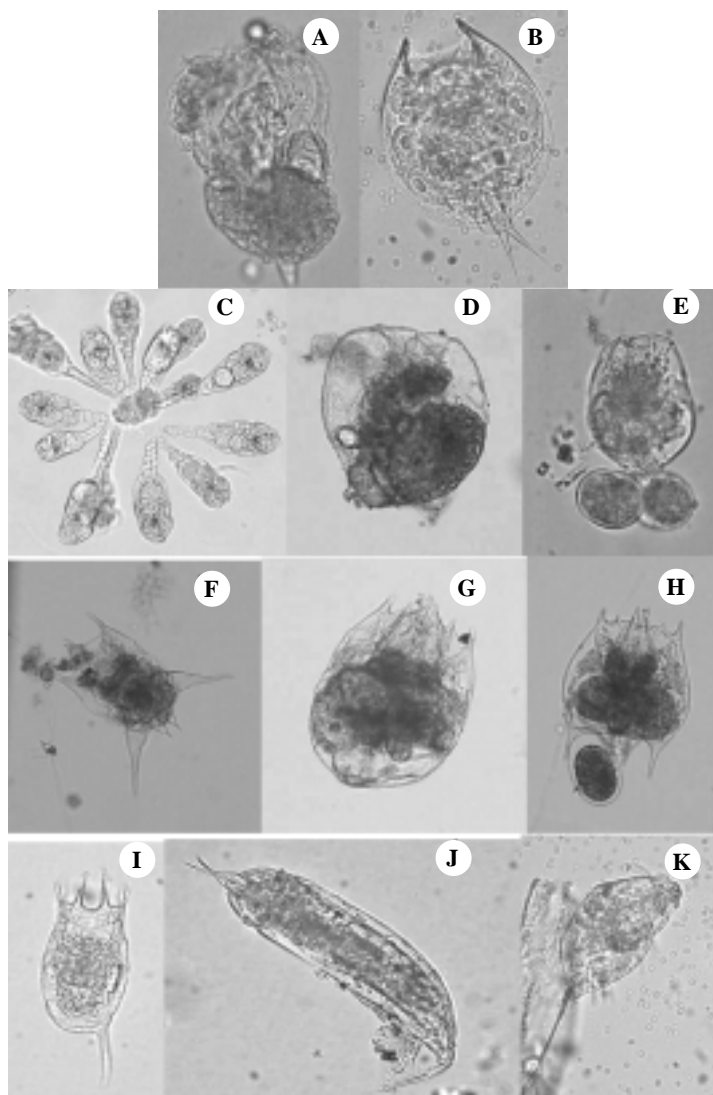


Fig. 3 –Fotos de algumas espécies de Rotifera encontradas nos lagos de pesca ao longo da bacia do rio Mogi-Guaçu: (A) *Synchaeta* cf. *pectinata*; (B) *Lepadella* cf. *patella*; (C) *Conochilus unicornis* (colônia); (D) *Asplanchna sieboldi*; (E) *Brachionus angularis*; (F) *Brachionus quadridentatus*; (G) *Brachionus quadridentatus* var. *cluniorbicularis*; (H) *Brachionus calyciflorus* f. *amphicerus*; (I) *Keratella tropica* f. *reducta*; (J) *Trichocerca similis*; (K) *Trichocerca* sp. (Fotos de microscópio óptico Zeiss, acoplado ao computador com captura de imagem, Axiovision, 2003, 400X).

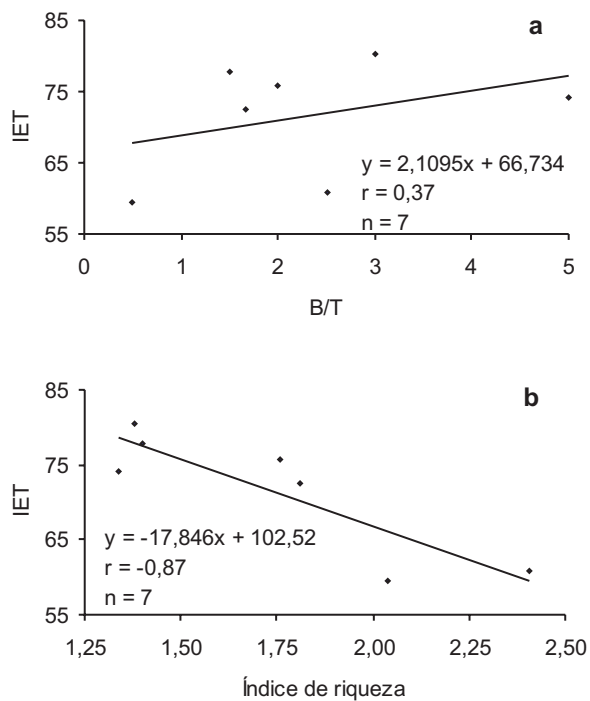


Fig. 4 – Correlação entre os índices de estado trófico (IET) com *Brachionus/Trichocerca* (B/T) (a) e com o índice de riqueza de espécies de Rotifera (b).

DISCUSSÃO

Os lagos de pesca encontram-se em elevado grau de trofia. O emprego do índice de estado trófico (IET) associado à presença de organismos indicadores, no caso os Rotifera, possibilitou uma indicação mais acurada de sua qualidade de água.

A espécie *Keratella cochlearis* Gosse, 1851, é cosmopolita, encontrada em grandes e pequenos corpos d'água, desde regiões árticas até a faixa equatorial. É, portanto, tolerante a variadas condições térmicas e de oxigenação (Bęrzynś & Pejler, 1989). Bastante abundante em águas continentais de regiões temperadas, levemente ácidas a levemente alcalinas, acreditava-se que esta espécie não ocorresse em águas tropicais (Sládeček, 1983). No entanto, trata-se de uma espécie com ampla distribuição e muito comum no Brasil, inclusive em viveiros de peixes. De acordo com Piva-Bertoletti (2001) esta espécie apresenta tolerância à variação de pH e de oxigênio dissolvido na água.

A presença de espécies do gênero *Keratella* em altas densidades nos lagos de pesca foi verificada nos lagos com pH levemente alcalino (entre 8,09 e 8,79). *K. cochlearis* alimenta-se de algas e flagelados, não sendo seletiva na alimentação. Possui variações morfológicas (polimorfismo), com diferenças no tamanho e proporção dos espinhos, segundo as formas ou variedades. Cinco espécies do gênero foram encontradas: *Keratella americana*, *K. tropica*, *K. cochlearis*, *K. tropica* f. *reducta* (com um dos espinhos posteriores bem reduzido ou ausente - Fig. 3 I) e *K. tecta* (sem espinho posterior).

Radwan & Popiolek (1989) registraram *Keratella tecta* e *K. quadrata* como indicadoras de eutrofia em diferentes lagos da Polônia, sendo também registradas por Mäemets (1983) em lagos eutrofizados na Estônia. Segundo Sládeček (1983), *Keratella cochlearis* foi encontrada em altas densidades em viveiros de peixes da República Tcheca, mas poucos indivíduos foram encontrados vivendo em ambientes de tratamento de esgoto. Matsumura-Tundisi et al. (1990) registraram esta espécie vivendo associada à espécie *Conochilus unicornis* (Fig. 3 C), em grande abundância no rio Tietê, ambiente eutrófico. Os autores sugeriram que esta associação, além da quantidade de nutrientes, pode caracterizar ambientes bem eutrofizados.

Arora (1966) observou em quatro ambientes altamente poluídos as seguintes espécies também encontradas neste estudo: *Keratella tropica*, *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta* e espécies do gênero *Brachionus*, as quais são consideradas tolerantes à poluição. A matriz de correlação de Pearson demonstrou correlação significativa ($P < 0,05$) entre *K. cochlearis* e nitrato ($r = 0,99$), indicando, portanto, que esta espécie pode ter sua abundância relacionada com ambientes com alta capacidade de oxidação das formas nitrogenadas.

Brachionus calyciflorus Pallas, 1766, é uma espécie cosmopolita e comum em águas alcalinas, sendo presente freqüentemente em viveiros de peixes. Bem tolerante à poluição, a espécie é encontrada até em lagoas de estabilização e lodo

ativado (Klimowicz, 1973). *Brachionus calyciflorus* e *Asplanchna sieboldi* são espécies dominantes no zooplâncton de reservatórios eutróficos do Brasil, constituindo organismos indicadores de estado de trofia (Matsumura-Tundisi, 1999). Pejler (1983) também classifica *B. calyciflorus* e *B. angularis* como indicadores de eutrofia. As duas espécies possuem dieta diversificada, alimentando-se de algas, bactérias e detritos, em ambientes com bastante matéria orgânica.

Brachionus angularis Gosse (Fig. 3 E) é uma espécie cosmopolita, perene, também encontrada em águas alcalinas, ocorrendo em águas altamente poluídas e lagoas de estabilização (Sládeček, 1983). Radwan & Popiolek (1989) identificam esta espécie como indicadora de eutrofia e Bęrzinš & Pejler (1989) como β -sapróbica. É uma espécie muito comum em viveiros de piscicultura e foi registrada com frequência nos pesque-pague amostrados neste estudo, em densidades de até 36 ind./l.

Polyarthra vulgaris Carlin, 1943, é uma espécie cosmopolita, euritérmica e perene em águas de regiões temperadas. Encontrada em ampla faixa de concentrações de oxigênio dissolvido (Bęrzinš & Pejler, 1989), é muito comum em tanques de piscicultura, juntamente com *K. cochlearis* (Oliveira-Neto, 1993; Eler, 1996), fato também observado por Pareschi (2001) em vários viveiros de peixes da Serra da Mantiqueira (SP), bem como em tanques de criação de peixes enriquecidos com efluente de indústria de suco de laranja (Sampaio, 1996).

Da mesma forma que *Keratella cochlearis*, a espécie *Polyarthra vulgaris* está presente na maioria dos corpos d'água do Estado de São Paulo, de diferentes bacias hidrográficas, independente do estado trófico. Portanto, esta espécie não deve ser utilizada como indicadora de qualidade de água (Piva-Bertoletti, 2001).

Filinia longiseta Ehrenberg, 1834, é uma espécie cosmopolita e pode ser considerada indicadora de eutrofização (Mäemets, 1983; Radwan & Popiolek, 1989). Foi classificada como β -sapróbica por Bęrzinš & Pejler (1989) e é uma espécie comum em viveiros de criação de peixes e pequenos lagos, ocorrendo em lagoas de estabilização e esgoto, esporadicamente (Sládeček, 1983). Eler (1996) e Sampaio (1996) registraram esta espécie em viveiros de criação de peixes no Estado de São Paulo. No presente estudo, sua frequência de ocorrência foi baixa. Entretanto, ressalta-se que esta espécie representa um importante bioindicador da qualidade da água do sistema.

Trichocerca similis Wierzejski é uma espécie cosmopolita e planctônica (Fig. 3 J), também associada a eutrofização (Arora, 1966; Piva-Bertoletti, 2001), embora Sládeček (1983) tenha classificado esta espécie como oligosapróbica. No presente trabalho, foi registrada com alta frequência de ocorrência e densidade de até 359 ind./l, sendo correlacionada com a concentração de nitrito ($r = 0,90$), demonstrando que a densidade populacional de *Trichocerca similis* pode estar relacionada a ambientes com menor capacidade de oxidação das formas nitrogenadas de nutrientes.

Gannon & Stemberger (1978) classificam *Anuraeopsis navicula*, *Brachionus* spp. e *Keratella tecta* como indicadoras de eutrofia, todas encontradas com freqüência nos viveiros amostrados.

Muitos organismos registrados apresentam polimorfismo, como as espécies dos gêneros *Brachionus* (Fig. 3 E, F, G, H), *Keratella* e *Asplanchna* (Fig. 3 D). As características ambientais dos viveiros tornam-se determinantes na presença ou ausência de espécies, as quais respondem rapidamente às mudanças ambientais. Além disso, deve-se enfatizar as relações existentes entre as espécies. *Asplanchna sieboldi*, por exemplo, é uma espécie predadora, alimentando-se preferencialmente de outros Rotifera como *Brachionus* e *Keratella*. Tais espécies podem desenvolver formas com espinhos longos que impossibilitam sua predação por *Asplanchna*.

No manejo dos pesque-pague, são empregados alguns produtos químicos como Dimilin e Dipterex, principalmente no combate a *Lernaea*. A circulação da água, intensidade luminosa, mudanças rápidas na temperatura da água, alcalinidade e concentrações de oxigênio dissolvido também podem provocar variações morfológicas nos indivíduos destes grupos (Hofman, 1977). O emprego de pesticidas nos pesque-pague estudados, bem como de outros produtos, pode estar ocasionando polimorfismo nos indivíduos.

Uma característica interessante dos lagos estudados é a presença de muitas espécies congênicas partilhando do mesmo ambiente. Estes lagos de pesca têm dimensões relativamente pequenas, se comparadas aos grandes lagos e represas para fins energéticos. No entanto, no pesque-pague G, cinco espécies de *Brachionus* foram registradas (*B. angularis*, *B. bidentata*, *B. caudatus*, *B. calyciflorus* e *B. calyciflorus* f. *amphiceros*), sendo as duas últimas variedades da mesma espécie. Nos pesque-pague A, B e C, quatro espécies de *Keratella* foram encontradas (*K. cochlearis*, *K. tecta*, *K. tropica* e *K. reducta*). As estratégias de coexistência podem ser comportamentais, com hábito de migração ou atividade em horários diferentes. Além disso, estas espécies podem ainda explorar outros recursos, tendo seus ciclos de vida com duração distinta (Odum, 1986).

Além da coexistência de espécies muito semelhantes, a associação entre elas é uma importante ferramenta a ser investigada em viveiros de piscicultura, para estudos de bioindicadores. De acordo com Piva-Bertoletti (2001) as espécies *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Keratella tecta* e *Trichocerca similis* podem ser utilizadas como indicadoras da qualidade de água por estarem preferencialmente associadas a condições eutróficas dos corpos d'água do Estado de São Paulo. Tal fato é confirmado no presente estudo.

A matriz de correlação de Pearson demonstrou correlação significativa ($P < 0,05$) entre *K. cochlearis* e nitrato ($r = 0,99$), *S. pectinata* e nitrato ($r = 1,00$), *S. pectinata* e fósforo inorgânico ($r = 1,00$), *T. similis* e nitrito ($r = 0,90$), indicando que estas espécies provavelmente possam servir como bioindicadoras de qualidade de água nos lagos de pesca. No entanto, há necessidade de estudos mais

aprofundados, bem como amostragens mais freqüentes para uma melhor acuracidade dos modelos propostos. Entretanto, Piva-Bertoletti (2001) observou que a ocorrência de *Keratella cochlearis* nos ecossistemas aquáticos do Estado de São Paulo independe do estado trófico. Desta maneira, desaconselha-se o emprego desta espécie como indicadora de qualidade de água.

Em relação à comunidade zooplancônica (Tabela II, Fig. 2), em quase todos os pesque-pague, os Rotifera atingiram maiores densidades e maiores valores de riqueza de espécies. Na literatura, verifica-se que em ambientes eutróficos a comunidade zooplancônica é normalmente dominada pelo microzooplâncton (Rotifera e Protozoa), apesar de os Cladocera e Copepoda Cyclopoida serem importantes (Bays & Crisman, 1983; Matsumura-Tundisi et al., 1990).

Portanto, a comunidade de Rotifera pode ser empregada como indicadora de qualidade de água de determinado sistema quando a sua densidade é comparada com a dos microcrustáceos (Cladocera e Copepoda), ou seja, a proporção entre os grupos que compõem a comunidade zooplancônica. Além disso, a presença de algumas espécies individuais que apresentam tolerância a diversos graus de poluição podem ser utilizadas como bioindicadoras.

CONCLUSÕES

O índice de estado trófico (IET) mostrou que todos os lagos de pesca monitorados estão eutróficos. As espécies de Rotifera identificadas (*Brachionus angularis*, *B. calyciflorus* e *Trichocerca similis*) foram consideradas indicadoras de ambientes eutróficos. O índice de riqueza apresentou uma relação inversa ao índice de estado trófico (IET).

As espécies do gênero *Brachionus* são indicativos potenciais da qualidade da água, uma vez que os lagos de pesca com maior diversidade deste gênero apresentaram IET altos, típicos de ambientes eutróficos.

AGRADECIMENTOS

À APP-Mogi pelo apoio e incentivo; aos proprietários de pesque-pague; à FAPESP pelo apoio financeiro e pela bolsa de Pós-doutorado (processo 00/10481-6) e ao CEPTA pelo apoio no início desta pesquisa. Somos imensamente gratos ao Prof. Dr. Raul Henry por ter acreditado na importância deste trabalho, pela leitura e sugestões do manuscrito inicial.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods: for the examination of water and wastewater*. 15. ed. Washington, D.C.: APHA, 1980. 1134 p.
- ARORA, A. Rotifera as indicator of trophic nature environments. *Hydrobiologia*, v. 27, p. 146-159, 1966.
- BAYS, J.S.; CRISMAN, T.L. Zooplankton and trophic state relationships in Florida lakes. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, v. 140, p. 1813-1819, 1983.
- BČRZINŠ, B.; PEJLER, B. Rotifer occurrence in relation to oxygen content. *Hydrobiologia*, v. 183, p. 165-172, 1989.
- CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.
- EDMONDSON, W.T.; WINBERG, G.G. *A manual on methods on the assessment of secondary productivity in freshwaters*. Oxford: Blackwell, 1971. 358 p.
- ELER, M.N. *Influência do pacu (Piaractus mesopotamicus, Holmberg, 1887) e do fluxo contínuo de água nas características limnológicas de viveiros de piscicultura*. 1996. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GANNON, J.E.; STEMBERGER, R.S. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, v. 1, n. 97, p. 16-35, 1978.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAND, M.A. *Methods for physical and chemical analysis of fresh water*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. 213 p. (IPB Handbook, n. 8).
- GOMES, A.S. *Distribuição espacial dos moluscos bivalves na região da plataforma continental de Cabo Frio, Praia de Maçambaba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. 1989. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- GOMES, P.C.B. (Coord.). *Plano da bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu*. São Carlos: EDUFSCar, 2003. 279 p.
- HOFMAN, W. The influence of abiotic environmental factors on population dynamics in plancton rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beith. Ergbn. Limnol.*, v. 8, p. 77-83, 1977.
- KLIMOWICZ, H. Microfauna of activated sludge. Part III. The effects of physico-chemical factors on the occurrence of microfauna in the annual cycle. *Acta Hydrobiol.*, v. 15, p. 167-188, 1973.
- KOROLEF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed.) *Methods of sea water analysis*. Verlag: Chemie Weinhein, 1978. p. 117-181.
- KOSTE, W. *Rotatoria: die radertiere mitteleuropas, uberordnung monogononta*. Berlin: Gebruder Borntrager, 1978. 2341 p.
- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estrutura comunitária de los fitocensis planctônicos de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. *Water analysis: some revised methods for limnologists*. London: Titus Wilson, 1978. 121 p.
- MÄEMETS, A. Rotifers as indicators of lake types in Estonia. *Hydrobiologia*, v. 104, p. 357-361, 1983.
- MARKER, F.H.; NUSCH, E.A.; RAI, H. The measurement of photosynthetic pigments in freshwater and standartization of methods: conclusions and recommendations. *Arch. Hydrobiol.*, v. 14, p. 91-106, 1980.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. (Ed.) *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. p. 39-54.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; LEITÃO, S.N.; AGUENA, L.S.; MIYAHARA, J. Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera. *Rev. Bras. Biol.*, v. 50, n. 4, p. 923-935, 1990.

NUSCH, E.A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, v. 14, p. 14-36, 1980.

ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 434 p.

OLIVEIRA-NETO, A.L. *Estudo da variação da comunidade zooplanctônica, com ênfase na comunidade de Rotifera, em curtos intervalos de tempo (variações diárias e nictimerais) na represa do Lobo (Broa) - Itirapina, SP*. 1993. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.

PARESCI, D.C. *Caracterização da fauna de Rotifera em corpos da Serra da Mantiqueira (SP)*. 2001. 72 f. Monografia (Graduação) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos.

PEJLER, B. Zooplanktic indicators of trophic and their food. *Hydrobiologia*, v. 101, p. 111-114, 1983.

PIVA-BERTOLETTI, S.A.E. *Zooplâncton dos lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP) e relações entre espécies zooplanctônicas e estado trófico em corpos d'água do Estado de São Paulo*. 2001. 253 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

RADWAN, S.; POPIOLEK, B. Percentage of rotifers in spring zooplankton in lakes of different trophic. *Hydrobiologia*, v. 186/187, p. 325-238, 1989.

SAMPAIO, E.V. *Composição e abundância da comunidade zooplanctônica em tanques enriquecidos com efluente de indústria de processamento de frutas cítricas (Citrosuco S.A., Matão SP)*. 1996. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *Limnologia aplicada à aqüicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70 p.

SLÁDEÈEK, V. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, v. 100, p. 169-201, 1983.

TOLEDO JR, A.P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. Aplicação de modelos simplificados para avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 1983. São Paulo: CETESB, 1983. 34 p.

VENTURIERI, R. *Pesque-pague no Estado de São Paulo: vetor de desenvolvimento da piscicultura e opção de turismo e lazer*. São Paulo: Eco Associação para Estudos do Ambiente, 2002. 151 p.

WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. *Limnological analyses*. 2. ed. New York: W. B. Saunders, 1991. 391 p.

WOYNAROVICH, E. *Manual de piscicultura*. Brasília: CODEVASF, 1985. 71 p.