

# MANEJO ALIMENTAR E TEMPO DE RESIDÊNCIA DA ÁGUA EM VIVEIROS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*)

VALÉRIA LEÃO SOUZA<sup>1</sup>, LÚCIA HELENA SIPAÚBA-TAVARES<sup>2</sup> E ELISABETH CRISCUOLO URBINATI<sup>3</sup>

1. Pesquisadora – Bolsista do CNPq/DCR-2C. Depto. Produção Animal – EV/UFG. Campus II Cx. Postal 131, CEP: 74001-970, Goiânia – GO. E-mail: [valerialeao@zipmail.com.br](mailto:valerialeao@zipmail.com.br)
2. Professora Doutora do CAUNESP. Rod. Carlos Tonanni Km 5, CEP: 14870-000, Jaboticabal – SP.
3. Professora Doutora do CAUNESP/FCAV. Depto. Morfologia e Fisiologia Animal – Rod. Carlos Tonanni Km 5, CEP: 14870-00, Jaboticabal – SP. E-mail: [bethurb@caunesp.unesp.br](mailto:bethurb@caunesp.unesp.br)

## RESUMO

Em dois viveiros povoados com juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) foram estudadas algumas variáveis físicas, químicas e biológicas da água, durante o período de 105 dias, com coletas quinzenais pela manhã (9:00 horas). Estes viveiros foram submetidos a diferentes tratamentos de acordo com o manejo alimentar: um deles com fornecimento diário de ração; o outro, sem arraçoamento durante 60 dias, sendo, após este período, iniciado o fornecimento de ração aos peixes por 30 dias. A avaliação limnológica da água mostrou que as variáveis estudadas apresentaram pequenas flutuações durante o es-

tudo. O curto tempo de residência da água nos viveiros proporcionou uma oxigenação adequada, impedindo o acúmulo de nutrientes a níveis tóxicos, como amônia e nitrito. Apesar do arraçoamento diário no viveiro 1 ( $V_1$ ), os valores de nutrientes, condutividade, alcalinidade, entre outros, foram mais baixos do que no viveiro 2 ( $V_2$ ). O curto tempo de residência da água do  $V_1$  (1,61 dias), comparado ao  $V_2$  (2,22 dias), pode ter afetado essas variáveis. Não foram observadas flutuações acentuadas entre superfície, meio e fundo para os parâmetros analisados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Viveiros, manejo, variáveis limnológicas, piscicultura, pacu.

## SUMMARY

MANAGEMENT TO FEED AND RESIDENCE TIME OF THE WATER IN PONDS OF PACU (*Piaractus mesopotamicus*).

The present investigation was carried out to evaluate of the limnological parameters in two ponds stocking pacu (*Piaractus mesopotamicus*) during 105 days. In one pond ( $V_1$ ) the fishes were fed daily and in the second pond ( $V_2$ ) no food was given for 60 days and the ration was supplied after this period. The values of abiotic

parameters as temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity, and nutrients were lower in pond  $V_1$  compared to  $V_2$ , probably due the residence time. Pronounced fluctuations of limnological parameters between surface, middle and bottom of the ponds were not observed.

**KEY WORDS:** Ponds, management, limnology, fish culture, pacu.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da relação peixe-ambiente possibilita a escolha de combinações adequadas de espécies de peixes, densidade de estocagem e outras formas de manejo, de acordo com as condições específicas do local: clima, quantidade e qualidade da água, fertilidade do viveiro e a dis-

das de espécies de peixes, densidade de estocagem e outras formas de manejo, de acordo com as condições específicas do local: clima, quantidade e qualidade da água, fertilidade do viveiro e a dis-

ponibilidade de alevinos, de alimentos e de fertilizantes (Milsten, 1992).

Os viveiros de piscicultura abrigam uma comunidade biótica composta por diversos organismos. Entretanto, estes dependerão fundamentalmente da qualidade da água indicada por variáveis físicas e químicas que, ao lado das biológicas, são de grande importância para a produção de peixes (Boyd, 1984). Estas condições são essenciais para os peixes, influenciando diretamente no crescimento e na sobrevivência das espécies (Castagnolli, 1992).

Sistemas rasos sofrem flutuações de acordo com as condições atmosféricas que se refletem na coluna d'água. Tais fatores influenciarão nas variáveis físicas, químicas e biológicas, levando a mudanças periódicas no ambiente (Sipaúba-Tavares & Gaglianone, 1993). Portanto, o conhecimento das características da água é de fundamental importância, tanto para a compreensão do ambiente aquático como para o cultivo de organismos aquáticos (plâncton e peixes, principalmente).

A qualidade da água pode ser alterada pela introdução de qualquer substância e pelo manejo em viveiros, os quais nem sempre são favoráveis ao desenvolvimento e à sobrevivência dos organismos aquáticos. Outros fatores que também influenciam são as diferenças ambientais, tamanho, profundidade e vazão (Sipaúba-Tavares et al., 1995).

O alimento fornecido aos peixes também interfere na dinâmica dos viveiros, pois causa aumento da concentração de alguns nutrientes no meio, embora o fluxo contínuo da água permita a renovação do conteúdo orgânico que atuará nos processos químicos e biológicos (Sipaúba-Tavares, 1995). O objetivo do presente estudo foi analisar alguns parâmetros limnológicos da água de dois viveiros povoados com juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sob condições alimentares diferentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Centro de Aquicultura da UNESP, campus de Jaboticabal - SP (21°15'22" latitude sul, 48°18'58" longitude

oeste, 595 m altitude), durante o período de 11 de março a 16 de junho de 1992.

Foram utilizados dois viveiros ( $V_1$  e  $V_2$ ) de 39,1 m<sup>2</sup>, com profundidade média de 1,10 m e abastecidos com água procedente de mina. Cada viveiro foi povoado com 40 juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com peso médio inicial de 142,17 e 141,20 g ( $V_1$  e  $V_2$ , respectivamente).

Nos viveiros, os peixes foram submetidos a dois diferentes manejos alimentares. No  $V_1$  adicionou-se ração balanceada pelletizada (contendo 30,51% de proteína bruta) diariamente e, no  $V_2$ , os animais passaram por períodos de até 60 dias sem receber alimento e, somente após este período, houve fornecimento de ração aos peixes por 30 dias. Foram procedidas amostragens dos peixes, de ambos os viveiros, aos 15, 30 e 60 dias de restrição alimentar e aos 7 e 30 dias de realimentação, retirando-se 7 animais de cada viveiro de cada vez, sendo, portanto, diminuída gradativamente a densidade de estocagem nos mesmos.

As amostras de água foram coletadas com garrafa de van Dorn, com capacidade de 1,0 litro, quinzenalmente, no período da manhã (9:00 horas). Foi delimitado um único ponto de coleta em cada viveiro, com amostras obtidas na superfície, no meio e no fundo. A primeira análise de água foi realizada antes do povoamento, a fim de avaliar as condições iniciais dos viveiros.

A temperatura e a transparência da água foram medidas, no local, utilizando-se um termômetro Incoterm®, com graduação de -10 a 60°C, e o disco de Secchi para a leitura de seus respectivos valores. As medidas de pH, condutividade, alcalinidade, oxigênio dissolvido, nutrientes inorgânicos (nitrito, nitrato, amônia e fósforo total) e clorofila *a* foram realizadas no Laboratório de Limnologia do CAUNESP. O pH foi determinado em um peagâmetro Quimis®, e a condutividade em um condutivímetro Microhn E-527. A alcalinidade foi medida por titulação potenciométrica até pH 4,35, utilizando-se como titulante H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02N (Golterman et al., 1978); as leituras foram feitas numa microbureta Metron. A concentração de oxigênio dissolvido foi deter-

minada pela técnica de Winkler, descrita por Golterman et al. (1978). As determinações de nitrito, nitrato e fósforo total foram realizadas de acordo com o proposto por Golterman et al. (1978). A amônia foi determinada seguindo a metodologia citada por Koroleff (1976). A determinação de clorofila *a* foi realizada a partir da extração com acetona 90% a frio (Golterman et al., 1978).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os viveiros de piscicultura comportam-se como sistemas intermediários entre sistemas lênticos e lóticos, e a constante entrada e saída de água tem efeito pronunciado na sua dinâmica (Sipaúba-Tavares, 1996). Durante o período de estudo, os valores obtidos para temperatura da água (Tabela 1) acompanharam as variações ocorridas no ambiente, embora em menor magnitude. Como o viveiro de piscicultura é um sistema raso (1,20 m), ventos relativamente fracos são suficientes para promover uma mistura completa na coluna d'água (Durigan et al., 1992). Provavelmente, a maior e a menor amplitude do gradiente térmico podem ter sido influenciadas por este fator, não se estabelecendo uma estratificação térmica.

Em geral, os maiores valores foram obtidos na superfície da água, oscilando entre 27,3 a 20,5°C e 28,5 a 20,7°C na superfície e 26,5 a 20,1°C e 26,8 a 20,7°C no fundo para  $V_1$  e  $V_2$ , respectivamente. Como se pode notar, não ocorreram diferenças bruscas entre as temperaturas na superfície e no fundo.

A alta visibilidade (Tabela 1) encontrada nos viveiros ( $V_1$  e  $V_2$ ) durante o período de estudo pode estar relacionada à pouca adubação, realizada apenas no início quando foram preparados para o povoamento com os peixes, e, principalmente, ao fluxo de água refletido pelo tempo de residência relativamente curto (Tabela 1), com um valor médio de 1,61 dias para o  $V_1$  e 2,22 dias para o  $V_2$ . Sipaúba-Tavares & Gaglianone (1993) obtiveram resultados semelhantes em viveiros de cultivo de tilápia.

Não foram observadas grandes variações na condutividade elétrica da água (Tabela 2) entre os

dois viveiros estudados, embora tenham sido encontrados valores mais altos no  $V_2$ . Isto pode estar relacionado ao tempo de residência da água, mais longo neste viveiro, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis no ambiente. Os fatores climáticos (temperatura, chuvas, ventos, entre outros), tipos de solo e litologia, processos de evaporação e precipitação são os principais mecanismos que controlam a composição iônica da água (Gibbs, 1970).

Os valores de pH (Tabela 2) mantiveram-se ligeiramente ácidos e semelhantes entre os estratos. Tal comportamento também foi obtido por Durigan et al. (1992), Oliveira et al. (1992) e Sipaúba-Tavares & Gaglianone (1993). Provavelmente, o fluxo contínuo carrega os nutrientes presentes, diminuindo a densidade de fitoplâncton e, conseqüentemente, o valor do pH. Isto pode estar refletido nas baixas concentrações de clorofila *a* (Tabela 4) obtidas neste estudo.

Quanto à alcalinidade total (Tabela 2), sabe-se que seus valores afetam a disponibilidade de nutrientes, interferindo, portanto, na produtividade orgânica dos nutrientes. Os valores obtidos neste estudo foram maiores no  $V_2$ , variando de 22,00 a 13,20 mg/l entre superfície e fundo, provavelmente em função do tempo de residência, pois esperavam-se valores maiores no  $V_1$  em função do arraçoamento diário.

Os maiores valores de oxigênio dissolvido (Tabela 3) foram obtidos quando a temperatura encontrava-se mais baixa em ambos os viveiros. Segundo Boyd (1990), os valores de oxigênio dissolvido encontrados neste estudo são adequados para o cultivo de peixes. Não se observou anoxia, visto que, em alguns casos, o estrato mais profundo chegou a apresentar valores maiores que a superfície. Isso pode ser explicado pela constante corrente formada pela entrada e saída de água. Os menores valores foram obtidos no  $V_1$ , na maioria das amostragens, devido à adição diária de ração, que, somada aos produtos de excreção dos peixes, criaram um suprimento contínuo de nutrientes, aumentando os processos de fotossíntese/respiração e, conseqüentemente, levando a uma alta decomposição (Oliveira et al., 1992).

Os valores obtidos para amônia, nitrito, nitrato e fósforo total (Tabela 4), no presente estudo, não

dão uma característica de ambiente eutrófico, segundo Vollenweider (1968), citado por Esteves (1988). Isto pode ocorrer em função do fluxo contínuo nos viveiros estudados, o qual não permitiu um acúmulo intenso desses nutrientes no meio. Os valores obtidos para os nutrientes foram mais baixos no  $V_1$  do que no  $V_2$ , com exceção da amônia, podendo ser atribuídos ao tempo de residência, que foi mais curto no  $V_1$ .

Segundo Hopkins et al. (1993), a concentração de amônia diminui com a introdução de um fluxo de água adequado. Tal comportamento foi observado no presente estudo, em que no  $V_1$ , mesmo com a adição diária de ração – que propicia o aumento da concentração deste nutriente –, foi observada a ausência desse elemento em cinco das oito coletas realizadas. Sabe-se que os compostos nitrogenados são essenciais à síntese de proteína e de ácidos nucleicos de células vegetais, e têm um papel indispensável na síntese de clorofila *a*, que cessa rapidamente sob deficiência de um suprimento ade-

quado desse elemento.

Os picos de maior ou menor abundância dos nutrientes encontrados neste estudo podem ser atribuídos aos processos de oxidação e decomposição, bem como à adição de ração. Outros estudos realizados nesse mesmo centro de estudo encontraram uma relação direta dos nutrientes com a variação da clorofila *a* (Durigan et al., 1992; Oliveira et al., 1992; Sipaúba-Tavares & Gaglianone, 1993). O mesmo não foi observado neste estudo, porém, durante o pico das concentrações de amônia, quando se observaram altos valores para clorofila *a* (Tabela 4). O arraçoamento diário no  $V_1$  permitiu uma maior concentração de clorofila *a* (Tabela 4) devido, principalmente, ao maior incremento de nutrientes disponíveis no meio, favorecendo, assim, o aumento da biomassa fitoplanctônica como resposta ao seu crescimento.

**TABELA 1.** Valores obtidos para temperatura água, temperatura ambiente, transparência e tempo

de residência da água nos viveiros 1 ( $V_1$ ) e 2 ( $V_2$ ), durante o período de estudo.

Variável	Viveiros	Período de Amostragem							
		11/03 <sup>1</sup>	27/03 <sup>2</sup>	10/04 <sup>3</sup>	24/04 <sup>4</sup>	08/05 <sup>5</sup>	25/05 <sup>6</sup>	05/06 <sup>7</sup>	16/06 <sup>8</sup>
<b>Temperatura da água (°C):</b>									
- Superfície	$V_1$	27,30	25,5	24,8	24,00	22,70	21,20	21,90	20,50
	$V_2$	28,50	25,30	24,50	24,30	23,00	21,30	22,00	20,70
- Meio	$V_1$	-	25,80	24,30	23,80	22,50	21,30	21,50	20,20
	$V_2$	-	26,50	24,80	24,20	23,00	21,30	21,70	20,40
- Fundo	$V_1$	26,50	26,40	24,00	23,80	22,50	21,30	21,50	20,10
	$V_2$	26,80	26,00	25,10	24,80	24,10	21,30	21,50	20,70
Temperatura ambiente (°C):	$V_1$	21,20	22,90	21,50	22,80	19,60	19,20	21,70	17,50
	$V_2$	21,20	22,90	21,50	22,80	19,60	19,20	21,70	17,50
Transparência (m):	$V_1$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	$V_2$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,15	1,20	1,20	1,20
Tempo de residência (dias):	$V_1$	1,55	1,94	1,46	1,66	1,45	2,57	1,80	1,49
	$V_2$	1,07	5,65	2,80	2,10	0,90	1,15	2,64	1,43

Períodos aproximadamente correspondentes a: 1 - antes do povoamento dos viveiros; 2 - início da restrição alimentar ( $V_1$ ); 3 - 15 dias de restrição alimentar ( $V_2$ ); 4 - 30 dias de restrição alimentar ( $V_2$ ); 5 - 45 dias de restrição alimentar ( $V_2$ ); 6 - 60 dias de restrição alimentar ( $V_2$ ); 7 - 7 dias de realimentação ( $V_2$ ); 8 - 30 dias de realimentação ( $V_2$ ).

**TABELA 2.** Valores obtidos para pH e alcalinidade da água dos viveiros 1 ( $V_1$ ) e 2 ( $V_2$ ), durante o período

de estudo.

Variável	Viveiros	Período de Amostragem							
		11/03 <sup>1</sup>	27/03 <sup>2</sup>	10/04 <sup>3</sup>	24/04 <sup>4</sup>	08/05 <sup>5</sup>	25/05 <sup>6</sup>	05/06 <sup>7</sup>	16/06 <sup>8</sup>
<b>pH:</b>									
- Superfície	V <sub>1</sub>	6,30	6,10	6,00	6,20	6,20	6,20	6,10	6,10
	V <sub>2</sub>	6,70	6,60	6,40	6,60	6,40	6,60	6,30	6,20
- Meio	V <sub>1</sub>	-	6,10	6,00	6,20	6,20	6,20	6,10	6,10
	V <sub>2</sub>	-	6,60	6,40	6,60	6,40	6,60	6,30	6,20
- Fundo	V <sub>1</sub>	6,10	6,10	6,00	6,20	6,20	6,20	6,10	6,10
	V <sub>2</sub>	6,60	6,60	6,40	6,60	6,40	6,60	6,30	6,20
<b>Alcalinidade (mEq/l):</b>									
- Superfície	V <sub>1</sub>	0,40	0,46	0,34	0,40	0,32	0,40	0,38	0,32
	V <sub>2</sub>	0,50	0,34	0,32	0,34	0,42	0,32	0,34	0,30
- Meio	V <sub>1</sub>	-	0,46	0,28	0,32	0,36	0,40	0,40	0,30
	V <sub>2</sub>	-	0,38	0,32	0,36	0,40	0,28	0,34	0,32
- Fundo	V <sub>1</sub>	0,38	0,46	0,28	0,40	0,36	0,36	0,34	0,36
	V <sub>2</sub>	0,50	0,38	0,34	0,34	0,34	0,36	0,34	0,32

Períodos aproximadamente correspondentes a: 1 - antes do povoamento dos viveiros; 2 - início da restrição alimentar (V<sub>1</sub>); 3 - 15 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 4 - 30 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 5 - 45 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 6 - 60 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 7 - 7 dias de realimentação (V<sub>2</sub>); 8 - 30 dias de realimentação (V<sub>2</sub>).

**TABELA 3.** Valores obtidos para oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água dos viveiros 1 (V<sub>1</sub>) e 2 (V<sub>2</sub>), durante o período de estudo.

Variável	Viveiros	Período de Amostragem							
		11/03 <sup>1</sup>	27/03 <sup>2</sup>	10/04 <sup>3</sup>	24/04 <sup>4</sup>	08/05 <sup>5</sup>	25/05 <sup>6</sup>	05/06 <sup>7</sup>	16/06 <sup>8</sup>
<b>Oxigênio dissolvido (mg/l):</b>									
- Superfície	V <sub>1</sub>	4,50	3,94	7,07	8,35	5,35	5,59	6,57	9,09
	V <sub>2</sub>	5,63	5,44	6,88	7,80	5,84	6,81	6,32	8,72
- Meio	V <sub>1</sub>	-	4,13	6,88	8,35	5,11	5,59	5,84	9,09
	V <sub>2</sub>	-	5,63	7,07	8,35	5,84	6,81	7,05	8,90
- Fundo	V <sub>1</sub>	4,50	4,13	5,76	8,35	5,11	5,11	6,08	9,09
	V <sub>2</sub>	7,13	5,81	6,88	7,61	6,08	7,05	7,05	9,09
<b>Condutividade (µS/cm):</b>									
- Superfície	V <sub>1</sub>	37,00	35,50	31,50	32,00	29,00	27,60	27,60	26,00
	V <sub>2</sub>	49,50	48,00	32,00	30,00	29,30	28,20	28,20	26,60
- Meio	V <sub>1</sub>	-	34,50	32,30	30,50	28,00	27,80	27,70	25,40
	V <sub>2</sub>	-	45,00	32,00	30,50	28,20	28,80	27,80	26,60
- Fundo	V <sub>1</sub>	36,70	34,00	30,50	30,00	28,20	28,00	28,20	25,00
	V <sub>2</sub>	50,50	48,00	32,50	30,50	30,00	29,00	27,20	26,20

Períodos aproximadamente correspondentes a: 1 - antes do povoamento dos viveiros; 2 - início da restrição alimentar (V<sub>1</sub>); 3 - 15 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 4 - 30 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 5 - 45 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 6 - 60 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 7 - 7 dias de realimentação (V<sub>2</sub>); 8 - 30 dias de realimentação (V<sub>2</sub>).

**TABELA 4.** Valores obtidos para fósforo total, amônia, nitrato, nitrito e clorofila a da água dos viveiros 1

(V<sub>1</sub>) e 2 (V<sub>2</sub>), durante o período de estudo.

Variável	Viveiros	Período de Amostragem							
		11/03 <sup>1</sup>	27/03 <sup>2</sup>	10/04 <sup>3</sup>	24/04 <sup>4</sup>	08/05 <sup>5</sup>	25/05 <sup>6</sup>	05/06 <sup>7</sup>	16/06 <sup>8</sup>
Fósforo total (µg/l):	V <sub>1</sub>	0,00	54,41	40,97	40,97	27,54	54,41	81,29	67,85
	V <sub>2</sub>	430,67	135,04	94,73	0,00	0,00	40,97	67,85	175,34
Amônia (µg/l):	V <sub>1</sub>	0,00	124,00	9,72	0,00	46,29	0,00	0,00	0,00
	V <sub>2</sub>	18,87	18,87	0,00	0,00	0,00	5,15	9,72	0,00
Nitrato (µg/l):	V <sub>1</sub>	0,00	43,92	111,45	61,87	14,01	90,94	78,97	67,00
	V <sub>2</sub>	171,28	64,44	120,00	102,90	27,68	96,07	102,90	120,00
Nitrito (µg/l):	V <sub>1</sub>	0,00	10,35	4,09	4,09	4,88	8,79	10,35	4,09
	V <sub>2</sub>	6,44	7,22	0,00	4,09	4,09	7,22	3,31	6,44
Clorofila a (µg/l):	V <sub>1</sub>	27,47	59,94	13,37	18,32	45,39	23,73	29,57	8,89
	V <sub>2</sub>	35,88	32,80	24,04	11,69	38,78	16,91	21,97	26,08

Períodos aproximadamente correspondentes a: 1 - antes do povoamento dos viveiros; 2 - início da restrição alimentar (V<sub>1</sub>); 3 - 15 dias de restrição alimentar (V<sub>1</sub>); 4 - 30 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 5 - 45 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 6 - 60 dias de restrição alimentar (V<sub>2</sub>); 7 - 7 dias de realimentação (V<sub>2</sub>); 8 - 30 dias de realimentação (V<sub>2</sub>).

## CONCLUSÕES

O presente estudo permite as seguintes observações: o arraçoamento diário e o tempo de residência da água interferem diretamente nas variáveis limnológicas dos viveiros povoados com pacu; a diminuição gradativa na densidade de estocagem dos peixes contribui para que o ambiente não se torne eutrófico, visto que não houve acúmulo intenso de nutrientes no meio; se a quantidade de peixes estocados tivesse sido constante até o final do experimento, as alterações sobre as variáveis químicas, físicas e biológicas se apresentariam de forma diferente, em função do produto de excreção desses animais, apesar do consumo alimentar ter diminuído com a queda da temperatura, nesse período (outono/inverno), como consequência do metabolismo mais baixo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYD, C. E. *Water quality management for pond fish culture*. 2 ed. New York, 1984. 317 p.
- BOYD, C. E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama: Birmingham Publishing, 1990. 482 p.
- CASTAGNOLLI, N. *Piscicultura de água doce*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.
- DURIGAN, J. G., SIPAÚBA-TAVARES, L. H., OLIVEIRA, D. B. S. Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte I: Variação nictemeral de fatores físicos, químicos e biológicos. *Acta Limnológica Brasiliensia*, v. 4, p. 211-223, 1992.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Editora Interciências/FINEP, 1988. 575 p.
- GIBBS, R. J. Mechanisms controlling world water chemistry. *Science*, v. 170, p. 1088-1090, 1970.
- GOLTERMAN, H. L., CLYMO, R. S., OHNSTAD, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of fresh water*. London: Blackwell Sci., 1978. 213 p.
- HOPKINS, J. S., HAMILTON, R. D., SANDIFER, P. A., BROWDY, C. L., STOKES, A. D. Effect of water exchange rate on production, water quality effluent characteristics and nitrogen budget of intensive shrimp ponds. *J. World Aquac. Soc.*, v. 24, n. 3, p. 304-320, 1993.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GASSHOFFK, K. *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie Weinheim, 1976. p.

- 117-181.
- MILSTEIN, A. Ecological aspects of fish species interactions in polyculture ponds. *Hidrobiologia*, v. 231, p. 177-186, 1992.
- OLIVEIRA, D. B. S., SIPAÚBA-TAVARES, L. H., DURIGAN, J. G. Estudos limnológicos em tanques de piscicultura. Parte II: Variação semanal de fatores físicos, químicos e biológicos. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 4, p. 123-137, 1992.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. *Limnologia aplicada à piscicultura*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1995. 70 p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Variação diurna de alguns parâmetros limnológicos em três viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 8, p. 29-36, 1996.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H., GAGLIANONE, M. C. Estudo preliminar da sucessão dos parâmetros físico, químico e biológico em dois viveiros de piscicultura. *Red Acuicultura Boletim*, v. 7, n. 1, p. 8-12, 1993.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H., LIGEIRO, S. R., DURIGAN, J. G. Variação de alguns parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura em função da luz. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 7, p. 1-10, 1995.