

VARIAÇÃO DIURNA DE PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA¹

Delma Machado Cantisani Padua², Lúcia Helena Sipaúba-Tavares³, Paulo César Silva⁴ e João Teodoro Padua⁴.

ABSTRACT

Diurnal Variation of Limnologic Parameters in Fish Culture Ponds

This work evaluated the profile behavior of a group of limnologic parameters along the diurnal period in three different deepnesses, in a pond stocked with adult fishes at a total density of 5,5 m³/fish. The diurnal variation of the analyzed parameters showed a direct influence of the management employed, furthermore it is notable how a shallow water body is directly influenced by the weather and limnologic conditions analyzed during the day. The knowledge of dynamics in water bodies stab in fish culture ponds and tanks is of underlying importance to be applied in a productive management .

KEY WORDS: Limnology, fish culture, diurnal variation

RESUMO

Neste trabalho estudou-se o perfil de comportamento de um conjunto de parâmetros limnológicos ao longo do período diurno , em três diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) de um viveiro estocado com peixes adultos na densidade de 5,5 m³/ peixe. A variação diurna dos parâmetros analisados demonstrou a influência direta do manejo, além disso constatou-se que este corpo de água raso foi diretamente influenciado ao longo do dia pelas condições ambientais e limnológicas analisadas. Assim, o conhecimento do metabolismo de corpos d'água estocados em viveiros e tanques de piscicultura é de fundamental importância para que se desenvolva um manejo produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Limnologia, piscicultura, variação diurna

1 - Trabalho entregue para publicação em junho de 1997.

2 - Bolsista de Desenvolvimento Regional do CNPq

3 - Centro de Piscicultura da FCAVJ - UNESP - Jaboticabal, SP.

4 - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás. C. P. 131 - CEP . 74001-970. Goiânia - GO

INTRODUÇÃO

Em tanques e viveiros de piscicultura o processo de eutrofização artificial contínuo é responsável pelo “envelhecimento precoce” do ecossistema. Em regiões tropicais este processo é ainda acelerado devido à ocorrência de elevadas temperaturas ambientais. A taxa de decomposição da matéria orgânica comparada à produção é elevada, o que torna necessário o monitoramento diário da qualidade da água, devendo-se controlar a vazão, aplicar sistemas de aeração, utilizar ou não adubações e calagens, entre outras técnicas de manejo. Esteves (1988), em descrição sobre a dinâmica de corpos de água rasos em climas tropicais, elucida este tema.

Rolla *et al.* (1996) verificaram em tanques de piscicultura que em estações mais frias (outono e inverno) não ocorrem variações significativas em parâmetros limnológicos ao longo do dia, enquanto em estações quentes (primavera e verão) as mudanças são significativas.

Pelo fato de serem poucas as informações sobre ecossistemas em viveiros de piscicultura, tem sido feita uma analogia entre viveiros e sistemas semilênticos (represas), ou mesmo sistemas de áreas alagáveis, pela característica de renovação d'água e pela interferência no ecossistema com as sucessivas vazões e cheias.

Tanques e viveiros comportam-se como um sistema intermediário entre um sistema lêntico e semilêntico, mas com processos mais acelerados pela ação das bactérias que liberam rapidamente os nutrientes para o meio (Sipaúba-Tavares 1995).

Alguns autores (Frossard & Verani 1996, Yoshida & Sipaúba Tavares 1996) também verificaram como o manejo adotado em tanques de piscicultura (adubação, vazão, densidade de estocagem, aeração e taxa de arraçamento) pode influenciar a qualidade da água.

Neste sentido é importante o estudo limnológico básico das variações nictimerais (24 h) e diurnas nestes ecossistemas. Sendo assim, este estudo teve por objetivo delinear o perfil de comportamento de variáveis limnológicas de um viveiro de piscicultura durante o período diurno.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, São Paulo, no mês de abril de 1992 (outono). Conforme dados fornecidos pela Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas, o município se localiza a 21°15'22" de latitude Sul, 48°18'58" de longitude Oeste e 595 m de altitude. A classificação feita por Koeppen define o clima como do tipo Cwa, ou seja, subtropical, caracterizado por chuvas de verão e inverno e relativamente seco. A temperatura e a umidade relativa média anual da região são respectivamente, 21° C e 70 %, a pluviosidade em torno de 1.400 mm e insolação acima de 2.400 horas/ano.

Utilizou-se um viveiro de 14,5 m de comprimento por 8 m de largura (116 m²), com profundidade média de 1,2 m (capacidade de 139,2 m³), apresentando fundo natural e paredes de alvenaria, que recebia água de uma represa à montante e com fluxo contínuo, sendo a vazão de 3, 86 m³ / h e com tempo de residência de 1,5 dias. Foi feita calagem com 100 g/m² de cal hidratada e adubação com 200 g/m² de esterco de galinha curtido. Dez dias antes de iniciar o experimento foi realizado o povoamento do viveiro com 8 reprodutores de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e 17 reprodutores carpa comum (*Cyprinus carpio*), com uma densidade total de estocagem de 5,5 m³/peixes. Os peixes recebiam diariamente 2 kg de ração balanceada estrusada com 25% de proteína bruta, não sendo fornecida ração quando se observavam sobras.

A coleta das amostras para a análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos foi feita de uma plataforma que permitia a obtenção das amostras nas 3 profundidades (superfície, meio e fundo), com distância de 1,5 m do talude. Para as coletas de amostras d'água, seguiram-se os procedimentos descritos por Sipaúba-Tavares (1995), utilizando-se uma garrafa de Van Dorn de 2 litros de capacidade. As amostras de água foram obtidas durante o período diurno (9 horas) em intervalos de 3 horas (8:50, 11:50, 14:50 e 17:50).

A cada amostragem foram observadas as características meteorológicas como insolação, presença ou não de nuvens, precipitação e ocorrência de rajadas de vento.

A temperatura foi aferida com termômetro de bulbo de mercúrio. O teor de oxigênio dissolvido (O₂D) foi analisado pelo método de Winkler e a porcentagem de saturação foi determinada segundo Golterman *et al.* (1978). A alcalinidade total foi estabelecida adicionando primeiramente o indicador fenolftaleína (coloração rosada) e procedendo-se à titulação com H₂SO₄ a 0,02 N, conforme a metodologia de Golterman *et al.* (1978). O pH foi aferido com peagômetro Quimis. A condutividade elétrica foi determinada por condutivímetro E 527 Metrohm Herisaw. A análise dos nutrientes (amônia, nitrito, nitrato e fósforo total) foi realizada pelo método colorimétrico, de acordo com Koroleff (1976). As leituras de absorbância foram feitas em espectrofotômetro Baush Lomb, modelo Spectronic 20. O tempo de residência da água foi calculada pela relação entre o volume do viveiro e o tempo cronometrado em que o cano de abastecimento leva para completar 1 litro, medido em recipiente graduado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das variáveis limnológicas, observados no período diurno (9 h), estão apresentados na Tabela 1.

Os resultados observados mostram uma água de boa qualidade com os parâmetros dentro dos limites ótimos para a piscicultura segundo alguns autores (Boyd 1984, Proença & Bittencourt 1994, Sipaúba-Tavares 1995).

As temperaturas observadas nas amostras das 8:50, 11:50 e 14:50 horas, nas três profundidades, tiveram uma amplitude de variação pequena (0,5 a 1,0° C) e,

segundo Esteves (1988), já é suficiente para a estratificação da coluna d'água. Na amostra das 17:50 h houve uma maior variação, quando a temperatura da água da superfície caiu para 22,5° C, enquanto no meio e no fundo ainda se mantinham elevados, 25,0 e 25,5° C, respectivamente. Observa-se na camada da superfície que talvez tenha ocorrido influência direta da mudança de tempo.

Ao longo do período diurno, a amplitude de variação da temperatura da água na superfície foi maior, com um pico das 11:50 às 14:50 h, seguido por uma queda de 3,5° C registrada na amostragem das 17:50 h (Figura 1). Na profundidade de 0,60 m (meio), a amplitude de variação da temperatura ao longo do período diurno foi pequena (1° C), elevando-se na amostragem das 11:50 h e permanecendo com a mesma temperatura até às 17:50 h. A água do fundo também apresentou uma pequena amplitude de variação ao longo do período diurno, com um pico registrado na última coleta, às 17:50 h, observando-se um comportamento contrário ao da superfície.

Estes resultados concordam com os obtidos por Frossard & Verani (1996) em estudo da variação nictimeral em viveiros de criação de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), com uma variação significativa da temperatura da água em função do horário de sua aferição tanto durante o período diurno como noturno.

Em regiões tropicais, ecossistemas rasos sofrem uma maior influência da amplitude de variação diária da temperatura do que da variação sazonal. Assim observam-se normalmente em lagos tropicais rasos a estratificação e a desestratificação diária da coluna d'água. Este processo de desestratificação é facilitado pela pouca diferença de temperatura entre epilimnio e hipolimnio (Esteves 1988).

Como a temperatura da água da camada superficial teve uma queda na última amostragem, conclui-se que poderá ocorrer uma homogeneização das camadas.

O resfriamento gradual à noite, a partir da superfície, causaria, segundo Lewis (1974), uma grande turbulência na camada superior, devido à rápida mudança na densidade da água com a diminuição da temperatura. O resfriamento progressivo e a conseqüente turbulência poderiam levar os lagos mais rasos a uma isoterminia (Aleixo 1981). Isto concorda com as observações da amostragem das 17:50 h, quando se diminuiu a profundidade do Disco de Secchi, característica esta que pode denotar a ressuspensão de materiais do sedimento, além de que neste horário observou-se a ação de ventos com maior intensidade, denotando assim também a energia eólica como fonte de desestratificação da coluna d'água. O resfriamento térmico da superfície, que ocasiona uma lenta e gradual difusão da matéria orgânica localizada no hipolimnio, é mais eficiente em lagos rasos (Aleixo 1981).

Yoshida & Sipaúba-Tavares (1996), em estudo sobre a variação nictimeral de alguns parâmetros hidrológicos em tanques destinados ao cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*), verificaram que apesar de as oscilações diárias destes parâmetros estarem associadas aos processos de fotossíntese, respiração e decomposição, fatores como chuvas e ventos têm grande importância na flutuação dos valores diários de oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade total e condutividade elétrica.

Tabela 1. Valores das variáveis limnológicas observadas em intervalos de três horas no período diurno em diferentes profundidades.

Hora ¹	Superf.	Meio	Fundo	Superf.	Meio	Fundo	Superf.	Meio	Fundo
Temperatura (°C)									
8:50	23,5	24,0	23,5	6,2	6,2	6,2	37,5	37,5	35,5
11:50	26,0	25,0	25,0	6,5	6,3	6,2	35,0	37,0	36,5
14:50	26,0	25,0	25,0	6,1	6,0	6,1	35,5	35,5	34,5
17:50	22,5	25,0	25,5	6,0	6,4	6,0	42,0	35,5	35,0
% Saturação de O ₂									
8:50	2,43	2,44	2,44	31	32	31	0,46	0,44	0,42
11:50	4,50	3,04	3,41	60	40	45	0,48	0,48	0,46
14:50	3,77	3,65	3,17	50	48	48	0,42	0,46	0,46
17:50	3,04	2,92	2,62	38	39	35	0,46	0,52	0,52
HCO ₃ ⁻ (mg/l)									
8:50	28,05	26,83	25,61	2,22	2,16	2,04	28,21	26,80	25,76
11:50	29,27	29,27	28,05	4,36	3,00	2,28	14,28	22,93	25,66
14:50	25,61	28,05	28,05	1,68	1,44	1,80	31,40	43,84	34,82
17:50	28,05	31,71	31,72	1,38	4,08	1,60	45,52	19,73	49,25
N - NH ₄ ⁺ (mg/l)									
8:50		895,03			570,09			12,84	
11:50		959,15			548,67			8,37	
14:50		839,16			548,67			8,37	
17:50		959,17			548,71			6,87	
N - NO ₃ ⁻ (µg/l)									
8:50									
11:50									
14:50									
17:50									
N - NO ₂ ⁻ (µg/l)									
8:50									
11:50									
14:50									
17:50									
Alcalinidade Total (meq/l)									
8:50									
11:50									
14:50									
17:50									
CO ₂ Total (mg/l)									
8:50									
11:50									
14:50									
17:50									
Fósforo (µg/l)									
8:50		1,00			1,31				
11:50		1,00			0,15				
14:50		0,80			0,23				
17:50		0,75			0,41				
Profund. disco Secchi (m)									
8:50									
11:50									
14:50									
17:50									

¹ Observações das características meteorológicas: 8:50 - sol, sem nuvem, sem vento, céu aberto; 11:50 - céu aberto e vento; 14:50 - nublado com vento; 17:50 - nublado com vento

As mudanças de temperatura na coluna d'água em um curto período de tempo afetam os demais fatores químicos, físicos e biológicos da água, tais como o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, nutrientes, concentração de gás carbônico e ritmos migratórios do zooplâncton de acordo com Austin *et al.* (1973), Egborg (1979), Felföldy (1960), Gaml (1974) e Lex *et al.* (1972), citados por Aleixo (1981)

Os valores de O₂D apresentaram concentrações mais elevadas nos horários correspondentes à maior incidência de radiação solar, provavelmente em consequência da maior taxa fotossintética do fitoplâncton. As concentrações mais baixas foram observadas próximas às 8:50 h e após às 14:50 h, quando o tempo se encontrava nublado (Tabela 1).

As grandes variações diárias de oxigênio dissolvido na água ocorrem porque este gás está diretamente envolvido com processos de fotossíntese e respiração e/ou decomposição, que por sua vez estão diretamente relacionados com o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura ambiente (Esteves 1988).

O índice de saturação de O₂ foi baixo, assim como ocorre analogamente em sistemas rasos e com fluxo contínuo, supondo-se que vários fatores possam interferir. Com a hipereutrofização (2 kg de ração / dia, mais os metabólitos dos peixes) a taxa de decomposição é elevada e com a ressuspensão de materiais particulados pela movimentação dos peixes, como também pelo movimento de convecção da água, há uma diminuição do processo de fotossíntese pela redução da transparência.

O pH da água não apresentou variação significativa, com valores médios em torno de $6,2 \pm 0,15$. O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, ao mesmo tempo que uma das mais difíceis de se interpretar, devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Na maioria das águas naturais o pH é influenciado pela concentração de íons H⁺ originados da dissociação (H₂CO₃ ⇌ 2H⁺ + CO₃²⁻) do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água (CO₃⁼ + H₂O ⇌ HCO₃⁻ + OH⁻; HCO₃⁻ + H₂O ⇌ H₂CO₃ + OH⁻), que elevam os valores do pH para faixa alcalina (Esteves 1988). Na presente pesquisa o pH relativamente ácido poderia ser explicado pela maior taxa de decomposição com formação de CO₂ e consumo de O₂, por ser um ambiente hipereutrófico.

A alcalinidade, assim como o pH, apresentou pouca variação, sendo que esta variável reflete a capacidade de tamponamento do sistema. Isto é um efeito provável da calagem realizada antes do preenchimento do viveiro com água, confirmando a importância de sua prática em piscicultura, evitando variações bruscas nestas características, o que é estressante para o peixe.

A concentração de CO₂ total registrou valores menores quando a fotossíntese estava mais ativa, elevando o pH na superfície. A concentração mais baixa de CO₂ foi observada às 11:50 h, na superfície e no fundo, indicando seu elevado consumo pelos organismos autótrofos. Um pico de CO₂ ocorreu na camada do fundo às 17:50 h,

quando se detectou a temperatura mais elevada, favorecendo a decomposição da matéria orgânica e refletindo na redução do valor de pH.

A alta temperatura da coluna d'água proporciona condições para uma alta taxa de reciclagem da matéria orgânica (decomposição microbiana), conforme afirmam Esteves *et al.* (1983).

Os organismos heterotróficos (bactérias e animais aquáticos) interferem sobre o pH do meio, via de regra, abaixando-o. Isto ocorre porque intensos processos de decomposição e respiração têm como consequência a liberação de CO_2 e, assim, a formação de ácido carbônico e de íons de hidrogênio.

Na profundidade média, 0,60 m, o bicarbonato apresentou uma maior concentração, demonstrando uma estreita ligação com o CO_2 liberado, conforme Esteves (1988), formando o ácido carbônico (fraco) que se dissocia dando formação ao bicarbonato.

Os valores encontrados para fósforo total foram baixos, apresentando pouca variação durante o período pesquisado. Notou-se uma maior concentração nas amostras das 8:50 h, seguida por uma queda às 11:50 h. Este fato evidencia que parte do fósforo presente estava disponível para utilização dos organismos produtores.

As amostras em geral apresentaram altos valores de nitrogênio nas diferentes formas assimiláveis pelas células como NO_3^- ; NO_2^- ; e NH_4^+ . O sistema ora estudado, em comparação com a classificação apresentada por Vollenweider (1975, apud Esteves 1988) para lagos, segundo as diferentes formas de compostos nitrogenados, pode ser classificado como hipereutrófico. A distribuição do nitrogênio (N-NH_4^+ ; N-NO_3^- e N-NO_2^-) foi praticamente homogênea em toda coluna d'água, não só pela desestratificação, mas também pelo movimento dos animais. A desestratificação no final do período diurno pode ser notada também pelo comportamento da condutividade elétrica, que foi semelhante nas três profundidades até às 14:50 horas, elevando-se na amostra da superfície na última coleta.

Em lagos estratificados, a amônia, no epilimnio, pode variar consideravelmente com a migração vertical diária de peixes e o zooplâncton através da termoclina (linha de redução gradual da temperatura no metalimnio), segundo Manny (1978, apud Hino 1985).

Apesar da baixa taxa de residência encontrada neste viveiro, os níveis de nutrientes permaneceram elevados, fator que se pode atribuir à "pré-adubação" (antes de preencher o viveiro com água), à quantidade elevada de ração (2 kg) fornecida diariamente, à excreção animal e à oxidação bacteriana.

Segundo Castagnolli (1986), a densidade de estocagem para viveiros de reprodutores é de 3 a 6 m^3 /peixe. Neste viveiro a densidade foi de 5,5 m^3 /peixe, não sendo portanto este o fator que poderia ter contribuído para a grande quantidade de amônia observada.

Porém, outro fator que leva a concluir que este sistema é do tipo hipereutrófico é o desenvolvimento de macrófitas flutuantes, observado durante o cultivo. A amônia

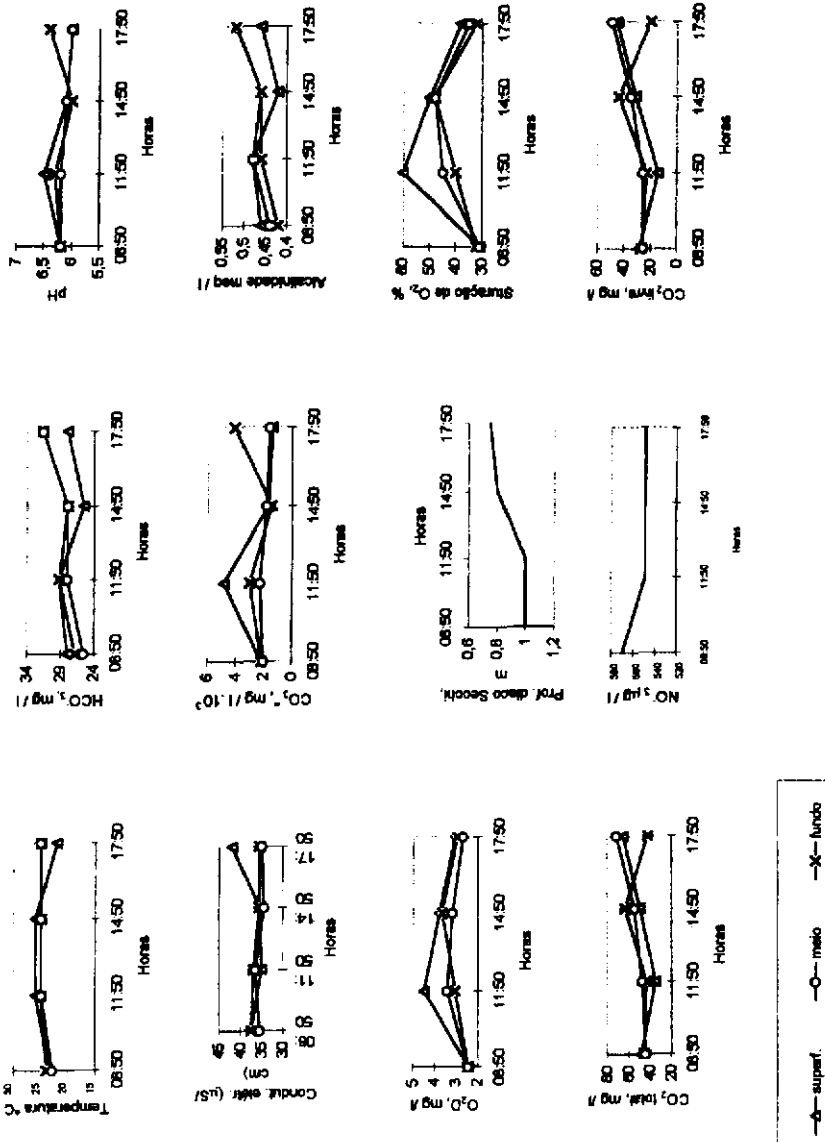


Figura 1. Perfil de comportamento das variáveis limnológicas avaliadas

é uma forma de nitrogênio preferencialmente assimilada pelo fitoplâncton e por outras plantas aquáticas. O produto de excreção de muitos animais é uma excelente fonte de nitrogênio para o crescimento do fitoplâncton (Hino 1985).

CONCLUSÃO

Como há pouca informação nesta área de pesquisa, a comparação de parâmetros limnológicos de viveiros de piscicultura com outros ecossistemas deve ser feita com cautela. A estrutura e o funcionamento desses ecossistemas possuem diferenças fundamentais como foi observado.

Nos lagos e represas, a disponibilidade de nutrientes está estreitamente ligada aos ciclos de estratificação térmica, isoterminia e circulação da água durante o ano. Nos reservatórios, o metabolismo das águas está diretamente controlado pelo fluxo / vazão e desta forma o tempo de residência é de fundamental importância.

A variação diurna dos parâmetros limnológicos mostrou grande influência do manejo, além disso, é notável como o metabolismo de um corpo de água raso (alto valor da relação superfície-volume) é alto e está diretamente influenciado pelas condições climáticas e do tempo, registradas nas mudanças diurnas das variáveis analisadas, em função da presença de nuvens, vento, radiação solar e temperatura.

Em viveiros e tanques de piscicultura devem ser observados diariamente estes aspectos para se poder fazer uso de um manejo adequado, otimizando a produção de organismos aquáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boyd, C.E. 1984. Water quality in warmwater fish ponds. 3 ed. Alabama: Auburn University, Craftmaster Printers. 359 p.
- Castagnoli, N. & J.E.P. Cyrino. 1986. Piscicultura nos trópicos. 2 ed. São Paulo: Editora Manole. 152 p.
- Esteves, F.A., R. Barbieri, I.H. Ighii, A.F.M. Camargo. 1983. Caracterização limnológica preliminar de um lago: Lago Poço Verde, Coromandel MG. Ana. Sem. Reg. Ecol. III. São Carlos, SP., p. 39 - 65.
- Esteves, F.A., R. Barbieri, I.H. Ishii & A.F.M. Camargo. 1983. Estudos limnológicos em algumas lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro. Ana. Sem. Reg. Ecol. III. São Carlos, SP., p. 25 - 38.
- Frossard, H. & J.R. Verani. 1996. Variação nictimeral em viveiros de criação de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, sob diferentes taxas de arraçoamento em diferentes estações climáticas. In Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 9, Sete Lagoas. MG. Resumos ...

- Goltherman, H.L., R.S. Clymo & M.A.M. Ohnstad. 1978.** *Methods for physical and chemical analysis of fresh water.* London: Blackwell . 213 p.
- Henry, R. & C.A. Simão. 1988.** Aspectos sazonais da limitação potencial por N, P e Fe no fitoplâncton da represa de Barra Bonita (Rio Tietê, SP). *Revista Brasil. Biol., Rio de Janeiro*, p. 1-14.
- Hino, K. 1985.** Mixing patterns and productivity of phytoplankton in a small artificial pond. *Ciência e Cultura. São Paulo*, p. 1331-40.
- Koroleff, F. 1976.** Determination of nutrients. In K. Granshoffk. (Ed.) *Methods of sea water analysis.* Weinhein: Verlag. Chemie. p.117-181.
- Matsumara-TundisiI, T., K. Hino & O. Rocha. 1986.** Características limnológicas da Lagoa do Taquaral (Campinas, SP) – um ambiente hipereutrófico. *Ciência e Cultura. São Paulo*, p. 420-5.
- Proença, C.E.M. & P.R.L. Bittencourt. 1994.** *Manual de piscicultura tropical.* Brasília: IBAMA/ DIREN/ DEPAQ/ DIPEA. 195 p.
- Rolla M.E. 1996.** Avaliação da variação diurna e sazonal de parâmetros limnológicos de água de tanques de piscicultura da estação de piscicultura de Volta Grande, CEMIG. In *Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 9, Sete Lagoas. MG, Resumos ...*
- Sipaúba-Tavares, L.H.S. 1975.** *Limnologia aplicada à aqüicultura.* Jaboticabal. FUNEP. 70p.
- Yoshida, C.E. & L.H. Sipaúba-Tavares. 1996.** Influência da renovação contínua da água, aeração artificial e ausência da renovação da água em algumas variáveis limnológicas no período de 24 horas em três tanques de piscicultura. In *Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 9, Sete Lagoas. MG. Resumos ...*