

PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA FITOPLANCTÔNICA E VARIÇÃO DE PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS AO LONGO DO DIA, EM TANQUES DE CULTIVO PLANCTÔNICO DA ESTAÇÃO DE HIDROBIOLOGIA E PISCICULTURA DE FURNAS

SÁ-JUNIOR, W.P. DE¹ & SIPAÚBA-TAVARES, L.H.²

1. Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas
Cx. Postal 120
37947-000 - Furnas - MG
2. Centro de Aquicultura da UNESP - Jaboticabal
Rodovia Carlos Tonanni, km 5
14870-000 - Jaboticabal - SP

RESUMO: *Produtividade Primária Fitoplanctônica e Variação de Parâmetros Limnológicos ao longo do dia, em Tanque de Cultivo Planctônico da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas.* Este trabalho apresenta as oscilações nas variáveis físicas e químicas ao longo do dia na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas (EHPF), definindo em linhas gerais as condições da qualidade da água para a produção do plâncton. A capacidade de manejo determina a qualidade e a maneira de se produzir organismos zooplanctônicos que, em última análise, serão utilizados na alimentação de larvas e alevinos de peixes criados na EHPF. Os tanques de produção planctônica apresentaram processos de circulação e estratificação térmica, oxiclina típica, além de variações do pH, condutividade elétrica e transparência da água, similarmente à de ecossistemas lacustres rasos. A estimativa da biomassa algal através da análise da clorofila-a confirmou a relação existente entre as variáveis ambientais básicas, tais como disponibilidade de luz e temperatura, determinando, desta maneira, os padrões observados para oxigênio, pH e condutividade elétrica no tanque de produção planctônica ao longo do dia. Além disto, foi também estimada a produtividade primária fitoplanctônica líquida e a taxa respiratória através do método dos frascos claros e escuros.

Palavras-chave: Produtividade primária, tanque de cultivo, plâncton, variação nictemeral, limnologia.

ABSTRACT: *Phytoplanktonic Primary Productivity and Variation of Limnological Parameters along the Day in the Small Artificial Pond of the Furnas Hydrobiology and Hatchery Station.* This paper presents the oscillations in the physical and chemical parameters along the day at Furnas Hydrobiology and Hatchery Station (FHHS),

defining, in general terms, the conditions of the quality of water for plankton production. The capacity of management determines the quality of the zooplanktonic organisms and the forms of producing these organisms necessary to the alimentation of alevines and larvae of fishes at FHHS. The culture of plankton in the small artificial pond showed processes of circulation and thermal stratification, typical oxycline, besides variations of pH, electrical conductivity and water transparency, similar to shallow lacustrine ecosystems. The estimation of algal biomass through the analysis of chlorophyll-a confirmed the relationship between the basic environmental parameters such as light availability and temperature, determining, this way, the observed patterns for oxygen, pH and electrical conductivity in the small pond along the day. In addition to that, the net phytoplanktonic primary productivity and the respiratory rate were also estimated through the method of clear and dark bottles.

Key-words: primary productivity, culture pond, plankton, nictemeral variation, limnology.

INTRODUÇÃO

A produção planctônica em estações de pisciculturas visa principalmente suprir a demanda de alimentos vivos para larvas e alevinos. As oscilações nos diversos parâmetros limnológicos destes tanques definem, em linhas gerais, as condições da qualidade da água para a produção do plâncton, interferindo na capacidade de produção bem como na qualidade dos organismos produzidos.

O acompanhamento limnológico destes tanques se torna imprescindível, visto que a maioria das variáveis limnológicas variam ciclicamente no período de 24 horas, influenciando os fatores abióticos e bióticos do meio (Sipaúba-Tavares, 1992). Além disto, a necessidade da ampliação na demanda de produção de organismos planctônicos, depende destas condições.

Considerando que a safra anual de alevinos se inicia em agosto na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas (EHPF), torna-se necessário o preparo dos tanques para a produção planctônica no mês de julho. Desta forma, os tanques deverão produzir alimento natural para alevinos de *Hoplias lacerdae*, trairão, pois esta espécie necessita de grande quantidade de alimento vivo em sua alevinagem (Lazzaro & Ribeiro, 1984).

Os objetivos deste estudo são os seguintes:

- Determinar a oscilação nictemeral das variáveis limnológicas em tanque de produção planctônica.
- Verificar a ocorrência de variações nas concentrações de fósforo total e nitrogênio orgânico total e sua correlação com a produtividade primária.
- Determinar a produtividade primária fitoplanctônica no período anterior ao início da safra de alevinos da EHPF.

ÁREA DE ESTUDOS

O tanque utilizado neste trabalho situa-se na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas (EHPF), localizada ao sul do estado de Minas Gerais, a 20° 40' de latitude sul e 46° 19' de longitude oeste. Possui dois registros de água natural provenientes do reservatório da usina de Furnas, que foram mantidos fechados durante todo o experimento.

Tabela I. Características Físicas do Tanque de Produção Planctônica da EHPF

Características	Largura	Comprimento	Área	Volume	Profundidade
Tanque em concreto armado com fundo em argila compactada	10 metros	20 metros	200m ²	320 m ³	menor = 0,90 metros
					maior = 1,50 metros

MATERIAL E MÉTODOS

Foi escolhido, aleatoriamente, um dentre os sete tanques de produção planctônica para que fosse feito o acompanhamento ao longo do dia. Desta forma, foram definidos cinco horários distintos em intervalos de três em três horas e procedeu-se, então, às leituras das variáveis limnológicas no perfil da coluna d'água, bem como à coleta de amostras de água na superfície, meio e fundo. As amostras e leituras foram tomadas na porção mais profunda (1,50 m) do tanque. O experimento foi realizado em julho/95 durante o período de seca. Os tanques de produção planctônica são adubados semanalmente com adubo orgânico e complementados com adubos químicos, mantendo-se uma condição de hipertrofia dos mesmos (Sá-Júnior, 1994).

Foram medidos os seguintes parâmetros: transparência da água com auxílio do disco de Secchi, temperatura da água e oxigênio dissolvido no perfil da coluna com oxímetro da Yellow Springs Instruments-YSI, pH e condutividade elétrica com equipamentos de campo da Cole-Parmer com compensação automática de temperatura. As amostras d'água foram coletadas nas diferentes profundidades por meio de amostrador manual de PVC com dispositivo de enchimento dos frascos do fundo até o gargalo expulsando, desta forma, o ar residual do frasco sem a ocorrência de borbulhamento. As análises dos nutrientes, nitrogênio orgânico total e fósforo total, seguiram metodologias específicas segundo Marckereth *et al.* (1978).

A biomassa fitoplanctônica foi estimada à partir da clorofila-a que foi analisada das amostras previamente filtradas em filtros de fibra de vidro AP20 de 0,47 μ da Millipore e extraída em acetona 90% após 24 horas no congelador, sendo então lidas em espectrofotômetro de UV-visível da MICRONAL, e calculadas de acordo com a equação de Parsons & Strickland (1963) e Lorezen (1967).

As análises de produtividade primária fitoplanctônica foram determinadas segundo Pomeroy & Kirchman (1945), e incubadas na superfície do tanque por um período de 2 horas em frascos claros e escuros. (Gaarder e Gran, 1927)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta o perfil da temperatura e do oxigênio dissolvido no tanque de plâncton. A coluna d'água apresentou temperatura uniforme ao longo do perfil às 8:00 horas da manhã, aquecendo-se uniformemente até às 11:00 horas sem, no entanto, alterar a isotermita do tanque. A estratificação térmica ocorreu à partir das 14:00 horas com o aquecimento das camadas superiores mais intensamente devido ao contato com o ar, que neste horário apresentou temperaturas em torno dos 26°C (tabela II). Após às 17:00 horas, o

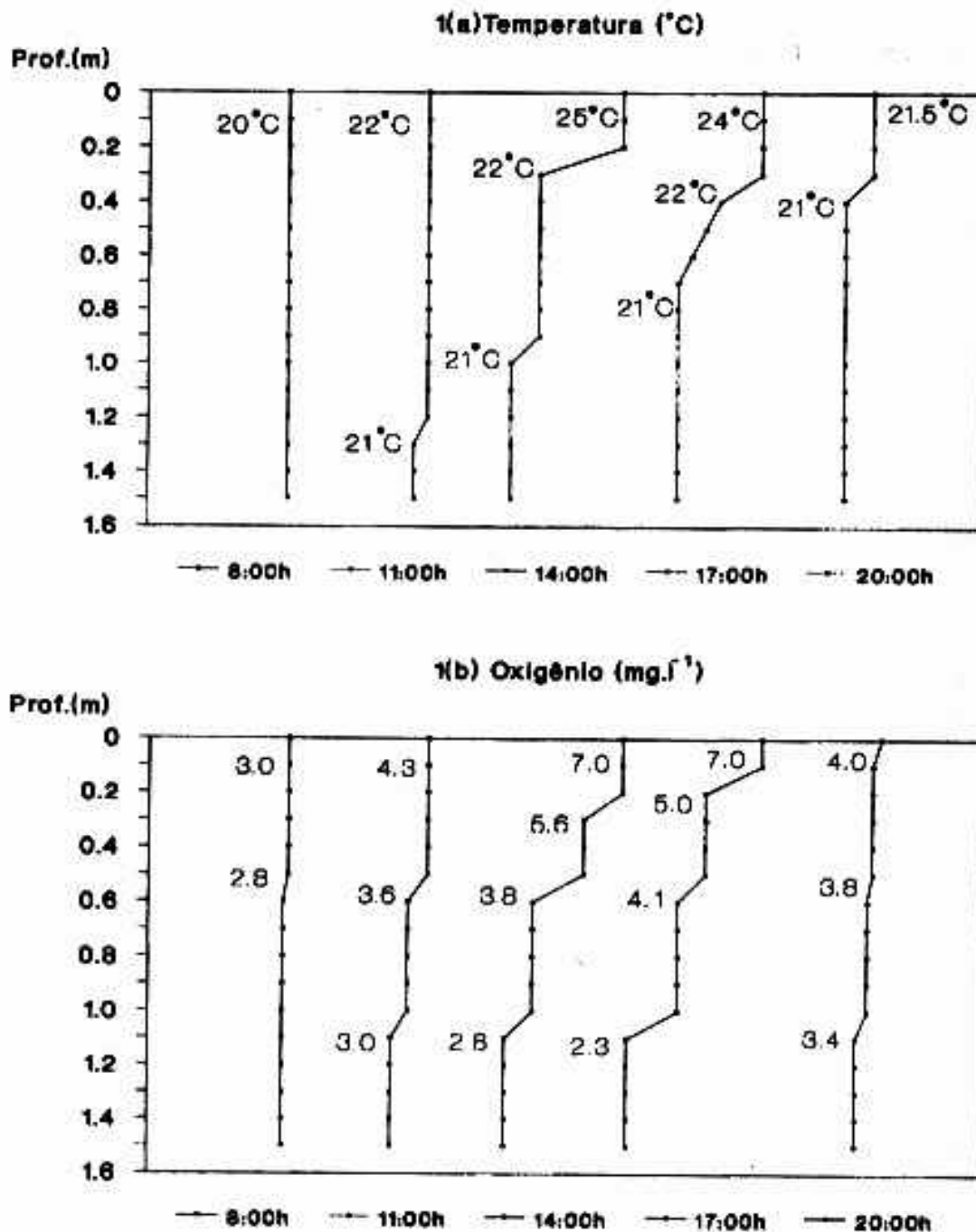


Figura 1. Variação do perfil da Temperatura e Oxigênio no tanque de plâncton das 8:00 às 20:00 horas.

tanque apresentou novamente homogeneidade térmica d'água devido à perda de calor para o ambiente, confirmado na coleta das 20:00 horas. Desta forma, o tanque funcionou como um pequeno ecossistema lacustre raso, com aquecimento rápido da coluna d'água e posterior resfriamento ao final do dia, promovido pela dissipação do calor para a atmosfera, conforme também observado por outros autores (Hino, 1985; Duringan *et al.*, 1992; Sipaúba-Tavares & Yoshida, 1992).

Tabela II. Dados climáticos fornecidos pelo Posto Meteorológico da UHE Furnas.

Variáveis	Dados do dia 12/07/95
Precipitação	0,0 mm
Evaporação	3,7 mm
Temperatura Ar (mín.)	14 °C
Temperatura Ar (máx.)	26 °C
Velocidade Média do Vento (0m)	2,9 km. h ⁻¹
Velocidade Máxima do Vento (0m)	6,1 km. h ⁻¹
Umidade Relativa do Ar	92%

O oxigênio dissolvido, de forma semelhante à temperatura, apresentou estratificações pronunciadas somente a partir das 14:00 horas, com depleção das camadas inferiores pelo próprio metabolismo do tanque. Ocorreu incremento de oxigênio nas camadas superiores devido ao processo fotossintético intenso neste horário, fator essencial na produção planctônica. À partir das 17:00 horas, ocorreu a depleção do oxigênio do fundo em direção à superfície, promovendo a homogeneidade parcial da coluna d'água, fator determinante nos resultados apresentados às 20:00 horas. Nota-se que entre as 14:00 e 17:00 horas o oxigênio apresentou valores mais elevados nas camadas superiores e menores nas inferiores. Por analogia, as observações destes resultados fazem inferência aos ecossistemas aquáticos considerados polimíticos. Contudo, durante o experimento, a velocidade máxima do vento não ultrapassou os 6,0 km. h⁻¹ velocidade esta, insuficiente para homogeneizar totalmente a coluna d'água. A homogeneização térmica ocorre devida a baixa profundidade e determinada por correntes de convecção decorrentes da diferença de temperaturas existentes entre a superfície e o fundo, logo após o resfriamento da atmosfera (tabela II).

A gradativa diminuição da transparência está relacionada ao aumento da turbidez da água a medida que os organismos clorofilados com motilidade, euglenas por exemplo, acumularam-se próximas à superfície, principalmente nos horários de maior intensidade de luz solar. Algas flageladas, tais como *Euglena rubra*, são comumente observadas na superfície dos tanques formando uma fina película avermelhada nos horários de maior insolação, principalmente quando as condições de adubação orgânica se tornam excessivas (Sá-Júnior, obs. pess.).

O pH, figura 2(a), variou entre 6,9 e 7,1 nos horários de 8:00 e 11:00 horas e de 7,0 a 7,9 de 14:00 as 20:00 horas, da mesma forma que verificado em tanques de cultivo por Sipaúba-Tavares (1992). O aumento do pH, com valores considerados alcalinos, se deve ao intenso processo fotossintético que desequilibra o sistema de tamponamento regulado pelo CO₂, após a depleção deste gás na coluna d'água pela sua assimilação pelo fitoplâncton. A condutividade elétrica, figura 2(b), não sofreu significativas alterações, variando entre 40 e 50 μS.cm⁻¹ durante todo o período observado. Porém deve-se notar sua estratificação acompanhando o gradiente térmico nos horários de 14:00 e 17:00 horas apresentando os menores valores na superfície e os maiores no fundo.

O experimento de produção primária realizado a 15 cm da superfície do tanque com frascos claros e escuros, tabela III, apresentou produtividade média bruta de 2620 mg O₂.m⁻³. h⁻¹ e o consumo foi de 1490 mg O₂.m⁻³. h⁻¹ o que dá um saldo de produtividade líquida de 570 mg O₂.m⁻³. h⁻¹ (≈ 213,75 mg C m⁻³. h⁻¹). Estes dados experimentais revelam a importân-

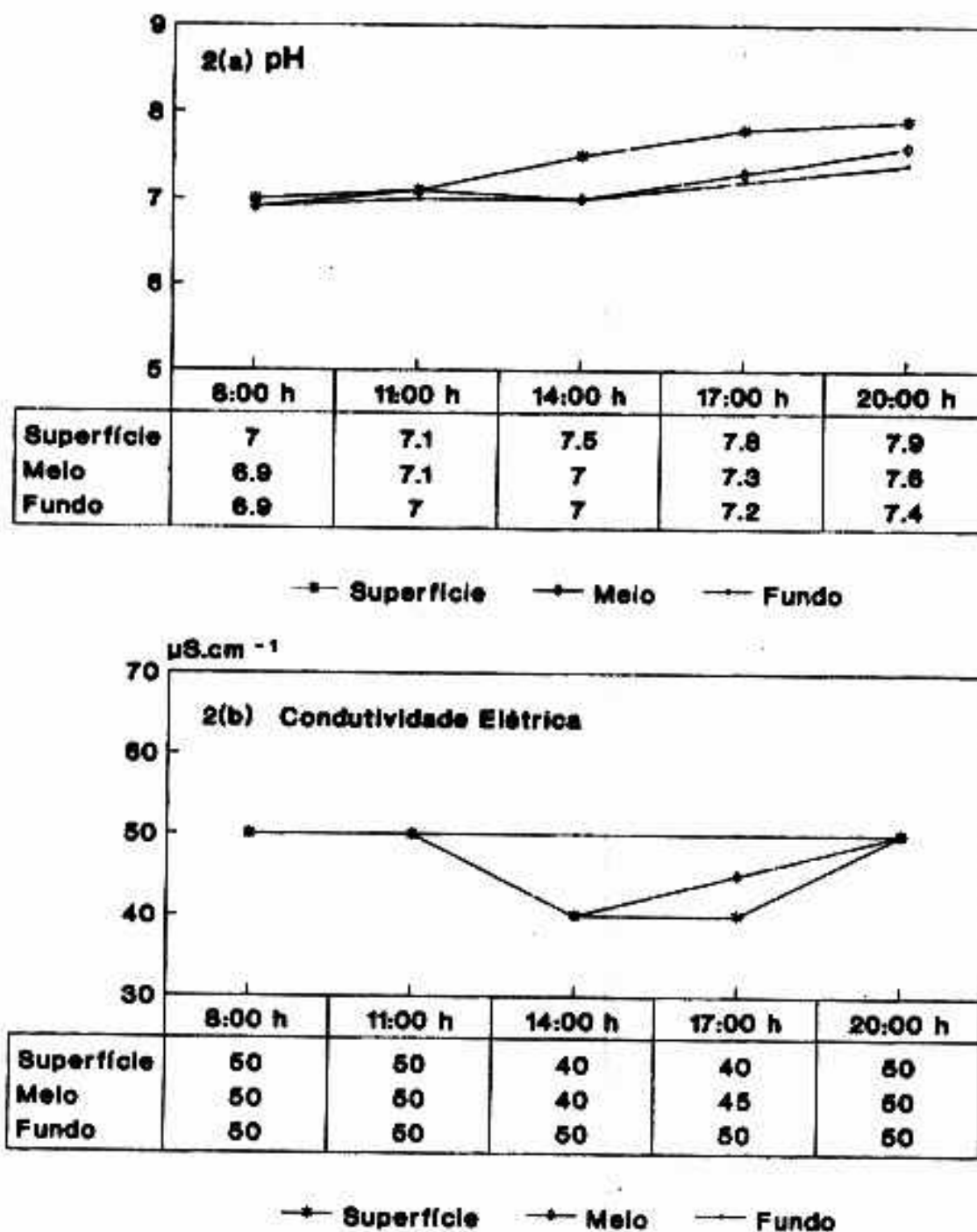


Figura 2. Variação do pH e Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) no tanque de plâncton das 8:00 às 20:00 horas.

Tabela III. Resultados do Ensaio de Produtividade Primária no Tanque de Plâncton da EHPF

Tipo de Frasco	Resultados em mg/l de O_2	Resultados-Produção
Frasco Claro inicial	5,24	Produtv. Primária Bruta: $2620 \text{ mg O}_2\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ Produtv. Primária Líquida: $570 \text{ mg O}_2\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ Consumo Total: $1490 \text{ mg O}_2\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$
Frasco Claro final	6,37	
Frasco Escuro final	2,97	

cia da incorporação do oxigênio ao tanque correspondente aproximadamente, a $1,71 \text{ g C.m}^{-2}$ de produção diária incorporada sob a forma de energia química na matéria orgânica produzida pelo fitoplâncton. Esta condição se reporta a produtividade planctônica que em última análise se converterá em alimento de alto teor energético para as larvas e alevinos de peixes.

A figura 3 mostra que a clorofila-a, de maneira geral, sofreu aumento gradual das 8:00 às 14:00 horas, diminuindo à partir das 17:00 horas e se igualando à concentração do fundo do tanque às 20:00 horas. A concentração da clorofila-a na profundidade intermediária do tanque acompanhou as mesmas variações observadas na superfície. Já no fundo do tanque as concentrações observadas foram menores, sofrendo declínio ao longo do dia, provavelmente relacionada a diminuição da zona eufótica.

O pico de maior concentração de clorofila-a foi na superfície do tanque às 14:00 horas, corresponde ao aumento do oxigênio dissolvido e do pH, neste mesmo horário (Figuras 1(b) e 2(a), respectivamente). O que demonstra a atividade, fotossintética agindo de forma coerente no consumo de gás carbônico e produção de oxigênio. Porém, ao se observar a evolução da transparência plotada no mesmo gráfico da figura 3, percebe-se que não ocorreu uma correlação direta com a mesma, o que pode ser explicado pelo aumento da biomassa fitoplanctônica no tanque e ao mesmo tempo a estabilização da fotossíntese devido à inibição por excesso de luz.

Os nutrientes fósforo total e nitrogênio orgânico total estão apresentados na tabela IV, distribuídos em três profundidades no tanque e variando ao longo dos horários acompanhados no experimento de produção primária. Pode-se perceber os elevados valores de concentração de ambos os nutrientes, devido à condição de hipertrofia a que se submetem proposadamente os tanques de produção planctônica. O acompanhamento das diferentes con-

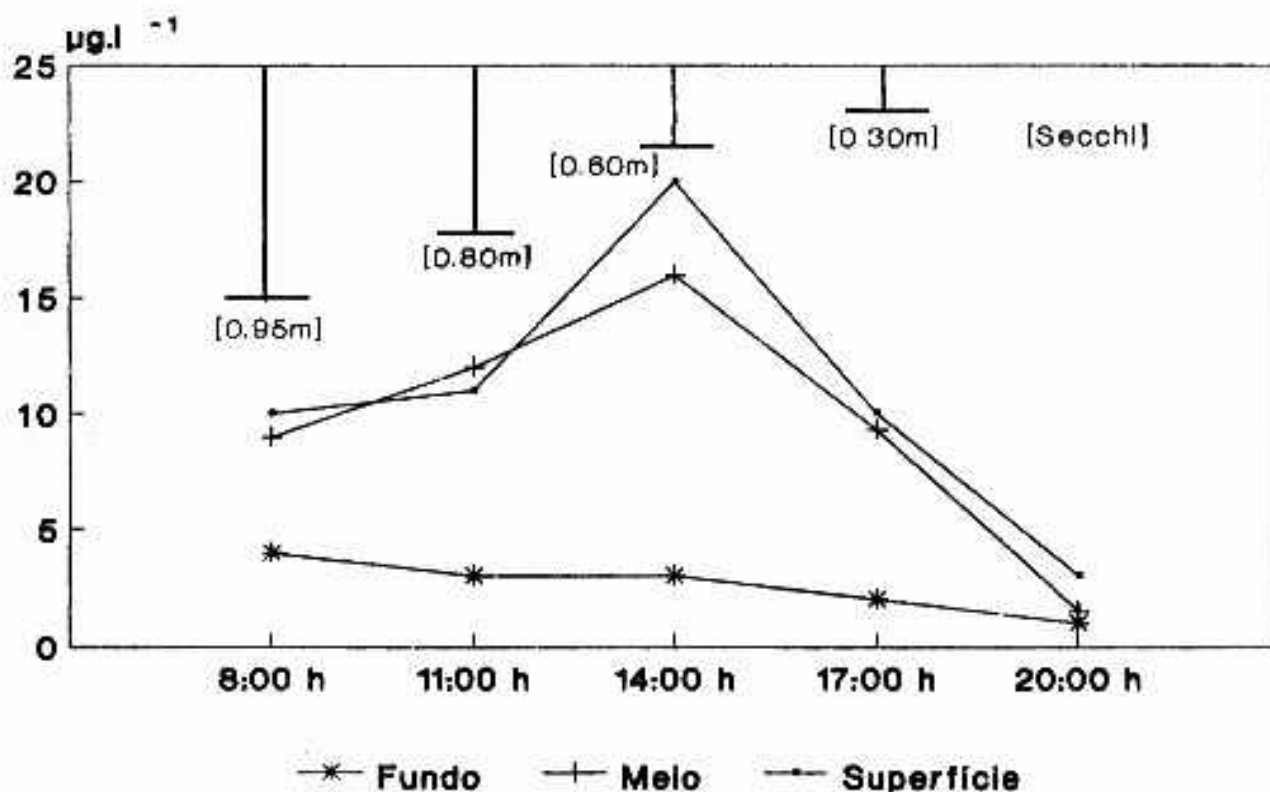


Figura 3. Variação da Clorofila-a e da Transparência no tanque de plâncton das 8:00 às 20:00 horas.

Tabela IV. Fósforo Total e Nitrogênio Orgânico Total no Tanque de Plâncton da EHPF

Nutrientes	Horários				
	8:00h	11:00h	14:00h	17:00h	20:00h
Fósforo Total ($\mu\text{g. l}^{-1}$)					
Superfície	492	467	585	545	432
Meio	487	513	565	538	542
Fundo	487	541	536	506	485
Nitrogênio Orgânico Total ($\mu\text{g. l}^{-1}$)					
Superfície	1,3	1,6	1,7	0,9	0,9
Meio	1,1	0,8	1,3	0,4	0,9
Fundo	1,5	0,9	0,8	1,2	1,3

centrações apresentadas estão diretamente correlacionados aos processos bioquímicos que ocorrem no tanque. Desta forma, o fósforo total correspondeu, em sua maior parte, ao fósforo particulado constituinte das algas planctônicas existentes no meio. Nota-se claramente o aumento gradativo ao longo do dia relacionado aos processos de produtividade fotossintética, pois a maior concentração de fósforo ($585 \mu\text{g. l}^{-1}$) foi no horário das 14:00 horas, correspondente ao pico da clorofila-a (Figura 3). Os valores de fósforo total observados na superfície e na profundidade intermediária correspondem diretamente à biomassa planctônica presente na coluna d'água; já os valores observados no fundo do tanque, são provenientes da mineralização da matéria orgânica produzida nas camadas superiores, visto que no fundo do tanque a ação trofólitica é a predominante. A menor concentração de fósforo foi detectada às 20:00 horas na superfície do tanque com valor de $432 \mu\text{g. l}^{-1}$. Em geral, os valores obtidos para o fósforo foram bastante elevados quando comparados a outros viveiros (Oliveira *et al.*, 1992; Sipaúba-Tavares & Moreno, 1994).

O nitrogênio orgânico total, similarmente ao fósforo, acompanhou o aumento da biomassa fitoplanctônica ao longo do dia, apresentando valores mais elevados na superfície do que no fundo. A maior concentração de nitrogênio orgânico observada, foi no horário das 14:00 horas com $1,7 \text{ mg. l}^{-1}$ e a menor, na profundidade intermediária às 17:00 horas com $0,4 \text{ mg. l}^{-1}$. As concentrações de nitrogênio da superfície ao fundo do tanque acompanharam os processos de estratificação da coluna d'água. Todavia, as concentrações deste nutriente ao longo do dia seguiram nitidamente os processos de produtividade primária fitoplanctônica como também verificado por Hino, (*op.cit.*).

CONCLUSÕES

Verificou-se, através do presente estudo, que independentemente de fatores externos, tais como o vento por exemplo, os tanques sofrem processos ao longo do dia de estratificação/circulação. Processos estes, derivados de correntes convectivas determinadas pelo rápido resfriamento da atmosfera no início da noite, nesta época do ano.

A oscilação das concentrações de nitrogênio orgânico total e fósforo total, ocorreu simultaneamente ao incremento da biomassa algal, estimada pelos valores elevados de clorofila a, observando as maiores concentrações de nutrientes, também, às 14:00 h.

Estas observações, associadas ao monitoramento das variáveis físico-químicas e ao correto manejo de adubação periódico dos tanques, capacitarão a manutenção de estoques zooplânctônicos para alimentação de larvas e alevinos de *H. lacerdae*, no início da safra anual de peixes produzidos pela EHPE.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas pelas facilidades na execução do experimento à Química Maria das Neves Lima e ao Técnico Marcos Antônio Evangelista pela análise química dos nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gaarder, T & Gran, H.H. (1927). Investigations of the production of plankton in the Oslo Fjord. *Rapp. et Proc.-Verb., Cons. Internat. Explor. Mer.* 42:1-48.
- Hino, K. (1985). Mixing patterns and productivity of phytoplankton in small artificial pond. *Ciência & Cult.* 37(8):1331-40.
- Lazzaro, X. & Ribeiro, D. M. (1984). Comportamento alimentar, seletividade e taxa de alimentação de larvas de *Hoplias lacerdae* (Erythrinidae, trairão) In: *Colêanea de resumos dos encontros da Associação Mineira de Aquicultura, 1982-1988* - 59-60 pp.- CODEVASF - Brasília, 1988.
- Lorezen, C.J.(1967). Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanogr.* 12:343-346.
- Marckereth, F.J.H.; Heron, J. & Talling, J.F. (1978). Water Analysis: some revised methods for limnologists. 1. ed. Kendal, *F.B.A. Scientific Publications n° 36*, Titus Wilson.
- Oliveira, D.B.S. de; Sipaúba-Tavares, L.H. & Durigan, J.G., (1992) Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte II: Variação semanal de fatores físicos, químicos e biológicos. *Acta Limnológica Brasiliensis IV*: 123-137.
- Parsons, T.R. & Strickland, J.D.H.(1963). Discussion of spectrophotometric determinations of marine-plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophyll and carotenoids. *Journal Mar. Res.* 21: 155-163.
- Pomeroy, R. & Kirchman, H.D. (1945). Determination of dissolve oxygen proposed modification of the Winkler. *Method. Indust. Eng. Chem. (Anal)*, 17: 715-716.
- Sá-Júnior, W.P. (1994) Production of planktonic biomass for feed of alevines at the furnas hydrobiology and hatchery station. From: *Ecology and Human Impact on Lakes and Reservoirs in Minas Gerais*, with special reference to future development and management strategies. Ed's. Pinto-Coelho, R.M.; A. Giani & E. Von Sperling - SEGRAC - Belo Horizonte, 133-139pp.
- Sipaúba-Tavares, L.H.(1992) Limnologia e a piscicultura. *Ciência Zootécnica* 7(1): 15-17.
- Sipaúba-Tavares, L.H. & Moreno, S.Q., (1994). Variação dos parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura nos períodos de seca e chuva. *Revista Unimar* 16(4): 229-242.
- Sipaúba-Tavares, L.H. & Yoshida, C.E. (1992) Variação limnológica em tanques de larvicultura. *Ciência Zootécnica* 7(1): 4-6.