

Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), São Paulo, Brasil

Cleide Schmidt Romeiro Mainardes-Pinto^{1*} e Cacilda Thais Janson Mercante²

¹Instituto de Pesca, Núcleo de Aquicultura de Pindamonhangaba, Polo Regional do Vale do Paraíba, São Paulo, Brasil.

²Instituto de Pesca, Av. Francisco Matarazzo, 455, 05001-300, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: ippinda@icinet.com.br

RESUMO. Ocorrência de floração de euglenas (*Euglenophyceae pigmentada*) em viveiro povoado com tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* Linnaeus (Cichlidae) foi estudada no Núcleo de Aquicultura de Pindamonhangaba, localizado a 22°55'S, 45°27'W, no Estado de São Paulo, Brasil. Durante um mês (Fevereiro de 2001), a cada três dias variáveis da água foram monitoradas. Destas, a amônia, os pigmentos totais, a transparência da água, o fósforo e o oxigênio dissolvido tiveram seus valores fora do recomendado. Os resultados levaram a supor que a entrada de nitrogênio e de fósforo advinda da fertilização inorgânica por superfósforo e sulfato de amônio e do arraçoamento ocasionaram a floração algal. A mortalidade de peixes provavelmente relacionou-se às baixas concentrações de oxigênio e aos níveis de amônia. Os valores baixos de oxigênio poderiam relacionar-se diretamente ao excesso de algas ou à própria decomposição da matéria orgânica advinda do arraçoamento e das células algais em senescência.

Palavras-chave: Tilápia do Nilo, viveiro, limnologia, floração, Euglenophyceae.

ABSTRACT. Limnologic variables evaluation and its relation to a pigmented Euglenaceae bloom in Nile Tilapia pond (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), São Paulo, Brazil. The occurrence of algal bloom in a fish pond with Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Linnaeus (Cichlidae) was recorded at the Experimental Fish Culture Station in Pindamonhangaba, located at 22°55'S, 45°27'W, in the State of São Paulo, Brazil. During one month (February 2001) at every three days of study the water quality was performed. From results, it was observed that the ammonia, total pigments, water transparency, phosphate and dissolved oxygen showed values out of the recommended limit. The algal bloom was associated to the loads phosphate and nitrogen and the fish mortality to the low oxygen and toxic ammonia. The low oxygen values were associated to the bloom and the organic material in decomposition.

Key words: Nile Tilapia, fish ponds, limnology, bloom, Euglenophyceae.

Introdução

O enriquecimento de nutrientes, principalmente de nitrogênio e de fósforo, em tanques de piscicultura é bastante comum, devido principalmente à entrada de compostos que contêm tais elementos. Entretanto, o uso inadequado desses nutrientes associado a uma série de outros fatores bióticos e abióticos pode ocasionar prejuízos tanto ambientais quanto financeiros.

Segundo Paerl e Tucker (1995), devido a um manejo inadequado dos fertilizantes químicos, a entrada excessiva de amônia e de nitrato pode acarretar um crescimento descontrolado do fitoplâncton que assimila esses elementos e provoca as florações de algas

ocasionando sérios problemas à qualidade da água. Os referidos autores citam que um melhor entendimento das interações entre as algas e as variáveis físicas e químicas dos ambientes irá fornecer informações relevantes aos estudos referentes ao controle das florações em tanques de cultivo.

Seymour (1980) estudou os efeitos e o controle de florações algais em tanques de carpa no Sul da França, sugerindo que florações de algas fixadoras de nitrogênio podem ser controladas através da manipulação desse nutriente. Spencer e King (1989) observaram a interação da luz, do gás carbônico e do íon amônio na regulação de florações de *Anabaena flos-aquae*.

Segundo Boyd (1992), os fertilizantes utilizados em tanques de cultivo geralmente contêm nitrogênio na forma de amônio e de nitrato. A acumulação dessas formas inorgânicas é um dos principais obstáculos para o desenvolvimento intensivo de peixes (Kochba *et al.*, 1994). Sipaúba-Tavares (1994) ressalta que a amônia é altamente tóxica para organismos aquáticos e pode causar severas mortalidades em viveiros. As principais fontes desse elemento nesses locais são os fertilizantes, os excrementos e a decomposição microbiana dos compostos nitrogenados. Ainda este autor descreve que os principais efeitos da amônia nos peixes são a elevação do pH do sangue; prejuízo na permeabilidade do peixe reduzindo a concentração interna de íons; aumento do consumo de oxigênio nos tecidos, afetando as brânquias e reduzindo a habilidade do sangue em transportar oxigênio; mudanças histológicas principalmente nos rins e baço; aumento da suscetibilidade do peixe a doenças.

No Brasil, poucos são os relatos de florações de algas relacionadas à mortalidade de peixes em viveiros de piscicultura. Xavier *et al.* (1991) relatou a ocorrência de floração de *Euglena sanguinea* Ehrenberg em tanque adubado (excrementos de ave e de porco, além de fertilizante químico) contendo tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), em Pindamonhangaba, Estado de São Paulo e atribuíram tal fato às condições físicas e químicas da água como as baixas concentrações de oxigênio e os elevados valores de amônia.

Eler *et al.* (2001) realizaram estudos com a finalidade de relatar a causa da mortalidade de peixes em pesque-pague (Descalvado, São Paulo, Brasil). Os autores associaram a mortalidade de matrinxã e de pacu ao florescimento de *Anabaena spiroides* Kleb. 1985 e *Microcystis aeruginosa* (Kutzing) Kutzing 1846 ambas espécies pertencentes à classe Cyanophyceae.

O presente trabalho objetivou relatar a ocorrência de floração da alga *Euglena* sp (Euglenaceae pigmentada) após fertilização química com nitrogênio e fósforo (sulfato de amônio e superfosfato simples) em um viveiro de crescimento e engorda de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, Linnaeus (Cichlidae), e discutir suas relações com os fatores bióticos e abióticos levantados no período.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado nas dependências do Núcleo de Aquicultura de Pindamonhangaba (São Paulo), localizado a 22°55'S, 45°27'W, no Estado de São Paulo, Brasil, em um viveiro de 2.400m² (80x30x1,50m) povoado com 4.800 exemplares machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em outubro de 2000. Antes do povoamento, o viveiro recebeu calagem na proporção de 100g/m² e uma fertilização de 8,640kg de superfosfato simples e 6,760kg

de sulfato de amônia. Esses peixes com comprimento total e peso médio de 14cm e 43g, respectivamente, recebiam ração extrusada com 28% PB, na proporção de 3% da biomassa/dia. Mensalmente os exemplares amostrados foram pesados, procurando-se ajustar, através da biomassa do viveiro, a quantidade diária de ração.

Em fevereiro de 2001, foi observada uma "nata" luminescente de coloração marrom na superfície da água do viveiro característica de floração algal. Diante desse fato, suspendeu-se temporariamente o arraçoamento aumentando-se a vazão de 90 para 120L/min. Entretanto não foi observada *in situ* uma diminuição da coloração marrom na superfície da água do viveiro.

Ao mesmo tempo, foi realizado um arrasto horizontal na sub-superfície da coluna da água do viveiro com uma rede de plâncton de 20µm de malha com a finalidade de se realizar uma análise taxonômica da referida floração. A água coletada foi transferida para frasco *snap cap* de 100mL mantendo-se a amostra viva para posterior análise ao microscópio óptico comum.

Durante o período de visualização da mancha marrom, foram realizadas coletas na sub-superfície da água a cada 3 dias, num total de 7 coletas, a saber: 29/02; 08/03; 16/03; 20/03; 23/03; 27/03 e 30/03/2001 às 8h30min. Nesse período foram monitorados em campo as seguintes variáveis: pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água da sub-superfície dos viveiros através de aparelho multi-sonda Horiba U-10.

Em laboratório foram feitas as análises de dureza total (mg/L) e de alcalinidade total (mg/L) baseadas nos métodos descritos em Apha (1998), a medida de concentração do nitrogênio amoniacal total (mg/L) seguindo-se o método de Nessler (Apha, 1979); do nitrito (mg/L) e nitrato (mg/L) pelo método de Griess (Giné *et al.*, 1980). Os sólidos totais em suspensão (mg/L) foram determinados através do método descrito em Apha (1998). A concentração do fósforo solúvel reativo (mg/L) foi feita pelo método descrito em Strickland e Parsons (1960). A estimativa da biomassa fitoplanctônica foi feita através das medidas de pigmentos totais (mg/L) pela extração com acetona 90% (Wetzel e Likens, 1991).

Com a finalidade de se verificar as relações causa-efeito entre a entrada de fósforo e de nitrogênio e a ocorrência da floração, calculou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson gerado através da construção de um gráfico de dispersão.

Resultados e discussão

A análise das amostras de rede efetuada ao longo da *nata luminescente* de cor amarronzada evidenciou se tratar de indivíduos do gênero *Euglena*, pertencentes à classe Euglenophyceae. O número elevado de indivíduos por

lâmina, assim como a cor amarronzada da água evidenciou se tratar de uma floração desse grupo de algas. A ocorrência da floração também pode ser corroborada pelos elevados valores obtidos de pigmentos totais constantemente acima de 0,10mg/L durante o período de estudo. Valores semelhantes foram observados no estudo sobre floração de *Euglena sanguinea* (Xavier *et al.*, 1991).

Eler *et al.* (2001) realizaram estudos com a finalidade de relatar a causa da mortandade de peixes em pesque-pague (Descalvado, São Paulo, Brasil), sendo que os autores obtiveram valores de clorofila **a** de 1,5mg/L relacionando a morte de peixes à ocorrência de uma floração de cianobactérias.

A Tabela 1 mostra as variáveis físicas e químicas e de pigmentos totais obtidos através da coleta de água do viveiro amostrado e a Tabela 2, os valores de referência baseados nas recomendações do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) 020/86 para classe 2.

Na Tabela 1 podem ser observados os valores de pH que variaram entre 5,3 (23/03/01) e 6,6 (16/03/01), indicando relativa acidez do ambiente. Esses valores são toleráveis para tilápias, embora segundo a tabela 2, de referência, o pH entre 6,5 e 8,0 são mais indicados. Os principais fatores que podem causar alterações no pH são a respiração, a fotossíntese, a adubação, a calagem e as fontes poluidoras (Sipaúba-Tavares, 1994).

A alcalinidade total variou entre 18,7 e 20,8mg/L de CaCO₃ em viveiros de piscicultura são desejáveis valores acima de 20,0mg/L, as mais altas produções não resultam diretamente de altas concentrações de alcalinidade, mas de elevados níveis de fósforo e de outros elementos essenciais cuja disponibilidade é diretamente proporcional ao teor de alcalinidade (Sipaúba-Tavares, 1994). Segundo Kubitza (1999), os íons bicarbonato e carbonato são os mais abundantes e os responsáveis por praticamente toda a alcalinidade nas águas dos sistemas aquaculturais.

A dureza total resultou em maior amplitude de variação 7,9 e 15,8mg/L de CaCO₃ sendo que

algumas espécies utilizadas em cultivo possuem um requerimento específico para cálcio. Os resultados mostraram valores abaixo do recomendado indicando a necessidade de calagem o que poderia evitar oscilações de pH durante o dia.

As medidas de sólidos totais em suspensão (STS) apresentaram valores entre 26,0 (23/03/01) e 63,3mg/L em 08/03/01. Essa variável relaciona-se com a penetração de luz na água podendo, quando em altos níveis, prejudicar o processo de fotossíntese diminuindo a produtividade dos organismos aquáticos que poderiam servir como alimento para peixes (Cetesb, 1992). Os resultados não indicaram valores muito elevados não se relacionando diretamente a uma diminuição da produtividade.

A condutividade elétrica manteve-se abaixo de 59µS/cm (13/03/01), valores que não indicam elevado nível de materiais em decomposição. Segundo Esteves (1998), essa variável pode fornecer informações importantes sobre o metabolismo do ecossistema ajudando a detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos.

As concentrações de oxigênio dissolvido estiveram constantemente abaixo de 3,40mg/L, valores inferiores ao recomendado pela Resolução Conama 20/86. O oxigênio dissolvido vem a ser umas das variáveis mais importantes nos sistemas aquaculturais, relacionando-se diretamente ao manejo da qualidade da água (Culberston e Piedrahita, 2000).

A temperatura da água pouco variou durante o período de estudo, registrando-se valores acima de 23°C com máximo de 28,8°C em 29/02/01.

A profundidade do disco de Secchi apresentou pequena variação de 0,25m a 0,30m sendo recomendado em literatura valores acima de 0,40m. Os valores obtidos indicam claramente uma atenuação da luz em função da presença excessiva do fitoplâncton, corroborado pelos elevados valores de biomassa fitoplanctônica obtidos neste estudo (valores médios de 0,10mg/L de pigmentos totais).

Tabela 1. Variáveis quantificadas em viveiro povoado com tilápia do Nilo (29/02 a 23/03/2001), Núcleo de Aquicultura de Pindamonhangaba, Estado de São Paulo.

Data/variáveis	pH	STS	cond.	OD	T	DS	ALC	DT	NAT	N-NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻	FSR	Pig.total
unidades		mg/l	µS/cm	mg/L	°C	m	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
29/02/01	5,4	44,5	44,0	3,37	28,8	0,30	20,8	15,8	0,50	0,01	0,10	0,03	0,17
08/03/01	6,2	63,3	36,0	2,10	25,5	0,25	18,7	15,8	0,50	0,10	0,07	0,06	0,10
13/03/01	6,5	46,0	59,0	3,00	23,5	0,30	18,7	7,9	0,10	0,01	0,06	0,10	0,26
16/03/01	6,6	29,3	54,0	3,40	23,0	0,30	18,7	9,9	0,80	0,06	0,05	0,03	0,10
20/03/01	6,5	36,0	49,0	1,10	26,0	0,30	18,7	7,9	1,60	0,05	0,08	0,05	0,10
23/03/01	5,3	26,0	47,0	1,00	26,5	0,25	20,8	11,9	0,90	0,07	0,08	0,03	0,10

Onde: STS = sólidos totais em suspensão; cond. = condutividade elétrica da água; T = temperatura da água; DS = leitura da profundidade do disco de Secchi; ALC = alcalinidade total; DT = dureza total; NAT = nitrogênio amoniacal total; N-NO₂⁻ = nitrito; N-NO₃⁻ = nitrato; FSR = fósforo solúvel reativo; Pig. Total = pigmentos totais.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade da água baseados nas recomendações do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) 020/86 de acordo com a classe 2 que classifica águas destinadas à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de organismos aquáticos ao consumo humano. Valores não contemplados pela resolução estão indicados com numeração a qual refere-se a literatura específica sobre o assunto.

Parâmetros	valor de referência
transparência da água (m)	0,40-0,60 ⁽¹⁾
temperatura da água (°C)	28-32 ⁽²⁾
PH	6,5-8,0
oxigênio dissolvido (mg/L)	>5,0
turbidez (NTU)	≤100
condutividade elétrica (µS/cm)	23-71 ⁽³⁾
dureza total (mgCaCO ₃)	>20 ⁽⁴⁾
Alcalinidade total (mgCaCO ₃ /L)	>20 ⁽⁵⁾
fósforo total (mg/L)	≤ 0,025
amônia não ionizada (mg/L de NH ₃)	≤ 0,020
nitrogênio amoniacal total (mg/L de N)	≤ 1,0
ión nitrato (mg/L)	≤ 10,0
ión nitrito (mg/L)	≤ 1,0
ferro solúvel (mg/L)	≤ 0,3
cálcio (mg/L)	4 a 160 ⁽⁶⁾
clorofila <i>a</i> (mg/L)	≤0,025 ⁽⁷⁾

(1)Kubitz (1999)

(2)Kubitz (1999) cita para os peixes de espécies tropicais.

(3)Sipaúba- Tavares (1994) cita valores entre 23 a 71 µS/cm.

(4)Sipaúba-Tavares (1994).

(5)Sipaúba-Tavares (1994) e recomenda como ótimo valores entre 200 a 300 mg/L.

(6)Segundo Meade (1989), citado por Lawson (1995), mencionado em Lopes (2000).

(7) Segundo os critérios da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD) de 1982 valores acima de 0,025 mg/L indicam ambientes hipereutróficos.

Em relação aos compostos nitrogenados, foi verificado que a concentração de nitrogênio amoniacal variou de 0,50mg/L (29/02/01) a 1,60mg/L em 20/03/01. Quando se discute a toxidez da amônia, deve-se diferenciar claramente com qual das formas está se tratando. A denominação para nitrogênio amoniacal total contempla tanto a amônia na forma não-ionizada (NH₃) como o amônio (forma ionizada: NH₄⁺). Estas formas predominam em função dos valores de pH como relatou Carmouze (1994). Segundo o referido autor, a forma não-ionizada prevalece em pH > 10 e a forma ionizada em pH < 8,5. No presente estudo, pode-se afirmar que a forma predominante foi do amônio devido aos baixos valores obtidos de pH. Ressalte-se que ambas as formas são tóxicas em níveis elevados. Segundo a Resolução Conama 20/86, o limite máximo para amônia é de até 0,020mg/L e para o nitrogênio amoniacal total de até 1,0mg/L (Tabela 2). Isto quer dizer que com relação ao nitrogênio amoniacal total, os peixes estiveram constantemente expostos a níveis letais durante o período de estudo (Tabela 1).

Quanto às concentrações de nitrito e de nitrato, foram obtidos valores de 0,01 a 0,10mg/L e de nitrato de 0,05 a 0,10mg/L (Tabela 1). Sipaúba-Tavares (1994), recomenda que para o nitrito essa tolerância encontra-se com valores até 0,5mg/L. Como apresentado por Sipaúba-Tavares (1994), em

água doce e em função da espécie, concentrações de nitrito acima de 0,7mg/L podem causar massiva mortalidade de peixes. Exposição contínua em níveis sub letais de nitrito (0,30 a 0,50mg/L) pode causar redução no crescimento e na resistência dos peixes às doenças (Kubitz *et al.*, 1996). Pela Resolução Conama 20/86, não se recomenda a exposição a nitrito acima de 1,0mg/L (Tabela 2). Portanto, os níveis de nitrito obtidos para o presente estudo muito provavelmente não afetaram a sobrevivência das tilápias. Quanto às concentrações de nitrato, os valores obtidos estiveram constantemente abaixo do recomendado pelo Conama (Tabela 2).

O fósforo biologicamente assimilável (fósforo solúvel reativo) variou de 0,03mg/L a 0,10mg/L em 13/03/01 (Tabela 1). Tais valores indicam condições favoráveis ao crescimento do plâncton. Em pesque-pague os valores médios de fósforo encontraram-se na faixa de 0,10mg/L o que caracterizou ambientes eutróficos.

A maior medida de pigmentos totais foi obtida em 13/03/01 (0,30mg/L) e a menor em 23/03/01 de 0,10mg/L (Tabela 1). Os valores obtidos neste estudo aproximaram-se do obtido por Tucci-Moura (1996) para o lago das Garças, Estado de São Paulo, classificado como ambiente eutrófico. Também assemelharam-se aos dados levantados por Xavier *et al.* (1991) os quais relataram a ocorrência de floração de euglenas em viveiros e obtiveram valores entre 0,10 a 0,20mg/L. Como mencionado anteriormente, para pesque-pague os valores de clorofila a aproximaram-se dos obtidos neste estudo onde tais ambientes foram caracterizados como eutróficos a hiper-eutróficos, obtendo-se ainda elevados valores de fósforo total, em média 0,020mg/L (Fapesp, 2002). Comparando-se tais resultados, Lopes (2000) obteve valores abaixo de 0,002mg/L de clorofila a no lago do IAG e baixos valores de fósforo (<0,003mg/L) caracterizando um ambiente oligotrófico.

A estimativa da biomassa fitoplanctônica representada pela medida de pigmentos totais mostrou que essa comunidade teve seu metabolismo associado com a concentração de nutrientes na água, o que pode ser evidenciado nas Figuras 1 e 2. Pode-se observar, através das referidas figuras, uma relação entre o aporte de nitrogênio e de fósforo no sistema e a ocorrência da floração de algas, sendo o pico máximo verificado no dia 13/03/01 onde as euglenas têm disponíveis esses elementos. No final da floração, foi observada uma significativa diminuição do fósforo na coluna d'água. Correlação linear positiva de R² = + 0,53 foi verificada entre as concentrações de fósforo solúvel reativo e pigmentos

totais, indicando que a entrada de fósforo promoveu o aumento da biomassa fitoplanctônica (relações causa-efeito). Entretanto, quanto ao nitrogênio amoniacal total, foi verificada uma associação inversa de $R^2 = -0,49$ concluindo-se que muito provavelmente o nitrogênio estaria sendo assimilado pelo fitoplâncton, promovendo o aumento dessa comunidade.

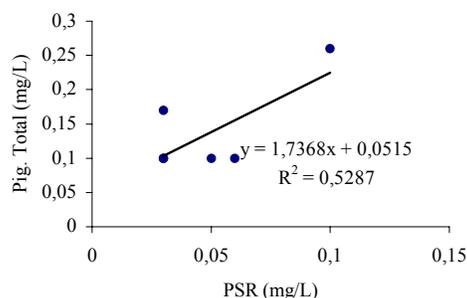


Figura 1. Diagrama de dispersão evidenciando relação causa-efeito através da correlação entre as concentrações de fósforo solúvel reativo e pigmentos totais quantificados em viveiro povoado de tilápia do Nilo (29/02 a 23/03/2002).

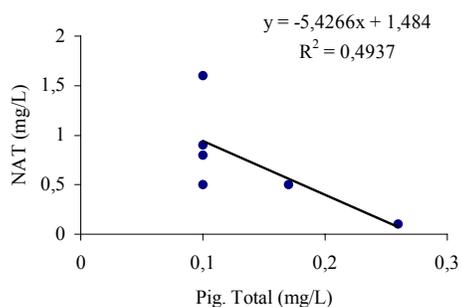


Figura 2. Diagrama de dispersão evidenciando relação causa-efeito através da correlação entre as concentrações de nitrogênio amoniacal total e pigmentos totais quantificados em viveiro povoado de tilápia do Nilo (29/02 a 23/03/2002).

No trabalho desenvolvido por Xavier *et al.* (1991), foram realizados diversos tratamentos em diferentes tanques situados em Pindamonhangaba, Estado de São Paulo, na mesma área do presente estudo. Para cada tratamento foram adicionados adubos de origem orgânica como de porco e de ave, bem como fertilizantes inorgânicos (superfosfato e sulfato de amônio). Em um dos tratamentos foi detectada uma floração de *Euglena sanguinea* Ehrenb. (classe Euglenophyceae). Os autores associaram a ocorrência da floração aos valores de fósforo e de nitrogênio, discutindo que a principal fonte de nitrogênio foi advinda do adubo de aves em função

do ácido úrico. Xavier (1985) já havia relatado que densas populações de Euglenophyceae ocorrem quando é verificada a presença de aves em tanques de piscicultura. De acordo com Xavier *et al.* (1991), outros autores já fizeram referência sobre as Euglenophyceae as quais preferem ambientes com elevados teores de amônia.

No presente estudo a mesma associação pode ser feita, muito embora, para este trabalho além do arraçoamento, somente foram adicionados ao viveiro fertilizantes inorgânicos à base de superfosfato e sulfato de amônio. Portanto, pode-se supor que mesmo sem o procedimento de adubação orgânica com a finalidade de promover o aumento da produção a entrada de amônio advinda da fertilização inorgânica foi suficiente para ocasionar a ocorrência da floração de Euglenophyceae. Após a despesca total do viveiro, foi constatada uma mortalidade de 60% dos exemplares de tilápia. Este fato pode relacionar-se à floração de maneira direta devido à formação de mucilagem pelas algas que poderiam aderir às brânquias dos peixes causando morte por asfixia, conforme mencionado por Xavier *et al.* (1991) ou de maneira indireta promovendo a diminuição do oxigênio da água através da respiração do fitoplâncton no período noturno. Outro fator a considerar é que a queda de oxigênio também poderia relacionar-se à matéria orgânica em decomposição advinda do excesso de arraçoamento e dos processos de senescência e de morte ("die-offs"), após atingida uma biomassa crítica de fitoplâncton. Segundo Kubitza (1998), os resíduos gerados pela matéria orgânica são reciclados através de processos biológicos às custas do consumo de oxigênio e simultânea geração de diversos metabólitos tóxicos aos peixes, como a amônia, o nitrito e o gás carbônico.

Referências

- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 14. ed., Washington, DC, p. 412-415, 1979.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20. ed., Washington, DC, 1998. 1085 p
- BOYD, C. *Water quality management for ponds fish culture in developments in aquaculture and fisheries science*. 9. ed. New York, Elsevier, 1992.
- CARMOUZE, J.P. *O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas*. São Paulo: Edgard Blücher, Fapesp, 1994.

- CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). *Qualidade da água na criação de organismos aquáticos*. São Paulo: Cetesb - série didática. 1992.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 020, de 18 de junho de 1986. *Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional*. 2002. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/020-86.htm>>. Acesso em: 12 março 2002.
- CULBERSON, S.D.; PIEDRAHITA, R.H. Aquaculture pond ecosystem model: temperature and dissolved oxygen prediction – mechanism and application. *Ecol. Model.*, Amsterdam, v. 89, p. 231-258, 1996.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- ELER, M.N. *et al.* Mortandade de peixes (matrinxã, *Brycon cephalus*, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, .v. 14, p. 35-45, 2001.
- GINÉ, H. *et al.* Simultaneous determination of nitrate and nitrite by flow injection analysis. *Anal. Chim. Acta*, Amsterdam, v. 114, p. 191-197, 1980.
- KOCHBA, M. *et al.* Modeling of nitrogen transformation in intensively aerated fish ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 120, p. 95-104, 1994.
- KUBTIZA, F. *Qualidade da água na produção de peixes*. 3. ed. Jundiaí: CIP - USP. 1999.
- LOPES, R.B. *Caracterização dos lagos de pesca esportiva frente à qualidade de água e ao manejo empregado*. 2000. Tese (Mestrado). – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2000.
- PAERL, H.W.; TUCKER, C.S. Ecology of blue green algae in aquaculture ponds. *J. Aquac. Soci.*, v. 26, n. 2, 1995.
- SEYMOUR, E.A. The effects and control of algal blooms in fish ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 19, p. 55- 74, 1980.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.E. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal, Funep, 1994.
- SPENCER, C.N.; KING, D. Role of light, carbon dioxide and nitrogen in regulation of buoyancy, growth and bloom formation of *Anabaena flos-aquae*. *J. Plankton Res.*, Oxford, v. 11, n. 2, p. 283-296, 1989.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. *A manual of sea water analysis*. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, v. 125, p. 1-185, 1960.
- TUCCI-MOURA, A.T.N. *Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica numa lagoa eutrófica, São Paulo, SP, Brasil, a curtos intervalos de tempo: comparação entre épocas de chuva e seca*. 1996. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.
- WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. *Limnological analyses*. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1991.
- XAVIER, M.B. *et al.* *Euglena sanguinea* Ehrenberg Bloom in a fish-breeding tank (Pindamonhangaba, São Paulo, Brazil). *Algol. Stud.*, Stuttgart, v. 62, p. 133-142, 1991.
- XAVIER, M.B. *et al.* *Limnologia de reservatórios do Estado de São Paulo, Brasil. VII. Fitoplâncton*. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, v. 12, n. 1, p. 145-186, 1985.

Received on October 25, 2002.

Accepted on August 24, 2003.