



Avaliação limnológica na criação de tilápias em tanques-rede no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo

Limnological evaluation of tilapia net cage rearing in Vale do Ribeira, São Paulo State

Antônio Fernando LEONARDO ^{1*}, Camila Fernandes CÔRREA ¹ & Ana Eliza BACCARIN ²

¹Pólo Regional do Vale do Ribeira, APTA /SAA/SP

²Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo/SMA/SP

*Email: afleonardo@apta.sp.gov.br

Recebido em 20 de setembro de 2013

Resumo - O presente trabalho teve como objetivo verificar a dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas nas quatro estações do ano, em ambiente de criação de tilápias em tanques rede em represa rural no Vale do Ribeira-SP. Os parâmetros avaliados foram oxigênio dissolvido, temperatura da água, potencial hidrogeniônico, transparência da água, condutividade elétrica, alcalinidade total, amônia, nitrato e nitrito, ortofosfato e fósforo total dissolvido e material em suspensão. Durante as quatro estações do ano verificou-se que ocorreram variações nictimerais em todos os parâmetros. Também houve diferenças no perfil vertical da água, principalmente a 300 cm de profundidade quando comparada com a superfície, 70 cm e 150 cm de profundidade. Entretanto as oscilações não ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação Conama 357/05 para criação de peixes em águas classe II.

Palavras-Chave: limnologia, tilapicultura, qualidade da água.

Abstract - The present work aimed to evaluate daily and vertical changes in limnological features during the four seasons of the year in tilapia net cage rearing in a rural reservoir in Vale do Ribeira-SP. Evaluated parameters were dissolved oxygen, water temperature, hydrogenionic potential, water transparency, electrical conductivity, total alkalinity, ammonia, nitrate, nitrite, orthophosphate, total dissolved phosphorus and suspension material. During the four seasons of the year daily changes occurred for all parameters. There were also differences in the water column, especially at the depth of 300 cm when compared to the surface water and to the depth of 70 cm and 150 cm. However, oscillations did not exceed limits established by the CONAMA 357/05 legislation for fish rearing in class II waters.

Keywords: limnology, tilapia culture, water quality.

Trabalho financiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos - Fehidro/SP



Introdução

Compreender as variáveis limnológicas nos permite reconhecer alterações e efeitos sobre as comunidades naturais, possibilitando o gerenciamento sustentável da represa rural (Santos, Freitas, Dias Filho & Guerra, 2008). Faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água no local de instalação da criação de peixes em tanques rede, já que tanto o ambiente pode interferir no desempenho dos peixes de criação, quanto o sistema instalado pode influenciar a dinâmica do ecossistema em que está inserido. Não é possível pensar no sistema de criação e no ambiente de forma separada ou como algo estático e pontual.

A CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica e Extensão Rural da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo) em seu Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA) publicou os resultados referentes aos anos de 2007 e 2008. O LUPA indica que na região do Vale do Ribeira região sul do Estado de São Paulo, existam por volta de 1000 represas rurais. Segundo (Ostrensky & Boeger, 2008) somente 1% dos corpos d'água provenientes de barramento, lagos, lagoas, açudes, depósitos de águas pluviais e remansos de rios são liberados para produção de pescado.

Segundo (Diemer et al., 2010) este sistema de produção de peixes em tanques-rede em represa rural trata de uma alternativa de investimento de menor custo e maior rapidez de implantação, sendo apontado como um agronegócio capaz de melhorar as condições sociais e econômicas de uma região. Contudo, o desenvolvimento desse tipo de atividade produtiva apresenta riscos, por deteriorar a qualidade da água, quando não realizada de forma sustentável. Disso resultam prejuízos financeiros afetando o crescimento, a reprodução, a saúde e a sobrevivência dos peixes.

Os piscicultores realizam monitoramentos semanais, quinzenais e mensais em suas propriedades, mas deixam de lado o monitoramento de vinte quatro horas pelo menos uma vez por ciclo para conhecer as variações que ocorrem nas diferentes estações e a cada ano. Este monitoramento é de grande importância para diagnóstico de problemas futuros nos viveiros e nas represas, pois as variações em vinte quatro horas podem ser maiores do que as que ocorrem durante todo ciclo de produção.

O nictimeral é de fundamental importância para conhecermos mais sobre o ecossistema que estamos trabalhando, e desta forma obter o conhecimento necessário, para o desenvolvimento de uma aqüicultura sustentável economicamente e ecologicamente viável.

O presente trabalho teve como objetivo verificar as dinâmicas nictimeral e vertical das características limnológicas nas quatro estações do ano em ambiente de criação de tilápias em tanques rede em represa rural no Vale do Ribeira-SP.



Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido em Pariqueira-Açú (latitude 24° 43' 14'' S e longitude 47° 52' 43'' O), no setor de Piscicultura do Pólo Regional do Vale do Ribeira – APTA/SAA, durante a primavera de 2009, verão, outono e inverno de 2010. Foram realizadas quatro amostragens nictimerais na área de instalação de tanques rede em uma represa rural de 2,7 hectares de lâmina de água e profundidade média de 5 m. Na área foram instalados ao todo 20 tanques rede de 4 m³, dispostos em uma linha transversal à represa e seu fluxo de água. Os tanques-rede foram estocados em 18 de dezembro de 2009 com 12.000 juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, com peso médio inicial de 20 g e densidade de estocagem de 150 peixes por m³. Ao final da produção em 18 de junho de 2010, a biomassa média atingida em cada tanque-rede foi de 75 kg por m³. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia durante seis dias por semana com ração comercial com 32% de proteína bruta, sendo a quantidade fornecida corrigida mensalmente após biometrias. No ciclo de produção estudado foi fornecido ao todo 6.680,00 Kg de ração para os peixes.

Amostras de água foram coletadas na primavera, verão outono e inverno. Para verificar a dinâmica nictimeral foram feitas amostragens, com intervalos de quatro horas entre os procedimentos, totalizando seis horários de coleta de água, sendo estes às 08:00, 12:00, 16:00, 20:00; 00:00, 04:00 horas.

Foi determinado um ponto central para a coleta de água na área de criação de peixes, dividido em quatro profundidades: superfície, 70 cm (meio do tanque rede); 150 cm (30 cm abaixo do fundo do tanque rede) e 300 cm (fundo da represa rural onde os tanques estão instalados).

Para se determinar a dinâmica vertical utilizou-se de uma garrafa de Van Dorn para a coleta da água. A análise do oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), temperatura da água (°C), pH e condutividade elétrica (µS cm⁻³) foram realizadas no local de coleta com os seguintes aparelhos: oxímetro digital YSI 550 A, medidor de pH digital HANNA -21, condutímetro de bancada ADAMO C-150 e disco de Secchi. A transparência da água foi medida sempre às 8:00 h no início e ao final da avaliação nictimeral em cada estação do ano com o auxílio do disco de Secchi.

Os demais parâmetros, foram realizadas quatro coletas, uma em cada estação climática, em apenas um horário às 8:00 horas, utilizando-se três profundidades (superfície, 70 cm e 1,50 cm) as amostras de água foram coletadas com auxílio de garrafa de Van Dorn para determinação, em laboratório, da alcalinidade total (mg CaCO₃ L⁻¹) por meio de titulação com ácido forte (Golterman, Clymo & Ohnstad, 1978).



Para determinação da concentração de nutrientes dissolvidos, parte das amostras foi filtrada em membrana do tipo GF/C Whatman (0,45 μm de porosidade, 47 mm de diâmetro), sendo posteriormente, congeladas para análise das concentrações de: amônia (mg L^{-1}) (Koroleff, 1976), nitrato e nitrito (mg L^{-1}) (Mackereth, Heron & Talling, 1978), ortofosfato (Golterman, Clymo & Ohnstad, 1978) (mg L^{-1}), material em suspensão (mg L^{-1}) (Mudroch & Macknight, 1991). As amostras de água não filtradas, também foram congeladas para posterior determinação de fósforo total (mg L^{-1}) (Golterman, Clymo & Ohnstad, 1978).

Resultados e Discussão

Os teores de oxigênio dissolvido na água da represa variaram na análise nictimeral. Na primavera houve um comportamento diferente das outras três estações climáticas, pois nela durante as 24 horas de avaliação houve queda contínua nas concentrações do oxigênio. Como esperado, no verão, outono e inverno houve aumento do oxigênio durante o período luminoso (dia), e queda no período noturno. Em todas as coletas na água de superfície, a 70 cm e 150 cm de profundidade o comportamento foi semelhante, mas a 300 cm de profundidade os níveis de oxigênio foram muito baixos e estáveis ao longo de todas as coletas.

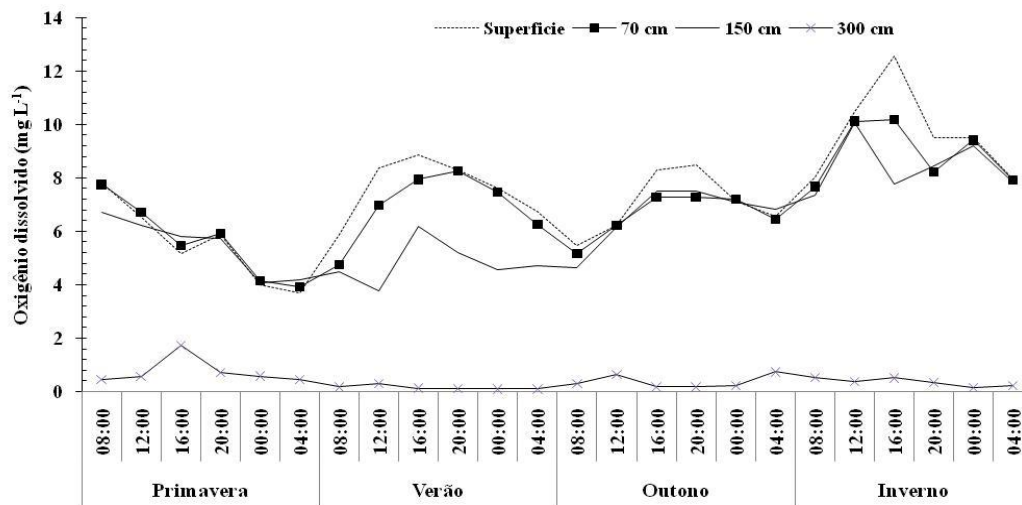


Figura 1. Níveis de oxigênio dissolvido (mg L^{-3}) na água nas quatro pontos (profundidades) de coleta na área de criação de peixes em tanques rede durante as quatro estações climáticas.

Uma vez que a produção de oxigênio está diretamente relacionada às algas fotossintéticas, durante a coleta da primavera a baixa produção provavelmente esteve ligada à baixa quantidade e atividade do fitoplâncton. Esta queda pode estar associada ao baixo aporte de nutrientes, já que nesta estação climática os tanques rede ainda não haviam sido instalados desta forma não houve nenhuma intervenção humana.

Outro fator que se deve considerar é que a primavera coincide com início do período de chuvas no Vale do Ribeira, assim sendo a grande quantidade de chuva e nuvens carregadas



ocasionaram a baixa intensidade luminosa, o que pode ter afetado a produção fitoplanctônica nesta época do estudo.

As demais estações climáticas (verão, outono e inverno), a criação de peixes em tanques rede já estava sendo realizada, desta forma temos que levar em consideração a densidade populacional de 12.000 peixes, e o fornecimento de ração comercial na represa rural o que, acaba colaborando de forma indireta na eutrofização da represa, fazendo com que os níveis de oxigênio dissolvido estivessem mais alta provavelmente devido ao aumento da população fitoplanctônica. Segundo (Kubtiza, 2007), por meio da fotossíntese o fitoplâncton produz mais de 89% do oxigênio utilizado na respiração dos demais organismos aquáticos, inclusive para os peixes nos tanques rede.

Os níveis de oxigênio no ponto 4 (300 cm), foram baixos em todos as coletas, isso demonstra que pouca ou nenhuma luz chega ao fundo da represa não havendo atividade fotossintética. Níveis tão baixos de oxigênio dissolvido não são recomendados para criação de peixes em nenhum dos sistemas utilizados por piscicultores no Brasil.

A transparência da água foi medida sempre às 8:00 h no início e ao final da avaliação nictimeral em cada estação do ano (Figura 2). Houve diferença de 20 cm na transparência da água entre um dia e outro na primavera, o que não esteve relacionado ao aumento do fitoplâncton, já que houve queda de oxigênio dissolvido no mesmo período. Já no verão os valores de transparência da água permaneceram estáveis e dentro dos limites adequados para produção de oxigênio o que refletiu no aumento gradativo dos seus níveis durante o primeiro dia e também nas primeiras horas do segundo dia.

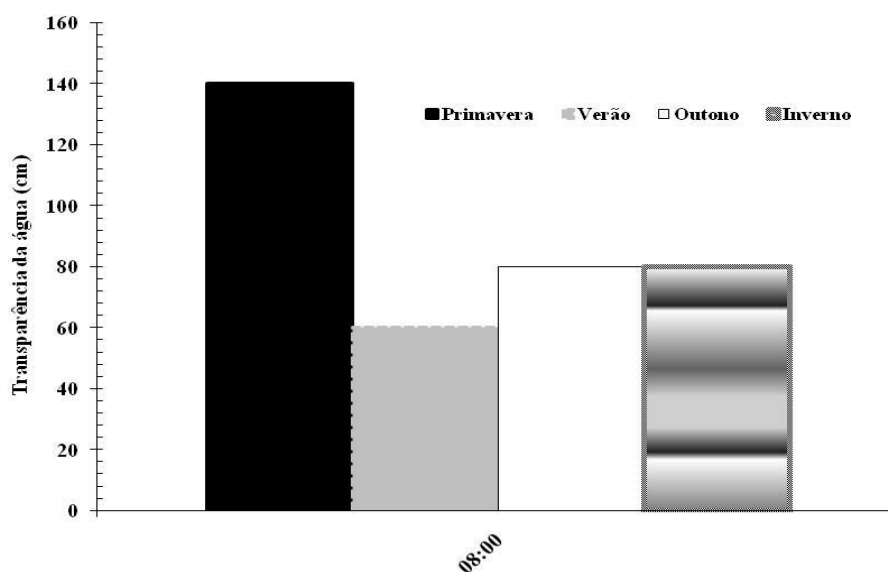


Figura 2. Transparência da água (cm) na área de criação de peixes em tanques rede durante as quatro estações climáticas.



No outono ocorreu uma inversão de 80 para 100 cm, isso está ligado à madrugada chuvosa durante a coleta. Desta forma a camada superficial de fitoplâncton da represa foi levada pela correnteza.

Durante a estação climática do inverno, no Vale do Ribeira, ocorrem dias com neblina no início da manhã, entretanto ela se dispersa e os dias são marcados por muito sol, mas com temperaturas baixas. Esses dias ensolarados aumentam a produção primária, o que reduziu a transparência da água de 80 para 60 cm. Essa redução mostra que o ecossistema aquático está em equilíbrio, desta forma os dados de transparência estão diretamente ligados ao aumento na produção de oxigênio dissolvido, como podemos verificar na figura 1, entre às 12:00 e 16:00 horas. Essas observações são de fundamental importância para se programar o dia de alimentação dos peixes e manejo a ser realizado.

Segundo (Santos, Freitas, Dias Filho & Guerra, 2008) a criação de peixes em tanques rede introduz diretamente no corpo d'água uma grande quantidade de matéria orgânica, o que pode contribuir para acelerar os processos de eutrofização do meio devido aos aportes de nutrientes e materiais em suspensão provenientes, principalmente, do excedente de alimentos, fezes e excretas dos peixes.

No trabalho de (Schmittou, 1993), avaliando três reservatórios onde foram implantados tanques rede de pequeno volume e densamente estocados, encontrou níveis diferentes de nutrientes na água. Esse autor classificou os ambientes estudados em oligotrófico, mesotrófico e eutrófico.

Um dos parâmetros de análise foi à transparência da água desses ambientes, sendo determinada com o uso do disco de Secchi. Os valores encontrados foram respectivamente, 200 cm, 80 cm e 30 cm para cada ambiente. Esse estudo demonstrou a importância de um manejo alimentar adequado em ambientes ricos em nutrientes, eutróficos, com transparência da água entre 30 a 80 cm, onde a produtividade máxima não passou de 160 kg de peixe por m³, enquanto que no reservatório onde a transparência da água era superior a 200 cm, oligotrófico, a produtividade foi superior a 200 kg de peixe por m³.

No presente trabalho foi usada a densidade de estocagem de 75 kg de peixe por m³, diferente do utilizado por (Schmittou, 1993), mas os valores de transparência nunca ficaram menores que 50 cm o que indica que o equilíbrio foi mantido, e que a produção de peixes neste sistema está dentro das boas práticas limnológicas e zootécnicas.

Os valores para o potencial hidrogeniônico durante as quatro estações, nos diversos horários de coleta de água, ficaram próximos da neutralidade, variando entre $6,6 \pm 0,4$ a $6,4 \pm 0,3$ o que são considerados ótimos para criação de organismos aquáticos (Kubtiza, 1999).



Em relação à condutividade elétrica da água (Figura 3), somente no verão o ponto 4 (300 cm) apresentou um aumento de $17 \mu\text{S cm}^{-3}$. Este ponto ficou acima dos valores recomendados para piscicultura que são de 23 a $71 \mu\text{S cm}^{-3}$, mas não comprometeu a vida aquática. Após a estação de verão podemos identificar pelo gráfico que essa elevação se manteve no outono só que dentro dos limites recomendados na literatura. Nos demais pontos durante as quatro estações climáticas do ano os valores estiveram dentro dos padrões recomendados para criação de organismos aquáticos segundo (Sipauba-Tavares, 1998). No inverno houve dois horários na madrugada em que a água da superfície apresentou valores discrepantes para condutividade elétrica, o que indica elevação de íons dissolvidos nesse local, mas sem causas claras, voltando aos níveis encontrados nas demais estações do ano.

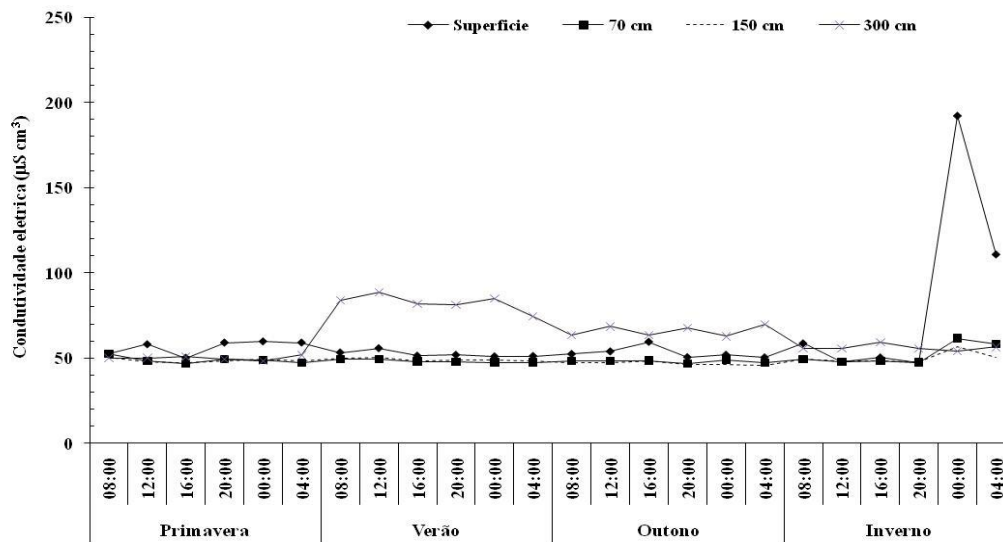


Figura 3. Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-3}$), na água dos quatro pontos de coleta na área de criação de peixes em tanques rede durante as quatro estações climáticas.

Segundo Souza (2006), a temperatura da água influencia diretamente no rendimento dos sistemas de produção de organismos aquáticos, portanto, é fundamental obter informações precisas sobre o clima local e a hidrodinâmica dos reservatórios para decidir qual será o local mais indicado para a implantação dos tanques rede.

A temperatura da água nos grandes reservatórios pode sofrer variações em função da ocorrência de dias nublados, nos quais a redução da atividade fotossintética poderá diminuir a concentração de oxigênio dissolvido, e em muitos casos, promover a mortalidade em massa das microalgas (conhecida como *die off*). Outro fator é o resfriamento noturno, que diminui a temperatura da água superficial, ocasionando a estratificação da coluna d'água. Nos reservatórios muito profundos podem ocorrer variações constantes de temperatura causadas pela estratificação da coluna d'água, o que afeta diretamente a qualidade da água e a produção de



peixes (Holanda, 2000).

No presente estudo a temperatura da água manteve-se dentro dos padrões normais como mostra a figura 4. Devido a penetração dos raios solares na coluna de água a superfície obteve os maiores valores com aumento da profundidade dos pontos na coluna d'água os valores médios da temperatura da água também foram baixando.

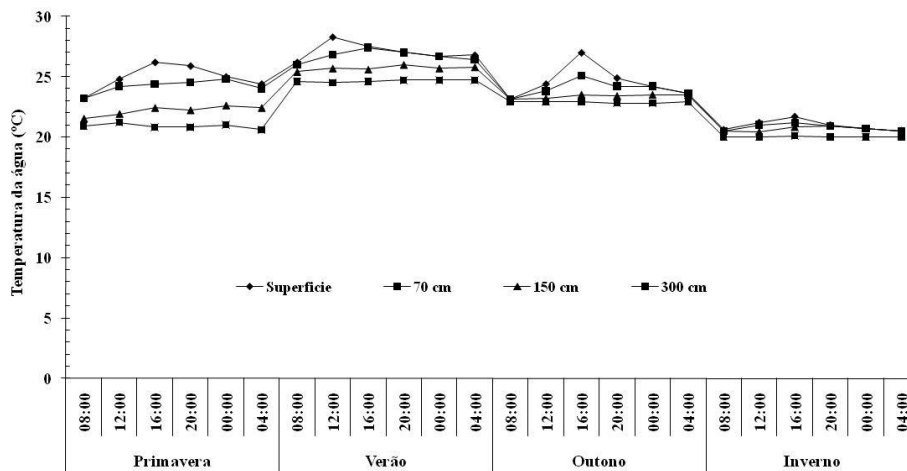


Figura 4. Temperatura da água (°C) na água dos quatro pontos de coleta na área de criação de peixes tanques rede durante as quatro estações climáticas.

Na tabela 1 observa-se a dinâmica vertical das características limnológicas nas três profundidades que podem influenciar diretamente na criação de peixes em tanques rede. Podemos observar que houve sempre uma variação entre as estações climáticas e diferentes profundidades, atribuímos estas oscilações às diferentes fases de criação. Na primavera não havia produção, já no verão, outono e começo do inverno estávamos em plena safra aquícola. Durante a produção parte da ração fornecida aos peixes chega ao ambiente como metabólitos, fezes ou ainda como ração não consumida, essa dinâmica de interação peixe e ração tem ação direta na qualidade da água.

A (USEPA, 1997) recomenda uma alcalinidade mínima de 20 mg CaCO₃ L⁻¹, pois águas que apresentam valor abaixo têm baixo poder tampão. A alcalinidade da água da represa durante as quatro estações sempre esteve abaixo dos valores recomendados pela literatura. Pelos resultados da qualidade da água e do desempenho zootécnico foi observado que mesmo estando abaixo do recomendado, a alcalinidade total ela não prejudicou os peixes.

Já os valores de amônia, nitrito e nitrato, ortofosfato e material em suspensão estiveram abaixo dos limites impostos pela legislação 357/05 do CONAMA. Em relação aos valores de fósforo total apenas na estação climática do outono, na profundidade 1,50 cm, houve valores



Tabela 1. Dinâmica vertical das características limnológicas em três profundidades na área de criação de peixes em tanques rede durante as quatro estações climáticas.

	Alcalinidade total CaCO ₃ mg L ⁻¹			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Superfície	11	10	12	12
70 cm	13	12	13	14
1,50 cm	14	13	12	16
	Amônia mg L ⁻¹			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Superfície	0,00	0,001	0,005	0,001
70 cm	0,00	0,001	0,004	0,001
1,50 cm	0,00	0,002	0,005	0,001
	Nitrito mg L ⁻¹			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Superfície	0,003	0,005	0,003	0,006
70 cm	0,001	0,005	0,003	0,007
1,50 cm	0,002	0,005	0,006	0,004
	Nitrato mg L ⁻¹			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Superfície	0,04	0,75	0,00	0,05
70 cm	0,17	0,81	0,22	0,06
1,50 cm	0,06	0,82	0,35	0,02
	Ortofosfato mg L ⁻¹			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Superfície	0,00	0,01	0,004	0,03
70 cm	0,00	0,01	0,017	0,03
1,50 cm	0,00	0,007	0,004	0,00
	Fósforo mg L ⁻¹			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Superfície	0,02	0,02	0,02	0,04
70 cm	0,01	0,01	0,03	0,02
1,50 cm	0,01	0,02	0,08	0,02
	Material em Suspensão mg L ⁻¹			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Superfície	0,03	0,06	0,05	0,00
70 cm	0,01	0,03	0,06	0,02
1,50 cm	0,02	0,01	0,02	0,04

superiores aos previstos na legislação 357/05 CONAMA. A média das três profundidades é o valor de 4,3 mg L⁻¹, o que está bem próximo do limite estipulado.

É importante observar que mesmo ocorrendo estas oscilações ao longo das quatro estações, os níveis de fósforo total existentes apresentaram valores aceitáveis de acordo com (Boyd & Tucker, 1998), que recomendam que os valores não devem ultrapassar 0,5 mg L⁻¹.

Diemer et al. (2010) relatam que o aporte exagerado de ingredientes alimentares e as densidades elevadas de estocagem podem acarretar a eutrofização do meio onde os peixes são criados, condição que pode afetar a capacidade de suporte, resultando em problemas na produção. Portanto, práticas de manejo que favoreçam o desempenho zootécnico dos animais e não influenciem negativamente no ecossistema aquático, além do acompanhamento anual das variáveis físicas e químicas da água destas áreas, são necessárias para o sucesso da atividade.



Conclusões

As variações dos parâmetros limnológicos ao longo das quatro estações climáticas demonstram que o ambiente está em equilíbrio e que mesmo havendo a intervenção humana introduzindo práticas zootécnicas, não há prejuízo na qualidade da água.

Agradecimentos

Aos técnicos do Pólo Regional do Vale do Ribeira do Setor de Piscicultura, Benedito de Aguiar Martins e Edilberto Rufino de Almeida. Ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO/SP, ao Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Ribeira de Iguape e a Fundação de Apoio a Pesquisa dos Agronegócios FUNDEPAG.

Referências

- Boyd, C. E. & Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Boston: Kluwer Academic.
- Brasil. Conama. Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Publicação DOU.: 18/03/2005. <http://www.mma.gov.br/port/conama>.
- Diemer, O., Neu, D. H., Feiden, A., Lorenz, E. K., Bittencourt, F. & Boscolo, W. R. (2010). Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede. *Ciência Animal Brasileira*, 11(1): 24-31.
- Golterman, H.L., Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. (1978). *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. London: IBP, Blackwell Science. Public.
- Holanda, E. D. (2000). Estresse e sua importância para a piscicultura. *Informe Agropecuário*, 21, 203, março/ abril.
- Koroleff, F. (1976). *Determination of nutrients*. In: GRASSHOFFK(ed). *Methods of seawater Analysis*. Verlag Chemie Weinheim. 117-181.
- Kubitza, F. (1999). *Qualidade da água na produção de peixes*. Esalq-USP. Jundiaí.
- Kubitza, F. (2007). Tanques rede em açudes particulares: oportunidade e atenções especiais. *Revista Panorama da Aqüicultura*. 2, 14-21.
- Mackereth, F.J.H., Heron, J. & Talling, J.F. (1978). *Water Analyses*. London: Freshwater Biological Association.
- Mudroch, A. & Macknight, S. D. CRC (1991). *Handbooks of techniques for aquatic sediments sampling*. CRC Press Inc.
- Ostrensky, A. & Boeger, W.A. (2008). Principais problemas enfrentados atualmente pela



aqüicultura brasileira. In: Ostrensky, A. et al. *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília: *Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca/FAO*, pp.135-158.

Santos, E.L., Freitas, S.H., Dias Filho, V.A. & Guerra, A.J.S. (2008). Avaliação Limnológica nictimeral no cultivo de tilápia (*Oreochromis nilóticos*) em tanque-rede. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 3(3): 18-20.

Santos, V.B. (2006). *Disponibilidade de diferentes linhagens de tilápias*. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, Pólo Regional da Alta Sorocabana - UPD Presidente Prudente, órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Acessado em 26 de maio de 2006 em www.aptaregional.sp.gov.br.

Schmittou, H.R. (1993). *High density fish culture in low volume cages*. Singapore: American Soybean Association.

Sipaúba-Tavares, L.H. (1998) Limnologia dos sistemas de cultivo. In: *Carcinicultura de água doce*. São Paulo: FUNEP, pp. 47-75.

United States Environmental Protection Agency-USEPA (1997). Monitoring water quality. Volunteer stream monitoring: a methods manual. *Office of Water* 4503F. EPA 841 B 97 003.