

Maio e Junho de 1983

**VOL. XXX**

**N.º 169**

Viçosa — Minas Gerais

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

---

## **VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO EM TANQUES DA ESTAÇÃO DE HIDROBIOLOGIA E PISCICULTURA DE VIÇOSA <sup>1/</sup>**

Per Christian Braathen <sup>2/</sup>

Benjamin Gonçalves Milagres <sup>2/</sup>

Edilton de Souza Barcellos <sup>2/</sup>

### **1. INTRODUÇÃO**

A sobrevivência de peixes está naturalmente ligada, de modo direto, à concentração de oxigênio dissolvido disponível para a respiração.

A concentração máxima (solubilidade) de oxigênio dissolvido em água doce, do ponto de vista físico-químico apenas, sem levar em conta processos biológicos e bioquímicos, depende da temperatura e da pressão atmosférica. A Figura 1 mostra a variação da solubilidade do oxigênio em água doce, em relação à temperatura, às pressões atmosféricas de 760 mm de Hg (1 atm) e 700 mm de Hg (que é aproximadamente a pressão atmosférica normal de Viçosa).

A concentração de oxigênio dissolvido é, também, freqüentemente expressa em termos relativos à sua concentração máxima (solubilidade) a determinada temperatura, i.e., em termos de porcentagem de saturação.

Do ponto de vista biológico, em sistemas aquosos extremamente improdutivos, espera-se que os valores próximos dos 100% sejam observados, o que, de fato, geralmente ocorre.

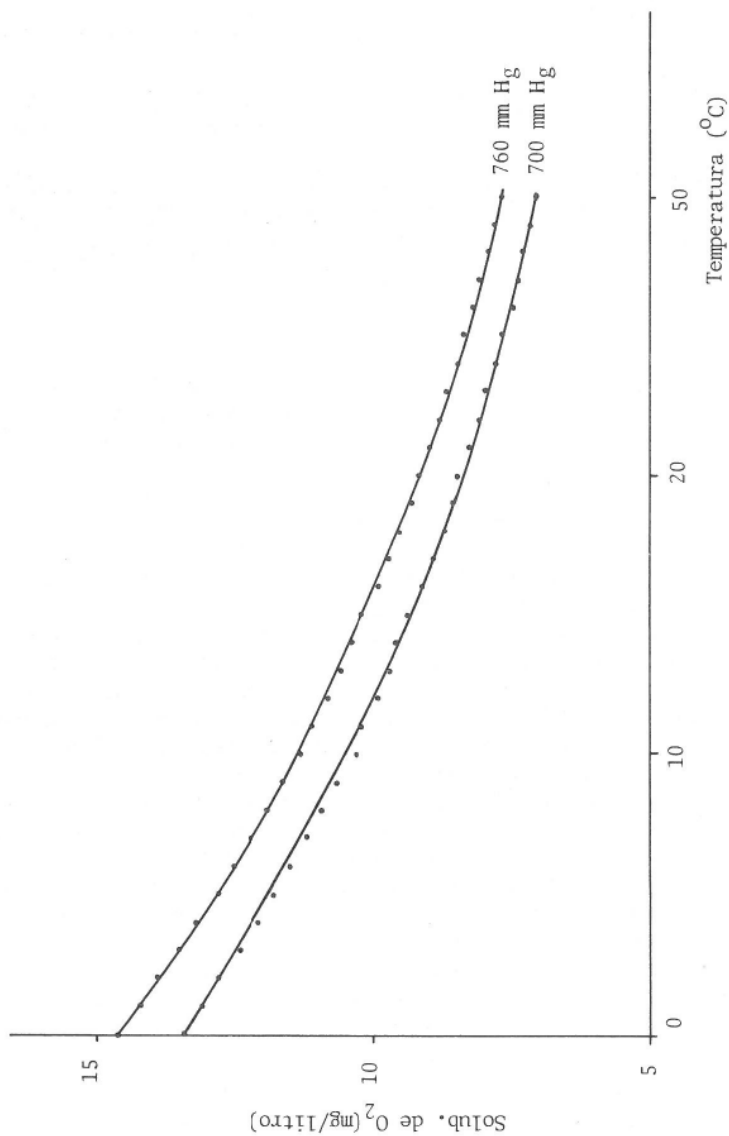
Por outro lado, em razão de atividades biológicas, como respiração e decomposição de matéria orgânica, valores de concentração consideravelmente abaixo dos valores de saturação são mais comuns.

---

<sup>1/</sup> Trabalho subvencionado pelo CNPq.

Recebido para publicação em 13-5-1982.

<sup>2/</sup> Departamento de Química da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

FIGURA 1 - Solubilidade de  $O_2$  (mg/litro) x temperatura.

O último dos fenômenos mencionados, i.e., a decomposição de matéria orgânica, é o responsável direto por águas extremamente anóxicas em sistemas aquosos muito poluídos, causando a mortandade de peixes.

Em contrapartida, a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, causada por respiração e decomposição de matéria orgânica, é, em águas biologicamente saudáveis, compensada pela fotossíntese de plantas aquáticas e pelo ar atmosférico.

Considerando que os tanques de piscicultura da U.F.V., são sistemas relativamente pequenos, rasos e de águas paradas e, ainda, que a alimentação fornecida aos peixes consiste em matéria orgânica, tal como farinha de carne, ração para porcos e, em alguns casos, excrementos de porco, os autores deste trabalho partiram do pressuposto de que a concentração de oxigênio dissolvido em disponibilidade para a respiração dos peixes deveria ser muito baixa e insuficiente. Para reforçar esse pressuposto, tinham conhecimento de que havia, em alguns tanques, considerável mortandade de peixes.

Partiu-se, então, para a análise de concentração de oxigênio dissolvido em diversos tanques de piscicultura.

Foram encontrados resultados totalmente diferentes dos esperados. De fato, 7 dos 9 tanques pesquisados apresentaram concentrações acima dos 100% de saturação, conforme se vê no Quadro 1.

Todas as medidas foram feitas aproximadamente às 17 horas (dia 9/4/81), o que, conforme será visto adiante, constitui um fator importante.

Supersaturação de oxigênio em águas naturais, embora não seja comum, não é de modo nenhum fenômeno inédito, tendo sido observada em vários locais do mundo. Como exemplo, menciona-se, em MACAN (2), o trabalho de Hutchinson

QUADRO 1 - Concentração de  $O_2(aq)$  em diversos tanques da Piscicultura da U.F.V., dia 9/4/81 às 17:00 horas aproximadamente

Tanque	Temperatura °C	Conc. $O_2(aq)$ mg/litro	% Saturação
80	25,5	5,6	75,2
86	25,5	6,3	82,9
9	28,0	7,5	103,3
73	26,5	9,0	120,8
12	27,0	9,0	120,8
76	26,0	13,0	173,3
8	27,5	13,0	176,6
10	27,0	14,0	189,2
96	27,0	18,0	241,6
96	27,5	20,0	271,7

que registra um pico de 248% de saturação às 16 horas, num lago americano, fenômeno causado, segundo o autor, por uma população muito densa de *Hydrodictyon*, causadora de intensa fotossíntese. Outro exemplo, também mencionado por MACAN (2), é o relatado por Woodbury, que atribuiu a grande mortandade de peixes num lago de Wisconsin a uma saturação de 327% de oxigênio, causada, segundo o autor, por um crescimento descontrolado de *Chlamydomonas*. OKANO (3) também encontrou, no lago Dom Helvécio, no Parque Florestal do Rio Doce, valores de até 113% de saturação.

Por outro lado, os resultados observados nos tanques de piscicultura da U.F.V. são, segundo os autores deste trabalho, extraordinários, diante das suas características peculiares: pequenos, rasos, artificiais e sujeitos a verdadeiros despejos de matéria orgânica. Decidiu-se, então, selecionar um dos tanques e acompanhar a concentração de oxigênio dissolvido durante 24 horas. Esse experimento foi repetido duas vezes, uma em maio e outra em setembro.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Para efetuar a monitoração de oxigênio dissolvido durante 24 horas foi escolhido, arbitrariamente, o tanque n.º 9. Trata-se de um tanque cavado na terra, cujo volume é de aproximadamente 200 m<sup>3</sup>. Cheio, não era mais reabastecido d'água corrente. Pelo aspecto esverdeado da água, concluiu-se que nele havia algas. Por ocasião das análises, o tanque era usado para criação e, posteriormente, engorda de carpas.

Para as análises de oxigênio dissolvido foi usado um medidor de oxigênio dissolvido Clark, da Yellow Spring Instruments INC. Esse aparelho é, na realidade, um pequeno polarógrafo portátil, de leitura direta da concentração de oxigênio dissolvido, em ppm (mg/litro), por imersão de um sensor, dispensando, assim, a coleta de amostras. A temperatura, variável muito importante, é também lida diretamente, por intermédio de um termopar acoplado ao sensor. As leituras eram feitas com o sensor mergulhado até a profundidade de aproximadamente 20 cm.

Trata-se de um instrumento muito estável, preciso e exato, desde que calibrado pelo método de Winkler para oxigênio dissolvido, método padrão de análise para oxigênio aquoso, internacionalmente reconhecido e recomendado pelo STANDARD METHODS FOR ANALYSIS OF WATER AND WASTE WATER (1). As condições de padronização persistiram, sem mostrar desvio significativo em relação ao método de Winkler, seis meses depois da primeira calibração.

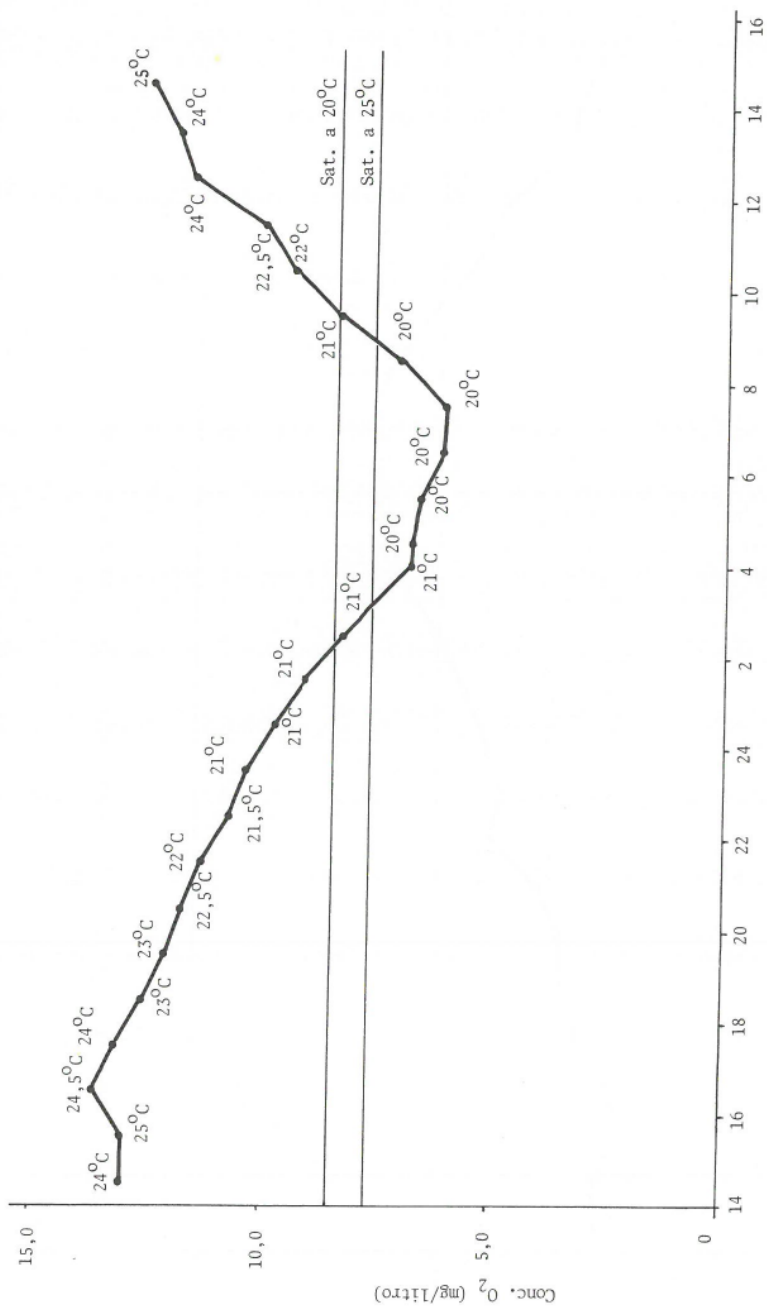
As medidas foram realizadas «in loco», de hora em hora, com poucas exceções, durante 24 horas, uma vez em maio e outra em setembro.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos encontram-se nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Na Figura 2 vê-se a variação da concentração de oxigênio dissolvido (em mg/litro) durante 24 horas, em maio de 1981. Como houve variação de temperatura, foram inseridas na figura duas linhas paralelas à abscissa, correspondentes ao valor de saturação, para 20°C (temperatura mínima observada) e 25°C (temperatura máxima observada).

A variável temperatura pode ser eliminada, considerando a concentração de oxigênio dissolvido em termos de porcentagem de saturação a cada temperatura. É o que se vê na Figura 3.



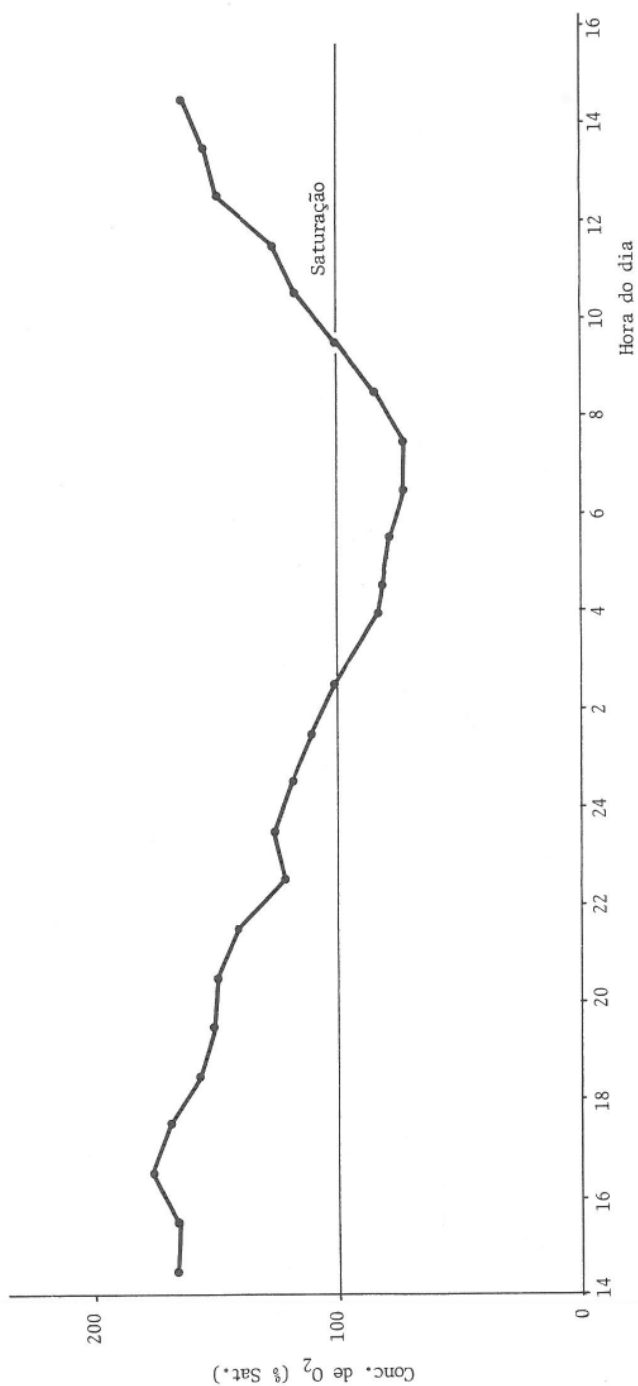


FIGURA 3 - Concentração de  $O_2$  (% de saturação) x hora do dia - Tanque nº 9 da Piscicultura da U.F.V. - maio de 1981.

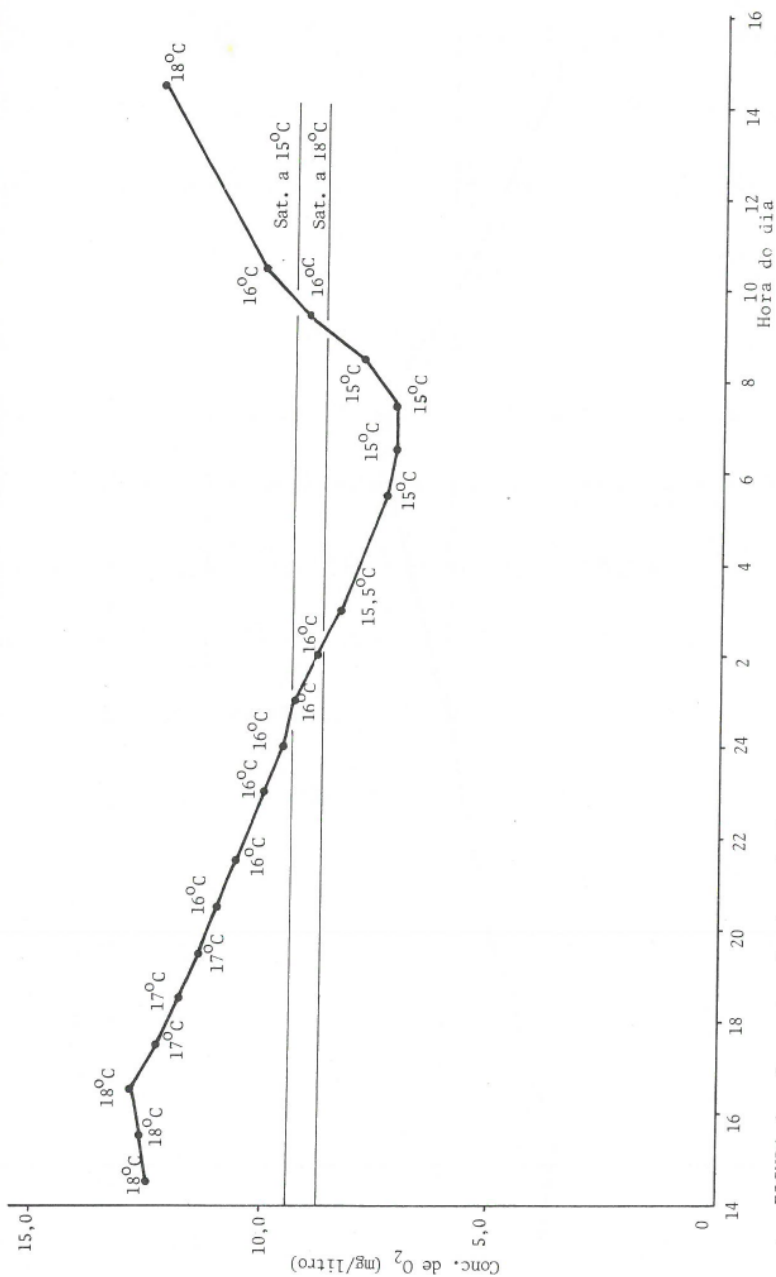


FIGURA 4 - Concentração de  $O_2$  (mg/litro) x hora do dia - Tanque nº 9 da Piscicultura da U.F.V. - setembro de 1981.

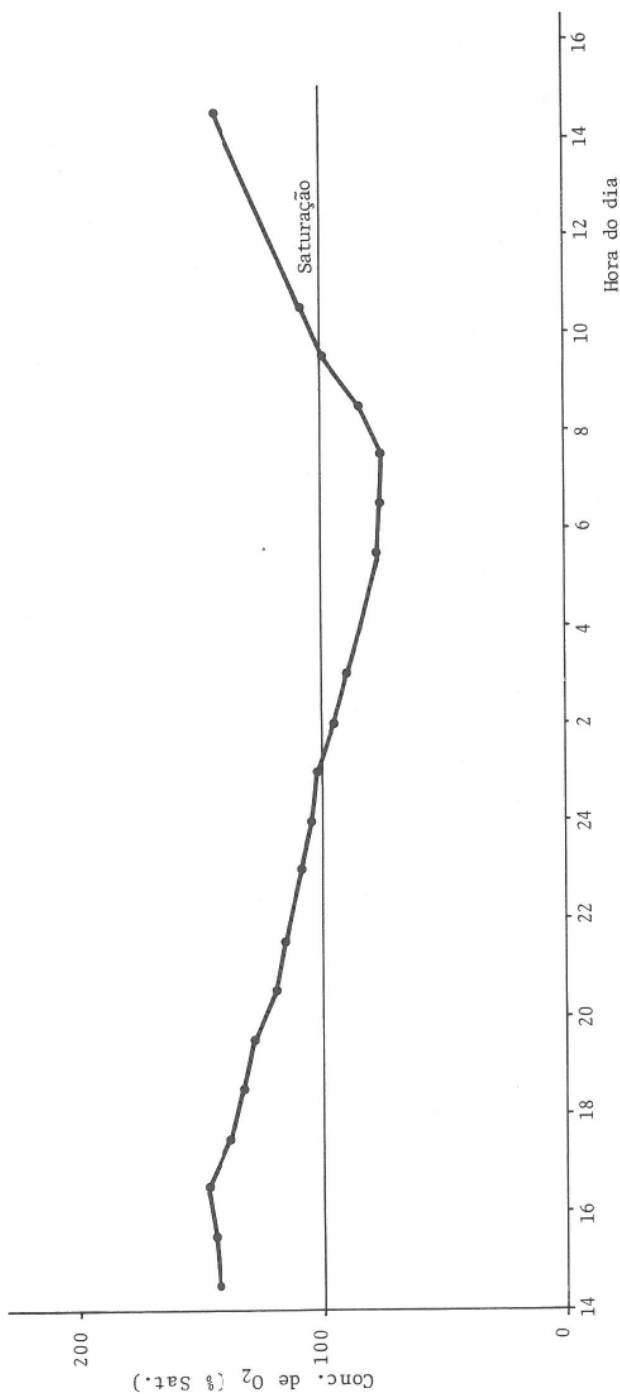


FIGURA 5 - Concentração de  $O_2$  (% de saturação) x hora do dia - Tanque nº 9 da Piscicultura da U.F.V. - setembro de 1981.



As Figuras 4 e 5 mostram a repetição da série de análises no mês de setembro, com a temperatura do dia entre 15 e 18°C, num dia frio e nublado. No entanto, pode-se ver que as Figuras 2, 3, 4 e 5 são muito semelhantes, e mostram a mesma tendência.

Os autores do presente trabalho reconhecem o caráter preliminar desta pesquisa. Por outro lado, são de opinião que esses resultados, embora preliminares, devem ser publicados, por descortinarem amplo campo de pesquisa interdepartamental para químicos, biólogos e especialistas em ecologia de águas naturais na Universidade Federal de Viçosa. Além disso, há o aspecto prático do problema, em termos de desenvolvimento de tecnologia de criação de peixes em tanques, atividade essa que, atualmente, acha-se em pleno desenvolvimento. Consideram ainda de suma importância o fato de que a baixa concentração de oxigênio dissolvido, que, «a priori», poderia ser esperada e seria fator limitante à criação de peixes, não se verifica. Pode-se observar que acontece exatamente o contrário: apesar de estáticos, em termos de movimentação das águas, e rasos, os tanques de piscicultura da U.F.V. são supersaturados de oxigênio dissolvido durante a maior parte do dia. Mesmo quando não o são, a concentração de oxigênio dissolvido não atinge valores que comprometam a sobrevivência dos peixes. Parece evidente que isso ocorre por ser intensa a atividade fotossintética nesses tanques, o que se deduz dos gráficos constantes das Figuras. Nota-se claramente a concentração do oxigênio dissolvido durante a ausência de luz, causada por respiração e decomposição de matéria orgânica.

Além do oxigênio dissolvido, os autores deste trabalho são de opinião que um levantamento completo da química dessas águas seria de grande interesse para explicar, por exemplo, a mortandade de peixes que ocorre com relativa frequência.

## 5. RESUMO

Ao contrário do que se devia esperar, foram encontradas concentrações muito altas de oxigênio dissolvido em tanques de criação de peixes na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Universidade Federal de Viçosa. De fato, foram registrados, em 7 dos 9 tanques pesquisados, valores bem acima dos 100% de saturação.

Supersaturação de oxigênio dissolvido em águas doces naturais, embora não seja comum, não constitui fato inédito, como se pode verificar na literatura especializada.

Por outro lado, esses tanques são artificiais, muito rasos e de águas paradas. Além disso, os peixes são alimentados de matéria orgânica facilmente oxidável, tal como farinha de carne, ração para porcos e, em alguns casos, excrementos de porcos.

Baixas e mesmo insuficientes concentrações de oxigênio seriam, então, de esperar, mas verifica-se, de fato, exatamente o contrário. Isso pode ser explicado por uma possível atividade fotossintética. Para confirmação, monitoração de oxigênio dissolvido foi efetuada durante 24 horas, por meio de um medidor de oxigênio dissolvido Clark, uma vez em maio e outra em setembro. Os resultados são dados em concentração de  $O_2(aq)$  x hora do dia e porcentagem de saturação x hora do dia, para cada um dos meses testados.

## 6. SUMMARY

Contrary to expectations, a very high concentration of dissolved oxygen was found in the fish rearing ponds of the Hydrobiology and Fisheries Management

Station, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. In 7 of the 9 ponds studied, values well above 100% saturation were recorded.

Supersaturation of dissolved oxygen in natural fresh waters, although not usual, is by no means unique, as has been reported in the literature.

On the other hand, these fish rearing ponds are artificial, very shallow and lentic. Moreover, the fish are fed easily oxidizable organic matter such as meat meal, swine rations and, sometimes, swine excrement. Low and even insufficient amounts of dissolved oxygen should then be expected, but quite the contrary was encountered. This can be explained by intense photosynthetic activity. For confirmation, monitoring of dissolved oxygen was carried out for a 24-hour period, using a Clark oxygen meter, once in May and again in September. The results are given as conc. of  $O_2(aq)$  in mg/liter x hour of the day and % saturation x hour of the day for each of the test months.

## 7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam, em primeiro lugar, de agradecer ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) o apoio financeiro.

Agradecem, ainda, aos professores e funcionários da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da U.F.V., bem como a todos quantos, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## 8. LITERATURA CITADA

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION: *Standard methods for analysis of water and waste water*. 36 ed., 1975.
2. MACAN, T.T. *Fresh water ecology*. 2nd ed. New York, Longman, 1974. p. 185-217.
3. OKANO, W.Y. *Padrão de migração vertical e flutuação sazonal das principais espécies de Copepoda (Crustácea) do Lago Dom Helvécio*. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 1980. 168 p. (Tese MS).