

# USO DE LEITOS CULTIVADOS DE VAZÃO SUBSUPERFICIAL NA REMOÇÃO DE MICRONUTRIENTES DE EFLUENTE DE TANQUE DE PISCICULTURA.

G. J. HUSSAR<sup>1</sup>; C. H. Z. da CONCEIÇÃO<sup>1</sup>; A. L. PARADELA<sup>1</sup>; L. H. T. de FREITAS<sup>1</sup>; W. SERRA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> – Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – CREUPI, CEP 13990-000 Espírito Santo do Pinhal – SP.  
Aceito para publicação em: 08/12/2003.

## RESUMO

Visando avaliar o desempenho de leitos cultivados na remoção de micronutrientes presentes em águas de escoamento de tanques de piscicultura, foi instalado um experimento composto por sete caixas de cimento-amianto, preenchidas com brita n.º 3 cultivado com macrófitas aquáticas emergentes conhecidas como Taboa (*Typha spp.*) em sistema de monocultivo. Foram mensurados durante a avaliação as remoções de Boro, Cobre, Ferro, Zinco e Manganês. Durante a fase experimental obteve-se os seguintes valores de remoção: Boro remoção média de 39,89%, para o Cobre registrou-se uma remoção média de 40,51%, o Ferro apresentou uma remoção média de 45,87%, para o Zinco obteve-se uma remoção média de 16,20% e a remoção média de Manganês foi de 56,11%. Os resultados obtidos permitiram concluir que: a) o desempenho do sistema na remoção de Boro, Cobre, Ferro e Manganês foram satisfatórias; b) a remoção de Zinco no sistema foi baixa, provavelmente influenciada por outros elementos tais como Ferro e Cobre, ou até mesmo de acordo com a exigência nutricional da planta;

Palavras chave: *Typha spp.*, leitos cultivados, piscicultura.

## ABSTRACT

### EFFECT OF CONSTRUCTED WETLAND ON MICRONUTRIENTS REMOVAL PERFORMANCE ON FISH WATER

In order to evaluate the performance of subsurface flow constructed wetland on the removal of fish water micronutrients, a test was carried out at fish water department at Centro Regional Universitário at Espírito Santo do Pinhal/SP. It was used for the test cimento-amianto box cultivated with *Typha spp* on monocultive system. The parameters evaluated were: Boron removal, Cooper removal, Iron removal, Zinc and Manganese removal. The results showed 39,89% of Boron removal, 40,51% of Cooper, 45,87% of Iron removal, 16,20% of Zinc removal, and 56,11% of Manganese removal. The results showed that Boron, Cooper, Iron and Manganese removal were satisfactory, and the performance of the system on Zinc removal was low.

Key words: wastewater treatment, constructed wetland, fish water.

## INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico implica no incremento da exploração e utilização da água, resultando no aumento de todo o tipo de águas residuárias. Este crescimento sem nenhum planejamento leva os recursos hídricos a um processo de deterioração.

A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas apontam para uma tendência de um aproveitamento racional desse precioso recurso, com o mínimo de dano ao meio ambiente.

Durante o processo de produção piscícola é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos

nos tanques e viveiros em sistemas de renovação de água intermitente. O volume de fezes excretado diariamente pela população de peixes é uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquaculturais. A digestibilidade da matéria seca das rações gira em torno de 70 a 75%. Isto significa que 25 a 30% do alimento fornecido entra no sistema aquaculturais como material fecal (KUBITZA, 1998).

Em piscicultura é comum uso de dejetos de suínos, os quais podem apresentar grandes variações na concentração de seus componentes, dependendo da diluição e da modalidade como são manuseados e armazenados. Segundo OLIVEIRA (1993), os dejetos de suínos podem apresentar em concentrações variáveis os seguintes micronutrientes: zinco, cobre, manganês e ferro.

Estes elementos são preocupantes no que se refere ao meio ambiente, pois, são considerados metais pesados.

Estes elementos são considerados indispensáveis aos seres vivos, mas em quantidades muito pequenas. Quando em excesso, estes elementos passam para outros organismos através das cadeias alimentares. Assim em cada nível trófico a concentração aumenta. Uma pessoa que consuma peixes ou outros organismos aquáticos contaminados por essas substâncias, passará a acumular esses tóxicos em seu organismo e, quando atingir determinada quantidade vão se manifestar os efeitos do envenenamento (CLEFFI, 1986).

Nos sistemas onde se adota a circulação intermitente, estes elementos encontram-se no efluente, o qual é, geralmente disposto em um corpo receptor sem nenhum tipo de tratamento.

Assim sendo, é necessário minimizar o impacto causado pelo fósforo e pelo nitrogênio dos efluentes de tanques de piscicultura, através de métodos de tratamentos. Dentre muitos sistemas de tratamentos, destacam-se os leitos cultivados com macrófitas aquáticas, em particular *Typha spp.* (Taboa), que podem ser utilizados como sistema de tratamento primário e secundário, bem como polimento terciário de efluente em sistema conjugado (ROSTON, 1994).

O objetivo do experimento foi avaliar o comportamento dos leitos cultivados na absorção dos micronutrientes presentes nos efluentes de tanques de piscicultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de maio à julho de 2002, por um período de 90 dias, no Setor de Aquacultura do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (CREUPI).

Os leitos cultivados foram instalados em sete (7) caixas de fibra de cimento-amianto, as quais foram dispostas em diferentes níveis a fim de que propiciar o escoamento do efluente de uma caixa para outra através da ação da gravidade. As caixas utilizadas apresentam as seguintes dimensões descritas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Dimensionamento das caixas utilizadas no ensaio. Espírito Santo do Pinhal, SP, 2002.

Caixa	Comprimento	Largura	Altura	Volume
1	0,74 m	0,74	0,60 m	250 L
2	0,84 m	0,64 m	0,55 m	250 L
3	0,62 m	0,54 m	0,45 m	150 L
4	0,62 m	0,54 m	0,45 m	150 L
5	0,62 m	0,54 m	0,45 m	150 L
6	0,62 m	0,54 m	0,45 m	150 L
7	0,62 m	0,54 m	0,45 m	150 L

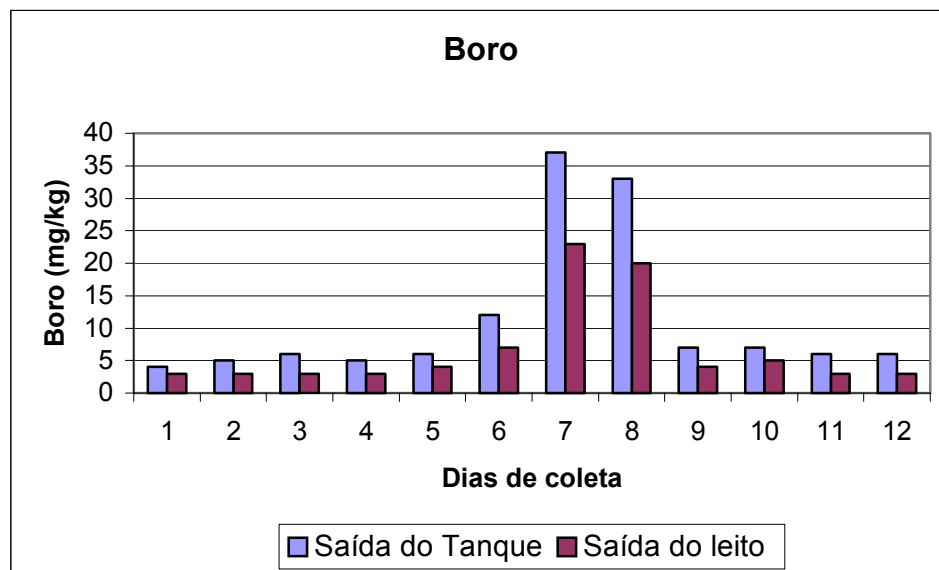
No fundo de cada caixa foi montado um sistema de drenagem composto por canos de PVC, com diâmetro de 0,5 polegada, com furos de 10 mm de diâmetro espaçados de 4 cm. Após ser captado por esta rede de drenagem, o efluente desloca-se por uma tubulação também de PVC, de mesmo diâmetro, posicionada verticalmente na parte posterior da caixa (tendo como referência a entrada) e que se encontra fixada por luvas de PVC, funcionando no sistema de vasos comunicantes. O cano posicionado na vertical, apresenta na sua extremidade superior uma curva em PVC (90°), voltada para a parte superior da caixa subsequente, servindo como sistema de abastecimento do afluente. Assim sendo, a água tratada em cada uma das caixas, passa a subsequente através da rede de drenagem em cada caixa e do tubo de PVC posicionado na vertical.

As caixas foram preenchidas com brita de número 3, sendo utilizada a macrófita aquática emergente conhecida como Taboa (*Typha spp.*) em sistema de monocultivo.

Em cada uma das caixas foram plantadas de seis (6) a oito (8) brotos de taboa, oriundos de brotações de plantas adultas colhidas no campo, as quais se encontravam mantidas em caixas d'água até o surgimento das brotações, quando foram transplantadas para as caixas.

A água submetida à tratamento foi a água do tanque de número 5, com 5 metros de comprimento, 4 metros de largura e 1,20 metros de profundidade, com as paredes laterais e o fundo em alvenaria de tijolos revestidos por concreto, existente no setor de Aquacultura. Na parte

#### a) Boro



**Figura 1.** Comportamento do boro do efluente do tanque de piscicultura e do efluente dos leitos cultivados no período de 06/05/02 à 22/07/02.

anterior apresenta uma tubulação em PVC dotada de registro do tipo gaveta para controle da entrada de água de abastecimento. O sistema de escoamento é do tipo “tubo em L”, propiciando o escoamento da água do fundo do tanque. O escoamento da água dá-se através de tubulação em PVC de diâmetro de 3 polegadas.

O tanque em questão foi povoado com 20 alevinos (comprimento médio de 3 centímetros) de *Tilapia rendalli*, que eram alimentados com ração balanceada, do tipo extrusada, duas vezes ao dia (manhã e à tarde), na proporção de 5% do peso vivo do lote. Semanalmente, o tanque recebia um adubação com esterco de suíno mineralizado, na proporção de 100 gramas/m<sup>2</sup>, levando-se em consideração a transparência da água.

A água de escoamento do tanque abastecia a primeira caixa, ou leito cultivado. A fim de promover uma vazão constante no abastecimento da primeira caixa do sistema de tratamento, foi adaptado na extremidade do tubo de escoamento de água do tanque, um registro do tipo gaveta.

Testou-se a vazão de 0,3 L/minuto, o que resultou num tempo de detenção hidráulico (THD) do sistema de 34 horas, 43 minutos e 20 segundos.

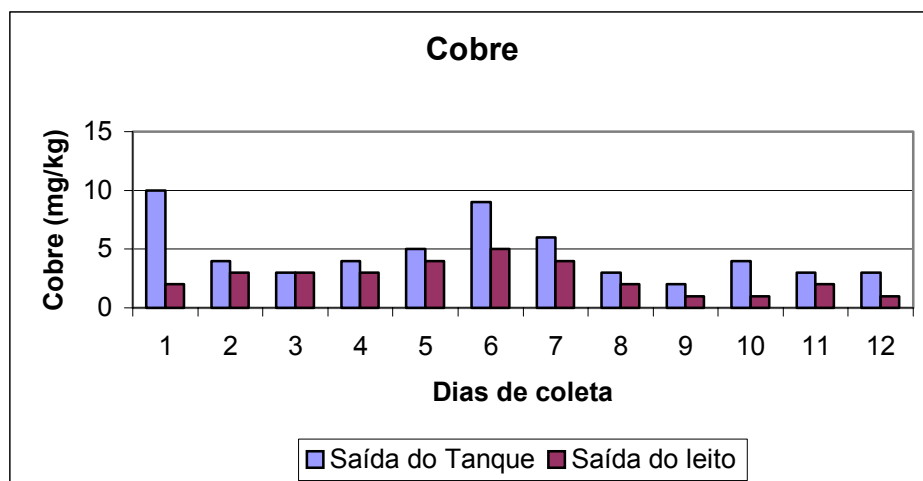
Seguindo as recomendações de ROSTON (1994), os leitos foram dispostos em série, a fim de aumentar a sua eficiência na remoção de nutrientes.

Quando da realização do experimento foram avaliados os seguintes parâmetros: Boro, Cobre, Ferro, Zinco e Manganês. As análises foram realizadas semanalmente, obtendo-se uma amostragem da saída do tanque (antes de ser submetida ao tratamento) e outra no final do tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

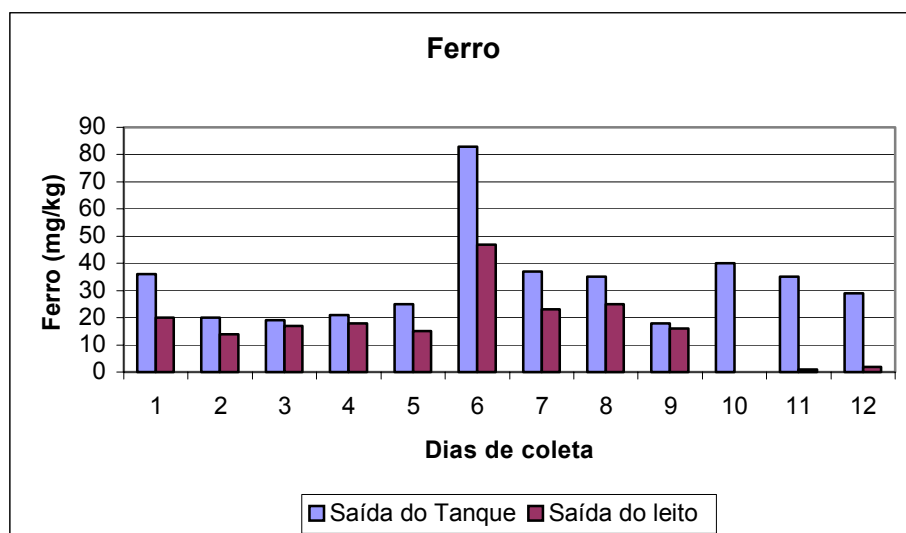
Os resultados do presente trabalho estão apresentados nas Tabelas 2; 3; 4 ; 5 e 6 e ilustrados nas Figuras 1; 2; 3; 4 e 5.

## b) Cobre



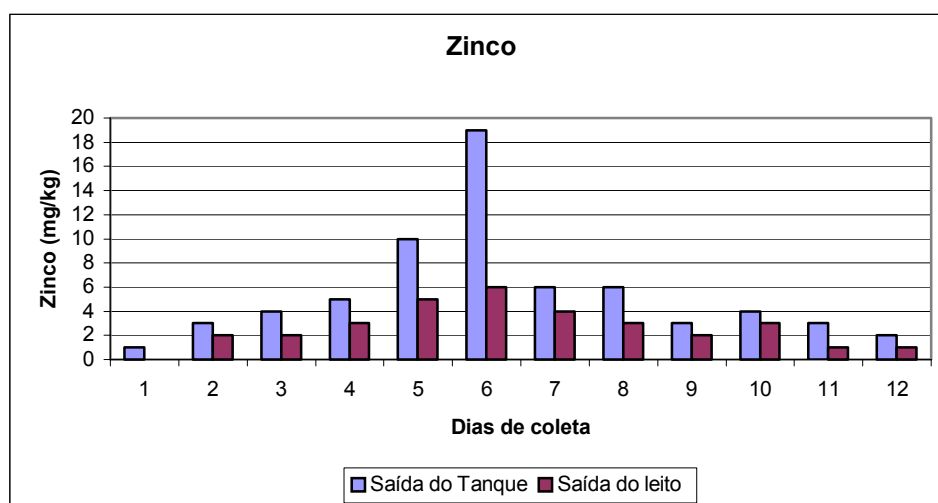
**Figura 2.** Comportamento do cobre do efluente do tanque de piscicultura e do efluente dos leitos cultivados no período de 06/05/02 à 22/07/02.

## c) Ferro



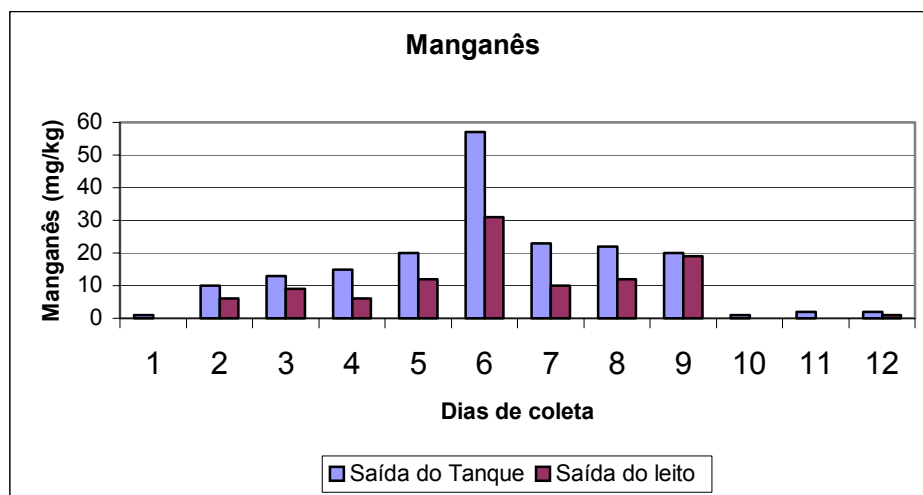
**Figura 3.** Comportamento do ferro do efluente do tanque de piscicultura e do efluente dos leitos cultivados no período de 06/05/02 à 22/07/02.

## d) Zinco



**Figura 4.** Comportamento do zinco do efluente do tanque de piscicultura e do efluente dos leitos cultivados no período de 06/05/02 à 22/07/02.

## e) Manganês



**Figura 5.** Comportamento do manganês do efluente do tanque de piscicultura e do efluente dos leitos cultivados no período de 06/05/02 à 22/07/02.

Conforme se observa na Tabela 2 e Figura 1 a remoção de Boro nos leitos cultivados durante o tratamento variou de 25% à 50%, verificando-se uma remoção média de 39,89%. Segundo MALAVOLTA (1980), o Boro, entre outras funções, estimula a absorção do Fósforo e do Potássio, formam a parede celular e incrementam a divisão celular.

A Tabela 3 e a Figura 2, ilustram a remoção de Cobre ocorrida nos leitos cultivados durante o tratamento, que variou de 0% à 80%, verificando-se uma remoção média de 40,51%.

Altas concentrações de Cobre podem afetar a absorção do Ferro e do Zinco. O Cobre têm as seguintes funções na planta: síntese de proteínas, interfere no metabolismo dos carboidratos e têm papel importante na fixação simbiótica do Nitrogênio e na fotossíntese (MALAVOLTA, 1980).

A análise da Tabela 4e Figura 3, que mostram o comportamento do Ferro nos leitos cultivados, durante o tratamento variou de 10,53% à 100%, verificando-se uma remoção média de 45,87%.

As altas concentrações de Cobre, Manganês e Zinco podem afetar a absorção do Ferro pela planta. As altas concentrações de Manganês pode inibir competitivamente a absorção do Ferro. As funções do Ferro na planta são a síntese de proteínas e de clorofila, afetando, também, a respiração da planta (MALAVOLTA, 1980).

Observa-se na Tabela 5e Figura 4, que a remoção de Zinco nos leitos cultivados durante o tratamento variou de 2,29% à 42,86%, verificando-se uma remoção média de 16,20%. O baixo desempenho do sistema na absorção do Zinco, pode ser atribuído face à presença de Cobre e Ferro. O Zinco, nas plantas, afeta a divisão celular e é ativador enzimático importante (MALAVOLTA, 1980).

A Tabela 6e a Figura 5, ilustram a remoção de Manganês ocorrida nos leitos cultivados durante o tratamento, que variou de 5% à 100%, verificando-se uma remoção média de 56,11%. O Manganês, nas plantas, participa como ativador enzimático nas seqüências do metabolismo de açúcares, lipídeos e proteínas e, também na fotossíntese (MALAVOLTA, 1980).

**Tabela 2.** Concentrações de Boro (mg/Kg) do efluente do tanque de cultivo e do efluente do leitos cultivado, no período de maio à julho de 2002.

Período	06/05 7 dias	13/05 14 dias	20/05 21 dias	27/05 28 dias	03/06 35 dias	10/06 42 dias	17/06 49 dias	24/06 56 dias	01/07 63 dias	08/07 70 dias	15/07 77 dias	22/07 84 dias
Saída do Tanque	4	5	6	5	6	12	37	33	7	7	6	6
Saída do leito	3	3	3	3	4	7	23	20	4	5	3	3
% Remoção B	25%	40%	50%	40%	33,33	41,67%	37,84%	39,39%	42,86%	28,57%	50%	50%

% Remoção B – ocorrida entre o efluente do tanque e o efluente do leito cultivado.

**Tabela 3** Concentrações de Cobre (mg/Kg) do efluente do tanque de cultivo e do efluente do leitos cultivado, no período de maio à julho de 2002.

Período	06/05 7 dias	13/05 14 dias	20/05 21 dias	27/05 28 dias	03/06 35 dias	10/06 42 dias	17/06 49 dias	24/06 56 dias	01/07 63 dias	08/07 70 dias	15/07 77 dias	22/07 84 dias
Saída do Tanque	10	4	3	4	5	9	6	3	2	4	3	3
Saída do leito	2	3	3	3	4	5	4	2	1	1	2	1
% Remoção Cu	80%	25%	0%	25%	20%	44,44%	33,33%	33,33%	50%	75%	33,33%	66,67%

% Remoção Cu – ocorrida entre o efluente do tanque e o efluente do leito cultivado.

**Tabela 4.** Concentrações de Ferro (mg/Kg) do efluente do tanque de cultivo e do efluente do leitos cultivado, no período de maio à julho de 2002.

Período	06/05 7 dias	13/05 14 dias	20/05 21 dias	27/05 28 dias	03/06 35 dias	10/06 42 dias	17/06 49 dias	24/06 56 dias	01/07 63 dias	08/07 70 dias	15/07 77 dias	22/07 84 dias
Saída do Tanque	36	20	19	21	25	83	37	35	18	40	35	29
Saída do leito	20	14	17	18	15	47	23	25	16	0	1	2
% Remoção Fe	44,44%	30%	10,53%	14,29%	40%	43,37%	37,84%	28,57%	11,11%	100%	97,14%	93,10%

% Remoção Fe – ocorrida entre o efluente do tanque e o efluente do leito cultivado.

**Tabela 5.** Concentrações de Zn (mg/Kg) do efluente do tanque de cultivo e do efluente do leitos cultivado, no período de maio à julho de 2002.

Período	06/05 7 dias	13/05 14 dias	20/05 21 dias	27/05 28 dias	03/06 35 dias	10/06 42 dias	17/06 49 dias	24/06 56 dias	01/07 63 dias	08/07 70 dias	15/07 77 dias	22/07 84 dias
Saída do Tanque	1	3	4	5	10	19	6	6	3	4	3	2
Saída do leito	0	2	2	3	5	6	4	3	2	3	1	1
% Remoção Zn	100%	33,33%	50%	40%	50%	68,42%	33,33%	50%	33,33%	25%	66,66%	50%

% Remoção Zn – ocorrida entre o efluente do tanque e o efluente do leito cultivado.

**Tabela 6.** Concentrações de Mn (mg/Kg) do efluente do tanque de cultivo e do efluente do leitos cultivado, no período de maio à julho de 2002.

Período	06/05 7 dias	13/05 14 dias	20/05 21 dias	27/05 28 dias	03/06 35 dias	10/06 42 dias	17/06 49 dias	24/06 56 dias	01/07 63 dias	08/07 70 dias	15/07 77 dias	22/07 84 dias
Saída do Tanque	1	10	13	15	20	57	23	22	20	1	2	2
Saída do leito	0	6	9	6	12	31	10	12	19	0	0	1
% Remoção Mn	100%	40%	30,77%	60%	40%	45,61%	56,52%	45,45%	5%	100%	100%	50%

% Remoção Mn – ocorrida entre o efluente do tanque e o efluente do leito cultivado.

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- O desempenho do sistema na remoção de Boro, Cobre, Ferro e Manganês foram satisfatórias;
- A remoção de Zinco no sistema foi baixa, provavelmente influenciada por outros elementos tais como Ferro e Cobre, ou até mesmo de acordo com a exigência nutricional da planta;
- É importante que sejam realizados estudos com outras macrófitas aquáticas para que se possa avaliar a eficiência na remoção do elementos estudados.

#### LITERATURA CITADA

- CLEFFI, N. M. **Curso de biologia: Ecologia**. São Paulo: Editora Harbra, 1986. Cap. 10. O homem e a biosfera. p. 165 – 183.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. **Revista Panorama da Aqüicultura**. Rio de Janeiro, vol. 8, n.º 46, p. 35-41, março/abril 1998.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980, v. 1. Cap. 6: Os elementos minerais. p. 104-216.
- OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização de dejetos de suínos**, Concórdia, Embrapa, 1993, 179p.
- ROSTON, D. M. Uso de várzeas artificiais para tratamento de efluente de tanque séptico. Anais: **XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Campinas – SP, n.º 94-7-210, julho/1994.