

Coleta de amostras de sedimentos em viveiros de piscicultura

Ricardo Pereira Ribeiro¹, Erico Sengik^{1*}, Nelson Mauricio Lopera Barrero¹, Adriana Letícia Ciola¹, Heden Luiz Marques Moreira², Fabio Rosa Sussel¹, Enio Lupchinski Junior¹ e Celso Benites³

¹Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Laboratório Engenharia Genética Animal, Centro de Biotecnologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. ³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato do Grosso do Sul, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: esengik@uem.br

RESUMO. A coleta de amostras é um ponto crítico para a representatividade da análise de sedimentos em viveiros de piscicultura. Entre os vários fatores que poderão afetar os resultados obtidos estão o número de amostras e sua casualização. O objetivo deste trabalho foi analisar amostras coletadas de sedimentos em viveiros de piscicultura, medindo o efeito do número de amostragens na variabilidade dos resultados obtidos. Para tal efeito, foi utilizado um viveiro para alevinagem localizado na Estação de Piscicultura da Universidade Estadual de Maringá/Codapar no distrito de Floriano (Maringá, Estado do Paraná). Foram coletadas amostras em nove pontos dentro do viveiro, seguindo os métodos de divisão em quadras, em “S” imaginário com casualização e coletada uma amostra composta por 10 amostras simples ao acaso do solo original do viveiro, localizado na periferia do mesmo, apenas para comparação. Nessas amostras foram determinadas as principais características químicas dos sedimentos do viveiro e do solo original. Os maiores coeficientes de variação entre as características estudadas foram observados na determinação do fósforo e do carbono e o menor coeficiente foi observado no valor de pH dos sedimentos. Determinou-se que com sete amostras simples coletadas ao acaso é possível obter-se uma amostra representativa ao nível de 5%, para uma variação de 20% da média verdadeira. Para o fósforo e carbono, em nível de 1% de probabilidade e 10% de variabilidade da média, estimou-se em 56 coletas de amostras simples. O método de divisão em seis quadras associado com o método de coleta em “S” imaginário e casualização demonstrou ser uma boa técnica para caracterizar a fertilidade do viveiro em estudo.

Palavras-chave: análise de sedimentos, casualização, fertilidade, método de divisão em quadras, método em “S”.

ABSTRACT. Sediment sample collecting in fish ponds. Sample collecting is crucial for the representativeness of sediments analysis in fish pond. The number of samples and their randomization are among the various factors that may affect results. Current research aims to analyze and develop a technique for sample collecting in fish pond through the evaluation of the effects of the sample number on the variability of results obtained. A fry pond at the Fish culture Station of the State University of Maringá/Codapar, located in the district of Floriano, Maringá city, Paraná State, Brazil, was used. Whereas samples were collected in nine sites within the pond, according to the square division method, in a randomized imaginary S, a sample comprising 10 simple samples was randomly collected for comparison with the pond original soil at its margin. The main chemical characteristics of the original soil and of the pond sediments in the samples were determined. Highest variation coefficients among the characteristics were phosphorus and carbon; soil pH showed the lowest coefficient. It has been found that a representative sample, at 5% level, could be obtained from seven randomly collected simple samples at a 20% variation of the correct average. Fifty-six collections of simple samples were needed in the case of phosphorus and carbon, at 1% level of probability and 10% average variability. The six square division method plus the imaginary S-collection method and randomization were a good technique to assess the pond fertility.

Key words: sediments analysis, randomization, fertility, square division method, S-method.

Introdução

Os solos dos viveiros influenciam a qualidade da água e a produção, sendo saturados com água mais tempo que os solos convencionais. Nos viveiros de piscicultura, para colheita durante o período de drenagem, ocorrem uma aeração do solo e uma estimulação à decomposição microbiana da matéria orgânica. Solos de viveiros não diferem grandemente dos solos terrestres em suas características físicas, químicas e no aspecto mineral (Boyd, 1982). A maior diferença entre o solo de viveiros e o solo de agricultura é que os solos dos viveiros são inundados continuamente, sendo similares a solos inundados (pantaneais), mas a densa vegetação aquática típica dos solos inundados é pouca em solos de viveiros (Boyd, 1995). A interação entre a água e os sedimentos do fundo do viveiro de piscicultura não deve ser ignorada, porque o manejo inadequado da água e dos sedimentos pode prejudicar a sobrevivência e crescimento dos organismos aquáticos cultivados. A amostragem de sedimentos do fundo dos viveiros é fundamental para assegurar uma análise representativa das condições químicas reais do fundo dos viveiros, cujo objetivo é avaliar não só a qualidade dos sedimentos, como também identificar alternativas para otimizar os índices de produtividade e rentabilidade dos viveiros de produção (Queiroz *et al.*, 2004).

A partir dos resultados da análise química de um solo são feitas várias operações de manejo, como a recomendação da escolha do local para a fazenda de aquíicultura (Boyd, 1997) e de calagem e fertilização dos viveiros (Boyd, 1982, 1995). Em um viveiro de piscicultura os problemas relacionados com as coletas de amostras de solos, para fins de análise, são muito semelhantes às para fins agrícolas. A grande variabilidade dos solos e a maneira como são coletadas as amostras fazem dessa atividade um ponto crítico para as interpretações e recomendações a partir das mesmas (Alvarez e Carraro, 1978). Uma amostra de solo é considerada representativa quando reflete com alto grau de confiança as condições de fertilidade do solo da área amostrada (Anghinoni e Salet, 1995). A caracterização do solo dos viveiros também ilustra a relação entre a espessura dos sedimentos do fundo e a reatividade da matéria orgânica, informações indispensáveis para indicar recomendações quanto à localização, construção e manejo dos viveiros para aquíicultura (Queiroz *et al.*, 2004).

A principal fonte de erro nos resultados de análise de solo é a obtenção da amostra e o seu manuseio, tornando-se necessário definir métodos de amostragem representativos quanto ao local de

coleta, ao volume, à forma de coleta e ao número de subamostras necessárias para obter-se uma baixa variabilidade dentro de critérios de confiabilidade estatística (Catani *et al.*, 1954; Schlindwein *et al.*, 1998; Schlindwein e Anghinoni, 2002). Boyd (1995) descreve como principais fatores no momento da amostragem o tempo, o número de amostras por viveiro, os pontos a serem coletados (amostras do centro e periféricas normalmente são usadas para viveiros), a espessura da camada de solo coletada, tipo de amostrador, técnica de secagem, tamizamento e estocagem da amostra. Segundo Alvarez e Guarçoni (2003), na amostragem deve-se considerar também a variabilidade do solo em relação às suas características químicas e físicas, visto que elas influenciam o número e a distribuição das amostras simples a serem coletadas por área de manejo. Para viveiros de piscicultura, Boyd (1995) propõe de cinco a dez amostras para formar uma composta e três técnicas para a localização das amostras: uma em que as amostras são coletadas ao acaso no viveiro de maneira a cobrir toda a área, outra em que as amostras são coletadas em cima de um “S” imaginário ou um padrão em “S”, que geralmente é recomendada, e uma terceira em que o viveiro é dividido em oito ou nove quadras e a coleta é feita ao acaso dentro de cada quadra. Para que haja maior representatividade dos nutrientes no sedimento, a amostragem deve ser criteriosa, principalmente em relação ao local e a forma de coleta, porque vai influenciar no número de subamostras representativas da área. A coleta deve ser feita abrangendo a maior variedade da área e homogeneidade do solo (Silva *et al.*, 2003).

É comum em viveiros de piscicultura onde houveram vários ciclos de cultivo apresentar regiões específicas dentro do viveiro com maior fertilidade do solo. Essas áreas são geralmente aquelas nas quais rotineiramente os peixes são alimentados, sendo que as sobras de ração e a maior quantidade de excrementos, em função do maior tempo de permanência dos peixes nesse local, explica a maior fertilidade dessas áreas. Assim o conhecimento do manejo alimentar adotado é um importante fator a ser considerado durante o processo de amostragem de solo em viveiros de piscicultura.

No Brasil, por ocasião de realização deste experimento, foram encontrados poucos registros de pesquisas relacionadas com amostragem de solos para fim de exploração na

piscicultura (Sipaúba-Tavares *et al.*, 2003; Sipaúba-Tavares e Boyd, 2003) sendo objetivo deste trabalho estudar o efeito do número de amostras na variabilidade dos resultados obtidos na amostragem de viveiros de piscicultura, para a realização de análise de sedimentos.

Material e métodos

Descrição do local de amostragem

O experimento foi realizado em julho de 2001 na estação de piscicultura da Universidade Estadual de Maringá/Codapar, localizada no distrito de Floriano (Maringá, Estado do Paraná) em um viveiro utilizado para alevinagem, onde há três anos foi retirado o sedimento do fundo para limpeza, e cada lote de alevinos permaneceu 25 dias, fertilizando um período de cultivo (safra) de sete meses. Depois de drenado, o viveiro ficou três dias ao sol antes de serem coletadas as amostras, tempo durante o qual acontece a secagem dos sedimentos, possibilitando e facilitando desta maneira a coleta.

Em cada safra foram produzidos sete lotes de alevinos e em cada lote foi efetuada uma adubação com 140 kg de esterco bovino fresco (90% de umidade), ou seja, um quilo por metro quadrado. O viveiro, em seu interior, possui uma caixa de despesca (3 x 2 x 0,40 m) na qual era fornecida a ração aos peixes (Figura 1).

Coleta de amostras

As amostras de sedimento do viveiro vazio foram coletadas de uma profundidade de 0 a 10 centímetros (em função da provável concentração superficial de nutrientes) utilizando um enxadão, tendo cuidado de coletar a mesma quantidade de amostra. As amostras foram acondicionadas em um recipiente plástico (balde de 5 a 10 L) no momento da coleta e armazenadas em recipientes individuais devidamente identificados. A superfície de viveiro a ser amostrada foi limpa (folhas, ramos ou galhos) com cautela para não remover o sedimento. Utilizando o enxadão, foi feito um buraco em forma de cunha na profundidade de 0 a 10 cm, sendo cortada uma fatia de cima para baixo e o material transferido para o balde. Foi empregada a associação do método em “S” imaginário e a divisão do viveiro em oito quadras segundo a proposta de Boyd (1995), sendo coletadas nove amostras do solo do viveiro ao acaso, incluindo uma dentro da caixa de despesca (Figura 1).

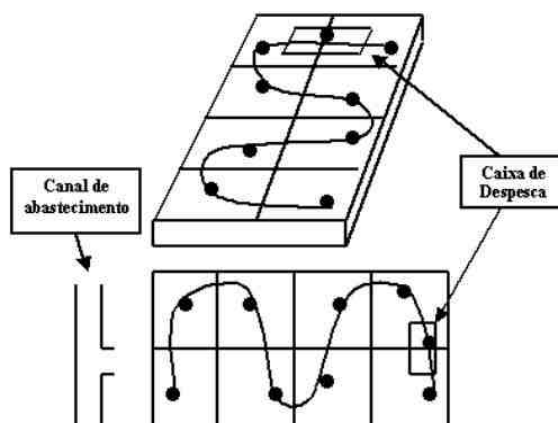


Figura 1. Desenho esquemático do método empregado na coleta de sedimentos, associando os métodos em “S” imaginário e divisão do viveiro em oito quadras.

Foram coletadas 10 amostras ao acaso do solo periférico localizado ao redor do viveiro em uma balde plástico (5 a 10 L), formando-se uma amostra única misturada para as análises de laboratório. Para evitar a dificuldade em misturar as amostras, cada fatia foi coletada com enxadão e destorroadada dentro do próprio buraco, sendo retirada uma porção dessa amostra transferindo para o balde. Tanto para amostra de sedimentos do viveiro como para amostra do solo periférico foi coletado um quilograma para cada análise.

Análises químicas do sedimento

A análise química do sedimento foi realizada em laboratório segundo as metodologias utilizadas pela Embrapa (1997) no Laboratório de Solos (Departamento de Agronomia) da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, com as seguintes análises: pH em água, as bases trocáveis: cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}) e potássio (K^{+}). Também o alumínio (Al^{+3}), a acidez potencial ($\text{H}^{+} + \text{Al}^{+3}$), o teor de fósforo (P), hidrogênio (H^{+}) e o carbono (C). As amostras foram secas ao ar e tamizadas para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

Análises estatísticas

Para cada característica química analisada, foi determinada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação utilizando o programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (2000), determinando o número de subamostras a serem feitas ao nível de 10%, 5% e 1% para uma variação da média de 20%, ao nível de 1% para uma variação média de 10%, com segurança de 95% de probabilidade, utilizando-se a equação utilizada por Barreto *et al.* (1974) e Silva *et al.* (2003).

Resultados e Discussão

As características químicas do solo original e do solo do viveiro de piscicultura, bem como o coeficiente de variação (CV) e desvio padrão (DPA), são apresentados na Tabela 1. O número de amostras representativas está apresentado na Tabela 2, sendo os cálculos feitos por meio da equação 1 anteriormente descrita.

Comparando-se o solo original com o solo do viveiro observa-se um efeito acidificante devido à maior concentração de íons hidrogênios e possivelmente devido às alterações no estado de oxidação e redução deste solo. Os aumentos de cálcio, magnésio justificam-se pelo acréscimo de resíduos orgânicos expressado pelo aumento de carbono orgânico. A redução no teor do potássio trocável deve se justificar pela sua maior solubilidade e facilidade de deslocamento do complexo de troca para a solução do solo e viveiro de piscicultura.

Os maiores valores de coeficiente de variação foram registrados na determinação do fósforo e carbono (Tabela 1). O carbono expressa a variabilidade da concentração de matéria orgânica nas diferentes partes do viveiro e o fósforo (e as bactérias atuando na fixação dele) acompanha essa variabilidade comprovando a íntima ligação entre ambos. A ração dos peixes mesmo colocada em um ponto espalha-se, causando esse acréscimo de fósforo e carbono, comprovando observações de Boyd (1982), de que a adubação orgânica e os dejetos dos viveiros refletem a maior variabilidade da matéria orgânica e do fósforo em viveiros de piscicultura. Em condições agrícolas, Santos e Vasconcelos (1987) observaram maiores variações para fósforo, cálcio, magnésio e potássio e menores para os valores de pH, alumínio e matéria orgânica.

O cálcio, o magnésio e o potássio apresentaram variabilidade muito semelhante entre si demonstrando concentrações no solo bastante uniforme. Possivelmente foi um reflexo das concentrações naturais do solo, não sendo muito afetadas pela dinâmica da matéria orgânica contidas no viveiro (Tabela 1). Tendo em conta os valores de cálcio e potássio, considerando uma confiabilidade de 90% e um erro em torno da média de 1%, foram necessárias 11 amostras para cada um dos nutrientes. Já para hidrogênio e magnésio, nos mesmos critérios de confiabilidade, foram necessárias 15 amostras (Tabela 2).

O fósforo e o carbono foram os nutrientes que necessitaram de maior número de amostragens (Tabela 2). Considerando uma confiabilidade de 90% e um erro em torno da média de 1%, foram necessárias 56 amostras para fósforo e carbono, respectivamente. O resultado pode ser atribuído ao alto coeficiente de variação entre as concentrações de fósforo. Schlindwein e Anghinoni

(2000) analisando o fósforo, encontraram que 13 subamostras formando uma composta foram suficientes para uma confiabilidade de 95%. Em relação aos outros nutrientes (hidrogênio, cálcio, magnésio e potássio), para os mesmos critérios de confiabilidade, foram necessárias entre 11 e 15 amostras.

Tabela 1. Valores médios de pH em água, hidrogênio, cálcio (Ca^{++}), magnésio (Mg^{++}), potássio (K^+), fósforo (P) e carbono (C) das amostras do solo original e do solo do viveiro entre 0 e 10 cm de profundidade do viveiro de piscicultura.

Características	pH _{H₂O}	H ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	P	C
			Cmol _e dm ⁻³			mg dm ⁻³	g dm ⁻³
Solo original	7,40	2,19	10,27	4,89	0,65	10	3,84
Solo no Viveiro	6,17	3,90	12,78	7,37	0,48	22,56	20,78
DP	0,19	0,46	1,31	0,86	0,05	5,29	4,86
cv	0,03	0,12	0,10	0,12	0,10	0,23	0,23

DP: Desvio padrão; cv: Coeficiente de variação.

Considerando uma confiabilidade de 80% e um erro em torno da média de 10%, para a maioria dos nutrientes foi necessária uma (1) amostra, com exceção do fósforo e carbono, que precisaram de 4 amostras (Tabela 2). Para a mesma confiabilidade, mas com um erro de 5%, o número de amostras aumentou a dois (2) para o hidrogênio e magnésio e a sete (7) para o fósforo e o carbono. Já considerando uma confiabilidade de 80% e erro em torno da média de 1%, o número de amostras para fósforo e carbono foi de 14 e para os outros nutrientes, com os mesmos critérios de confiabilidade e erro, foram necessárias entre três (3) e quatro (4) amostras (Tabela 2).

Tabela 2. Números de amostras a serem coletadas, ao nível de 10%, 5% e 1% para uma variação da média de 20% e ao nível de 1% para uma variação da média de 10%, calculadas segundo Barreto *et al.* (1974) e Silva *et al.* (2003).

Probabilidade (%)		pH _{H₂O}	H ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	P	C
E	α			Cmol _e dm ⁻³			mg dm ⁻³	g dm ⁻³
n20	(10%)	1	1	1	1	1	4	4
n20	(5%)	1	2	1	2	1	7	7
n20	(1%)	1	4	3	4	3	14	14
n10	(1%)	1	15	11	15	11	56	56

Média de 9 amostras simples; $\eta = [(\alpha \cdot cv)/e]^2$ sendo η o número médio de amostras compostas, cv o coeficiente de variação (%), t é o valor da tabela (teste t) correspondente ao erro α e ao número de graus de liberdade do quadrado médio residual, a probabilidade de 80 a 95%, com uma variação de erro em torno da média de 20% e 10% e (e) é o erro em torno da média (%).

Analisando os parâmetros estatísticos da média do solo do viveiro (Tabela 2), observa-se que o valor de pH em água do solo foi a característica de menor variação, pois apenas uma amostra coletada no viveiro foi representativa, mesmo ao nível de 1% com 10% de variabilidade do valor da média da amostra. O valor de pH mesmo em solos agrícolas tem apresentado menores variações entre os nutrientes (Santos e Vasconcellos, 1987).

Considerando como aceitável um desvio padrão de

média de 20% chega-se a um número de sete amostras simples ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2). Uma vez que sete amostras devem ser coletadas ao acaso e para assegurar essa casualização e representatividade do viveiro como um todo, recomenda-se que as mesmas sejam coletadas ao longo de um “S” imaginário, com o viveiro dividido em seis quadras, como mostra a Figura 2.

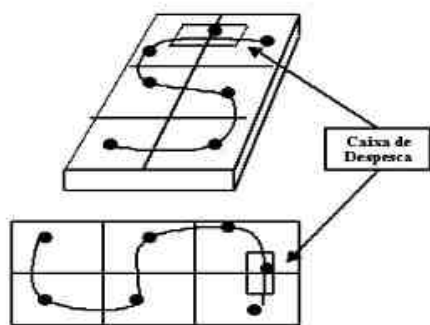


Figura 2. Desenho esquemático do método proposto na coleta de sedimentos, associando os métodos em “S” imaginário e divisão do viveiro em seis quadras.

Conclusão

A coleta de amostras (associação do método em “S” e a divisão do viveiro em oito quadras) em viveiro vazio, para a época do ano de julho de 2001, utilizando enxadão como ferramenta de coleta, mostrou ser eficiente para a representatividade dos resultados e pode contemplar a divisão do viveiro em seis quadras, com coletas ao acaso segundo um “S”, com um número mínimo de sete amostras.

Referências

- ALVAREZ, V.H.; CARRARO, I.M. Variabilidade do solo numa unidade de amostragem em solo de Cascavel e de Ponta Grossa, Paraná. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 23, n. 130, p. 503-510, 1978.
- ALVAREZ, V.H.; GUARÇONI, M.A. Variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v. 27, n. 2, p. 297-310, 2003. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n2/16231.pdf>>. Acesso em: 13 Dez. 2004.
- ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Variabilidade espacial de propriedades químicas do solo no sistema plantio direto. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. *Anais ...* Castro: Fundação ABC, 1995. p. 279-290.
- BARRETO, A.C. *et al.* Determinação estatística do número de amostras simples de solo por área para avaliação de sua fertilidade. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 23, n. 114, p. 142-147, 1974.
- BOYD, C.E. *Water quality management for pond fish culture*. New York: Elsevier Science Publishers B.V, 1982.

BOYD, C.E. *Bottom soils, sediment, and pond aquaculture*. New York: Chapman & Hall, 1995.

BOYD, C.E. Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aqüicultura. Departamento de Aqüicultura: Ed. Silvio Romero de C. Coelho, 1997.

CATANI, R.A. *et al.* Amostragem de solo para estudos de fertilidade. *Bragantia*, Campinas, v. 14, n. 3, p. 20-26, 1954.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamentos e conservação de Solos. *Manual de Métodos de Análise de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério de Agricultura. 212p. 1997.

QUEIROZ, J.F. *et al.* Coleta e preparação de amostras de sedimentos de viveiros de aqüicultura. EMBRAPA MEIO AMBIENTE, Comunicado Técnico n. 17. Jaguariúna, Agosto, 2004. Disponível em <<http://www.cnpma.embrapa.br/public/conta.php3?flag=39>> Acesso em: 16 Dez. 2004.

SANTOS, H.L.; VASCONCELLOS, C.A. Determinação do número de amostras de solos para análise química em diferentes condições de manejo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 11, n. 2, p. 97-100, 1987.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT® User's guide: statistics, versão 8.1. 4. ed, v. 2, Cary: SAS institute. 2000.

SCHLINDWEIN, J.A.; ANGHINONI, I. Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema de plantio direto. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 24, n. 3, p. 85-91, 2000.

SCHLINDWEIN, J.A.; ANGHINONI, I. Tamanho da subamostra e representatividade da fertilidade do solo no sistema plantio direto. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 963-968, 2002.

SCHLINDWEIN, J.A. *et al.* Variabilidade dos índices de fertilidade do solo no sistema de plantio direto e coleta de amostras representativas de solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICRORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1998, Caxambú. *Resumos...* Caxambú. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p. 265.

SILVA, M.A.G.S. *et al.* Amostragem e variabilidade nos atributos de fertilidade em um latossolo sob plantio direto em São Miguel do Iguaçu, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 243-248, 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BOYD, C.E. Comparison of a dry ash method with perchloric acid digestion for total phosphorus analysis of pond sediment. *J. Aquacult. Trop.*, Calcutta, v. 18, n. 3, p. 239-244, 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *et al.* Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* (tambaqui) ponds. *Acta Limnologica Brasiliensis*, Botucatu, v. 1513, p. 95-103, 2003.

Received on February 10, 2004.

Accepted on September 15, 2005.