

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE MATÉRIA ORGÂNICA, NITROGÊNIO
ORGÂNICO TOTAL, FÓSFORO TOTAL E ALGUMAS FORMAS IÔNICAS
NOS SEDIMENTOS RECENTES DE 3 LAGOS DE MINAS GERAIS

COUTINHO, M.E.* e BARBOSA, F.A.R.*

RESUMO

Os teores de Matéria Orgânica (M.O.), nitrogênio orgânico total (N), fósforo total (P), Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe e Mn foram analisados em diferentes frações dos sedimentos recentes de três lagos localizados no estado de Minas Gerais. Os "cores" foram coletados no inverno (maio/agosto, 1984) e no verão (janeiro/1985), com o objetivo de se proceder a uma caracterização em termos comparativos e de relacioná-los aos impactos causados pelas atividades humanas nas bacias dos lagos, sugerindo, se possível, medidas de proteção e utilização múltipla desses ambientes. As medidas foram feitas através de métodos espectrofotométricos e de absorção atômica e, os resultados foram expressos em porcentagem do peso seco (% P.S.). Os resultados obtidos mostram padrões distintos para a distribuição dos nutrientes entre os lagos estudados. Os sedimentos são, caracteristicamente, do tipo orgânico, com níveis de M.O. variando entre 7.8% P.S. (Lagoa Santa) e 63.3% P.S. (Lagoa Olhos d'Água). As formas iônicas mostraram pequenas diferenças entre o inver-

* Departamento de Biologia Geral - ICB/UFMG

no e o verão, exceto o Ca^{2+} e Mg^{2+} , na Lagoa Olhos d'Água. De uma maneira geral os resultados obtidos sugerem a hipótese desses ambientes estarem sob impactos resultantes das atividades humanas em suas bacias e evidenciam a necessidade de um monitoramento mais rigoroso, visando o disciplinamento dos usos de suas águas e das atividades em suas bacias de drenagem.

ABSTRACT - VERTICAL DISTRIBUTION OF ORGANIC MATTER, TOTAL ORGANIC NITROGEN, TOTAL PHOSPHORUS AND SOME IONIC AQUEOUS SPECIES IN THE MODERN SEDIMENTS OF THREE LAKES IN THE MINAS GERAIS STATE

The levels of organic matter (O.M.), total organic nitrogen (N), total phosphorus (P), sodium, potassium, calcium, magnesium, iron and manganese were analysed in different fractions of recent sediments of three lakes located in the State of Minas Gerais (southern Brazil). The core samples were collected during winter and summer with the aim of establishing preliminary comparative characterization and to relate these sediments to human impacts on the lakes watersheds. The measurements were mainly made through spectrophotometric and atomic absorption methods. The results showed distinct patterns for nutrients distribution among the studied lakes. The sediments were principally of organic type with levels of O.M. ranging from 7.8% to 63.3% (dry weight). The cation concentrations showed very small differences between winter and summer, except for Ca^{2+} and Mg^{2+} in the lake Olhos d'Água. In general, the results suggest the hypothesis that these environments are suffering the impacts of human activities in their watersheds and the need of a monitoring program for multiple utilization and exploitation of those lakes watersheds.

INTRODUÇÃO

O sedimento lacustre está associado às condições ambientais do lago e reflete as práticas do uso do solo de sua bacia de drenagem (KEMP et al, 1974), bem como, numa escala maior, as características climáticas e geológicas da região (SYERS et al, 1973).

Sua formação e comportamento são resultados integrados de fatores físicos, químicos e biológicos que ocorrem no lago, os quais por sua vez, são particularmente influenciados pela origem, forma e orientação da bacia, pelas condições climáticas da região, e sua cobertura vegetal predominante.

Do ponto de vista limnológico, o "compartimento sedimento" foi, inicialmente reconhecido como depósito de matéria mineral de origem autóctone e alóctone (VON POST, 1862, in ESTEVES, 1983).

Estudos posteriores (HUTCHINSON et al, 1943, MORTIMER 1941, 1942) demonstraram a importância do sedimento e da interface sedimento/água na elucidação de muitos processos que ocorrem no lago e na sua bacia de drenagem, principalmente no que concerne à dinâmica dos nutrientes, a reciclagem da matéria orgânica mineralizada e sua interação com os fatores físicos, químicos e biológicos da coluna d'água.

O estudo do sedimento lacustre, através de diferentes e complementares abordagens (estratigrafia, palinologia, composição química, etc.) tem permitido a caracterização da história geológica desses ambientes, bem como o estabelecimento de estreita correlação com as atividades antrópicas, a utilização das terras adjacentes e seus respectivos impactos. Assim, como exemplos importantes pode-se citar a correlação entre as variações na estratigrafia do sedimento e o desenvolvimento cultural na bacia do lago Washington, mostrado por SHAPIRO et al (1971) in KEMP et al (1974), bem como, a correlação entre as variações no conjunto das diatomáceas das primeiras camadas do sedimento do Lago Ontário e

a eutrofização cultural, sugerida por DUTHIE & SRCENIVASA (1971) in KEMP et al (1974).

Outra importante consequência dos estudos do sedimento lacustre, é sua inegável contribuição para o conhecimento e caracterização de um dos principais problemas ambientais decorrentes das ações humanas que é a eutrofização. Esta, de acordo com KAJAK (1978), parece ser ainda um dos mais sérios problemas para a utilização dos corpos d'água, já que, freqüentemente, após atingir-se certo grau neste processo, a recuperação do ambiente em questão, embora possível, necessita geralmente de técnicas bastante complexas (BJORK, 1978) e custos muito elevados. O papel do sedimento na caracterização deste processo e no controle da qualidade da água, é de fundamental importância, conforme ressaltado por diversos autores (BAHLINGER & MCKEE, 1972; KOTHANDARAMAN et al, 1977; dentre outros).

Conforme ressaltado por ESTEVES (1983), a grande maioria dos estudos sobre sedimentos lacustres tem sido desenvolvido em lagos temperados e, nas regiões tropicais, merecem destaque os estudos de HUMMEL (1931) em lagos indonésicos e aqueles de VINER (1975, 1977) em lagos africanos. Particularmente no Brasil, devem ser citados o trabalho de TRINDADE (1980) na Represa do Lobo e os trabalhos de ESTEVES (1983) e ESTEVES & CAMARGO (1982) em reservatórios do estado de São Paulo e ESTEVES et al (1983), num pequeno lago de dolina, em Minas Gerais.

O presente estudo compara a composição química dos sedimentos recentes de 3 lagos situados na região cárstica central de Minas Gerais, com o objetivo principal de elaborar uma caracterização preliminar destes sedimentos, com base na distribuição vertical dos teores de matéria orgânica (M.O.), nitrogênio total (N), fósforo total (P) e algumas formas iônicas (Na^+ , K^+ , Mn, Fe, Ca^{2+} e Mg^{2+}).

Complementarmente, através da comparação destes dados entre si e com aqueles existentes na literatura específica, pretende-se correlacioná-los com as atividades huma-

nas em suas bacias de drenagem e seus impactos, de modo a se obter subsídios que permitam a proposição de medidas de proteção e utilização múltipla desses ambientes.

LOCAL DE ESTUDO

A região Kárstica central de Minas Gerais abrange, segundo KOHLER et al (1978), uma área de 400 km², localizada entre os paralelos 19°44' e 19°33' latitude sul e os meridianos 44°05' e 43°50' W. A leste, é limitada a grosso modo, pelo Rio das Velhas, e a oeste é cortada pelo Ribeirão da Mata. Ao sul, o limite localiza-se no contato do gnaisse pré-cambriano (Super Grupo Minas) com o calcário do grupo Bambuí (Super Grupo São Francisco) próximo à cidade de Vespasiano-MG. Ao norte estende-se até as vizinhanças dos municípios de Fidalgo e Matozinhos-MG.

A precipitação total anual varia entre 1.000 e 1.200 mm, sendo os meses de maio, junho, julho e agosto, considerados como os mais secos.

A temperatura média anual oscila entre 19 e 21°C (QUEIROZ, 1980).

Geologicamente, a área localiza-se sobre rochas do Grupo Bambuí apresentando em sua litologia, filitos, argilitos e calcário (KOHLER et al, 1978).

No século passado, a região foi o objeto dos importantes estudos paleontológicos de P.W. LUND (1840) e fitoecológicos de E. WARMING (1892).

Recentemente, tem sido estudada, principalmente, sob o ponto de vista geomorfológico (GUIMARÃES, 1956; TRICART, 1956; KOHLER, 1978; KOHLER et al, 1978; COUTARD et al, 1978), e os estudos hidrobiológicos até então realizados, enfatizam o problema da transmissão do *Shistosoma mansoni* e a ecologia de suas espécies vetores (PARAENSE & SANTOS, 1952; FREITAS, 1968; FREITAS et al, 1972; GERKEN et al, 1974, 1975 e FREITAS 1976, apud CARVALHO et al (1977)).

Apesar de sua rara beleza natural, a região vem sofrendo crescentes transformações, decorrentes principalmente da ocupação antrópica não orientada e incompatível com a utilização racional de seus recursos naturais. Efeitos imediatos se fazem notar nos lagos e rios da região, os quais estão hoje submetidos a acentuado processo de assoreamento e crescente eutrofização cultural (BARBOSA et al, 1984).

A Fig. 1 mostra o mapa de contorno dos 3 lagos, com a localização das estações de coleta do sedimento.



Figura 1 - Mapa morfométrico da Lagoa Olhos d'Água, Lagoa Santa e Lagoa do Sumidouro, mostrando a estação 1 de coleta.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados duas amostragens do sedimento na La

goa Santa, Lagoa Olhos d'Água e Lagoa do Sumidouro, sendo uma no inverno (maio e agosto, 1984) e outra no verão (janeiro, 1985).

O sedimento foi obtido numa estação central na Lagoa Santa e Lagoa Olhos d'Água e próximo ao escoadouro subterrâneo da Lagoa do Sumidouro, utilizando-se um coletor de sedimentos do tipo "corer" que é versão modificada daquele usado por ZULLIG (1956). As estações de coleta dos sedimentos foram escolhidas, preferencialmente, nos locais mais profundos dos 3 lagos, levando-se em conta os aspectos econômicos, dificuldades técnicas, principalmente relacionadas com o tipo de coletor em relação aos tipos de sedimento e o fato da grande diferenciação dos sedimentos na região do litoral, dificultar a escolha de um ponto significativo desta região, conforme ressaltado por PENNINGTON & LISHMAN (1984). Entretanto, há que se ressaltar que a escolha de uma única estação de coleta pode permitir subestimativas já que a taxa de acumulação de sedimentos varia, sendo mais lenta na região mais profunda, conforme demonstrado por DAVIS & FORD (1982) em MIRROR LAKE.

Os "cores" obtidos foram fracionados, após análise macroscópica de suas características físicas, particularmente cor e textura. As frações foram secas em estufa a 60 °C, maceradas em graal e peneiradas em malha 0,5 mm, para serem processadas quimicamente.

Os teores de M.O. foram determinados após ignição a 550 °C por 4 horas em mufla e expressos em porcentagem do peso seco (% P.S.).

O teor de N foi medido após digestão em ácido sulfúrico e catalizador misto, pela técnica de Kjeldahl e expresso em porcentagem do peso seco (% P.S.).

Os teores de P foram obtidos por espectrofotometria após digestão com ácido perclórico, nítrico e sulfúrico, conforme descrito por STRICKLAND & PARSONS (1960) e seus resultados expressos em porcentagem do peso seco (% P.S.).

Na⁺, K⁺, Fe e Mn foram determinados por espectrofotog

metria de absorção atômica a partir de amostras secas em estufas a 60 °C, maceradas, peneiradas em malha 0,5 mm e tratadas com ácido clorídrico e ácido nítrico. Em função dos elevados teores obtidos para o Fe, este elemento foi novamente estimado por titulação com dicromato de potássio.

Os teores da Ca^{2+} e Mg^{2+} foram obtidos a partir de amostras tratadas como anteriormente por titulação com EDTA, utilizando-se calcon e preto de Eriocromo T, respectivamente, como indicadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma análise geral dos principais parâmetros limnológicos em diferentes profundidades na coluna d'água, baseando-se nos ciclos limnológicos anuais dos três lagos (BARBOSA et al, em preparação), permite fazer-se as seguintes considerações quanto aos ambientes estudados:

1. Trata-se de um sistema dinâmico, influenciado, particularmente por fatores climatológicos tais como temperatura, ventos e precipitação atmosférica.

2. No perfil térmico anual dos três lagos, observa-se uma tendência à estratificação, no verão, e uma completa isotermita, no inverno.

Apesar do ciclo sazonal determinado, notam-se acentuadas microestratificações na superfície, durante todo o ano, sugerindo uma maior atuação de ciclos diurnos de parâmetros básicos, no comportamento dos lagos.

3. Como já salientado por diversos autores (TALLING, 1966; TUNDISI et al, 1978; BARBOSA, 1979), o comportamento térmico pode, freqüentemente, determinar a estrutura química dos lagos.

Nos três lagos estudados, observa-se uma queda nos

teores de oxigênio dissolvido no hipolimnio durante os meses de estratificação térmica, em função da decomposição aeróbica da M.O.. Esse processo é acompanhado de um aumento das concentrações de NH_4^+ , diminuição do pH e elevação da condutividade elétrica.

Nos meses de inverno, o resfriamento atmosférico e os ventos, são as prováveis causas da homogenização e consequente oxigenação da coluna d'água. Observa-se a predominância dos processos de nitrificação pela acentuada diminuição de NH_4^+ e presença de NO_3^- na coluna d'água.

Os teores de PO_4^{3-} na água sofrem acentuado aumento nos meses chuvosos, certamente em função da entrada de material alóctone, a qual parece constituir a principal causa da provável eutrofização verificada, por exemplo, na Lagoa do Sumidouro.

Os perfis de M.O. (% P.S.), N (% P.S.) e P (% P.S.), nas diferentes frações do sedimento, obtidos no inverno e no verão, nos 3 lagos estudados, podem ser vistos na Fig. 2.

O valor mais elevado de M.O. foi obtido na Lagoa Olhos d'Água, no verão (63,2% P.S.) na fração 16-22 cm seguido pela Lagoa Santa (43,7% P.S.) no verão na fração 13-17 cm, e finalmente na Lagoa do Sumidouro (17,6% P.S.) no inverno, na fração 5-7 cm. O menor valor (7,8% P.S.) foi observado na camada mais profunda de Lagoa Santa (17-19 cm), no verão.

Os valores de N variaram de acordo com a distribuição da M.O. nos 3 lagos estudados. O maior valor foi verificado na Lagoa Olhos d'Água, no verão (2,28% P.S.) na fração 16-22 cm, enquanto que o menor foi encontrado na Lagoa Santa, no verão (0,15% P.S.) na fração 17-19 cm.

A distribuição de P mostrou uma variação proporcional aquela da M.O. na Lagoa Olhos d'Água, e inversamente proporcional aos teores de M.O. na Lagoa Santa e Lagoa do Sumidouro. O valor mais elevado (0,15% P.S.) foi obtido na Lagoa do Sumidouro, no inverno, na fração 1-3 cm, e o menor valor (0,005% P.S.) foi obtido na Lagoa Santa na fração 17-20 cm, também nesta época.

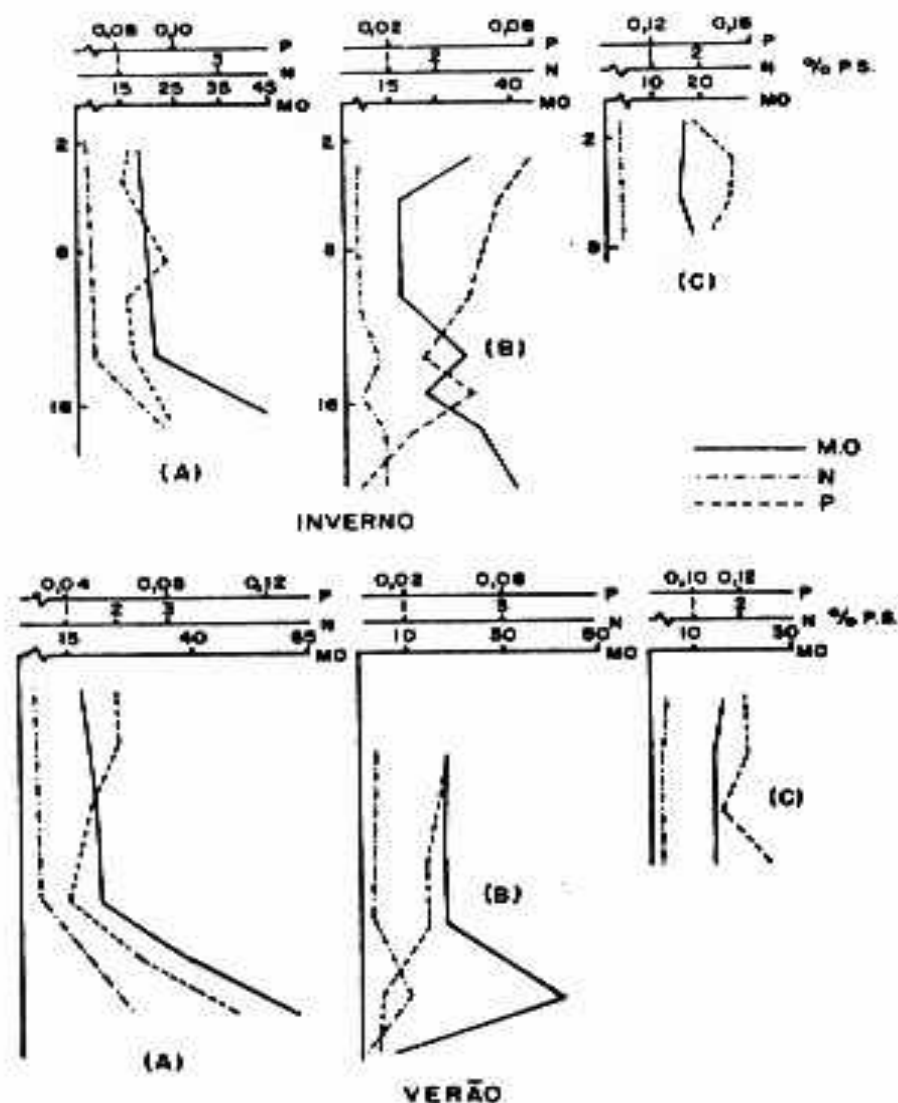


Figura 2 - Distribuição dos teores de M.O., N e P (% P.S.), nas diferentes frações dos sedimentos dos lagos Olhos d'Água (A), Lagoa Santa (B) e Lagoa do Sumidouro (C), no inverno e no verão.

A Lagoa Olhos d'Água e a Lagoa Santa apresentaram diferenças bem acentuadas na cor do sedimento e nas concentrações de M.O., N e P entre as camadas superiores e inferiores dos "cores". A maior variação foi observada na Lagoa Olhos d'Água, a qual apresentou uma diferença de 45,2% P.S. no teor de M.O., 2,05% P.S. no teor de N e 0,05% P.S. no

teor de P. Na Lagoa do Sumidouro obteve-se um "corer" bastante homogêneo verificando-se uma diferença de apenas 1,8% P.S. no teor de M.O., 0,16% P.S. no teor de N e 0,01% P.S. no teor de P entre as camadas superior e inferior.

Dos íons analisados, Fe apresentou teores bastante elevados na Lagoa Santa e Lagoa Olhos d'Água, enquanto que na Lagoa do Sumidouro, Ca^{2+} aparece como a forma iônica pre dominante.

As concentrações de Fe mais elevadas foram obtidas nas frações superiores dos "cores" dos 3 lagos.

Assim, o maior valor foi observado na Lagoa Olhos d'Água (24,7% P.S.) na fração 5-8 cm no verão, enquanto que o menor valor, foi observado na camada inferior do corer de Lagoa Santa (1,7% P.S.), também no verão.

Os valores de Ca^{2+} encontrados na Lagoa Santa e Lagoa Olhos d'Água são muito baixos quando comparados com os teores obtidos na Lagoa do Sumidouro. Os maiores valores observados na Lagoa Olhos d'Água e Lagoa Santa foram, respectivamente, 3,9% P.S. (fração 0-2 cm, no inverno) e 0,41% P.S. (fração 3-5 cm no inverno). Na Lagoa do Sumidouro, o menor valor de Ca^{2+} obtido foi 7,2% P.S., na fração 0-2 cm, no verão, enquanto que o valor mais elevado foi 10,8% P.S. na fração 2-4 cm, no verão.

A Tab. 1 mostra os teores de Na^+ , K^+ , Fe, Mn, Ca^{2+} e Mg^{2+} , obtidos, no inverno e no verão, nas diferentes frações do sedimento dos 3 lagos estudados.

Na^+ , K^+ , Mn e Mg^{2+} apresentaram uma distribuição homogênea nas diferentes frações do sedimento e, comparando-se os três diferentes sistemas, observa-se que os teores destes íons, apresentam variações muito pequenas. Assim, nos três lagos, K^+ variou de 0,02 a 0,09% P.S., Na^+ de 0,01 a 0,04% P.S., Mn de 0,02 a 0,06% P.S. e Mg^{2+} de 0,002 a 1,6% P.S.

Apesar desta pequena diferença sazonal observada entre os 3 lagos, devem ser ressaltados como exceção, os valores de Ca^{2+} e Mg^{2+} na Lagoa Olhos d'Água, cujos teores no

Tabela 1 - Teores de Na^+ , K^+ , Fe, Mn, Ca^{2+} , Mg^{2+} (%PS), nas diferentes frações do sedimento da Lagoa Olhos d'Água, Lagoa Santa e Lagoa do Sumidouro, obtidos no inverno e no verão.

Lagoa Olhos d'Água

INVERNO							VERÃO						
Fração (cm)	X Peso Seco						Fração (cm)	X Peso Seco					
	Na^+	K^+	Fe	Mn	Ca^{2+}	Mg^{2+}		Na^+	K^+	Fe	Mn	Ca^{2+}	Mg^{2+}
0-2	0,04	0,06	13,0	0,03	3,9	1,3	0-2	0,02	0,03	10,7	0,03	0,90	0,02
2-4	0,02	0,04	12,5	0,03	13,6*	1,6	2-5	0,02	0,02	14,6	0,04	0,20	0,01
4-6	0,03	0,09	9,9	0,03	1,8	0,3	5-8	0,01	0,02	24,7	0,05	0,19	0,00
6-8	0,02	0,02	23,5	0,06	-	-	8-13	0,01	0,02	15,1	0,04	0,21	0,004
8-10	0,02	0,03	19,5	0,04	0,14	0,01	13-16	0,01	0,03	8,5	0,02	-	-
10-13	0,02	0,03	9,2	0,02	0,24	0,002	16-22	0,02	0,02	2,9	0,01	2,9	0,35
13-16	0,03	0,03	8,2	0,02	1,7	0,02							

Lagoa Santa

INVERNO							VERÃO						
Fração (cm)	X Peso Seco						Fração (cm)	X Peso Seco					
	Na^+	K^+	Fe	Mn	Ca^{2+}	Mg^{2+}		Na^+	K^+	Fe	Mn	Ca^{2+}	Mg^{2+}
0-3	0,02	0,07	9,5	0,04	0,35	0,00	0-5	0,03	0,07	10,5	0,03	0,30	0,01
3-5	0,01	0,05	9,7	0,03	0,41	0,02	5-10	0,02	0,07	10,3	0,02	0,26	0,01
5-10	0,01	0,06	8,9	0,03	0,29	0,01	10-13	0,03	0,07	9,4	0,03	0,26	0,03
10-13	0,01	0,04	9,9	0,04	0,19	0,00	13-17	0,02	0,04	2,1	0,03	0,24	0,01
13-15	0,01	0,06	10,3	0,03	0,25	0,01	17-19	0,02	0,03	1,7	0,004	0,15	0,01
15-17	0,01	0,03	6,1	0,03	0,40	0,01							
17-20	0,01	0,02	2,2	0,03	0,27	0,01							

Lagoa do Sumidouro

INVERNO							VERÃO						
Fração (cm)	X Peso Seco						Fração (cm)	X Peso Seco					
	Na^+	K^+	Fe	Mn	Ca^{2+}	Mg^{2+}		Na^+	K^+	Fe	Mn	Ca^{2+}	Mg^{2+}
0-1	0,02	0,07	4,2	0,03	9,7	0,02	0-2	0,03	0,07	2,8	0,03	7,2	0,09
1-3	0,02	0,03	4,1	0,03	7,5	0,03	2-4	0,02	0,06	3,7	0,03	10,8	0,06
3-5	0,02	0,06	4,0	0,03	8,5	0,02	4-7	0,02	0,06	3,9	0,03	9,1	0,03
5-7	0,02	0,06	4,3	0,03	7,3	0,02	7-10	0,02	0,06	4,0	0,03	10,0	0,04

inverno, são significativamente mais elevados. Diferenças maiores foram observadas também para os teores de Mg^{2+} na Lagoa do Sumidouro, cujos valores foram mais elevados no ve rão.

Um aspecto interessante é o fato de que pela própria lentidão do processo de sedimentação em regiões mais profundas, é possível que os teores aqui referidos como sendo de "inverno", por exemplo, reflitam, na verdade, os teores oriundos do verão anterior. Este fato poderia por exemplo, justificar as pequenas diferenças sazonais existentes, uma vez que os teores ditos de inverno, conteriam o maior aporte de material alóctone que chegou ao lago com as chuvas do verão anterior. Tal hipótese necessita, contudo, de comprovação experimental através da utilização de coletores de sedimento suspensos em diferentes níveis na coluna d'água e na superfície do sedimento.

DISCUSSÃO

A análise dos dados da Fig. 2 mostra a ocorrência de padrões distintos na distribuição de M.O. e N das diferentes frações do sedimento.

A Lagoa Olhos d'Água, mostra um padrão de distribuição no qual os teores de M.O. e N aumentam em direção as camadas inferiores do "corer". Um padrão foi encontrado na Lagoa Santa, apesar de se verificar um aumento de M.O. e N nas frações inferiores do corer, obtido no inverno. Esse aumento pode ser atribuído à pequena profundidade do "corer" mostrado. A Lagoa do Sumidouro, por sua vez, apresentou um perfil homogêneo, onde foram observadas pequenas variações nos teores de M.O. e N. Deve ser ressaltado, porém, que em função da compactação de seu sedimento, o "corer" obtido neste lago foi apenas 10 cm, tendo sido analisado, portanto apenas o sedimento superficial.

ESTEVES e CAMARGO (1982), estudando alguns reservató

rios do estado de São Paulo, encontraram padrões de distribuição de carbono orgânico semelhantes aos observados neste trabalho. (Os valores de carbono orgânico foram tomados como sendo equivalentes a 58% da matéria orgânica, conforme JACKSON, 1964). Estes autores sugerem que teores mais baixos de carbono orgânico nas frações inferiores do "corer", estão associados a estágios mais avançados de mineralização da M.O. nas camadas mais profundas do sedimento e que o padrão inverso, no caso específico de represas, pode estar associado a inundação da área na ocasião da formação do lago sem a retirada prévia da vegetação além de períodos de maior contribuição autóctone e alóctone.

De acordo com LEWIS (1981), os perfis de M.O. são difíceis de serem interpretados, uma vez que estão associados à formação de carbonatos autogênicos e alogênicos e à produção primária, a qual influencia o teor de M.O. através da taxa de sedimentação.

Na Lagoa Santa e Lagoa Olhos d'Água, os teores mais baixos de M.O., encontrados nas camadas superficiais do sedimento estão, provavelmente, associados à formação de carbonatos autogênicos, como proposto por LEWIS (1981) e, principalmente, a entrada de material mineral alóctone, uma vez que estes lagos estão submetidos a acentuado processo de assoreamento. Além disto, segundo OHLE (1958), KUZNETSOV (1968) KAJAK (1970), in KERR et al (1973), somente uma pequena porção da produção primária autóctone atinge o sedimento; finalmente, lagos com temperatura do fundo sempre acima de 20 °C apresentam altas taxas de decomposição (ESTEVES, 1983). Assim, a existência dessas condições, nos lagos em estudo, contribui, complementarmente, para explicar os valores mais baixos de M.O. encontrados nas frações superficiais do sedimento.

Os valores de M.O. mais elevados encontrados nas camadas inferiores do sedimento de Lagoa Santa e Lagoa Olhos d'Água, estariam associados a existência, em períodos anteriores, de algas bentônicas (Characeas), presentes nesses

lagos. Essa vegetação, que ainda pode ser encontrada na região litorânea da Lagoa Olhos d'Água, foi eliminada da zona profunda desses lagos, em função, principalmente, de mudanças na qualidade óptica da coluna d'água, por ações antrópicas.

Na Lagoa do Sumidouro, os valores mais baixos de M.O. no sedimento, provavelmente estão associados ao tempo de residência da água no lago e a existência de correntes de fundo, criadas pela saída da água. Tais correntes tenderiam a carrear as contribuições tanto de origem autóctone quanto alóctone, diminuindo assim a quantidade final de material sedimentável.

UNGEMACH (1960) in ESTEVES (1983) classificou o sedimento lacustre em 2 categorias:

1. Sedimento orgânico, cujo nível de M.O. é sempre maior que 10% P.S., e

2. Sedimento mineral, cujo nível de M.O. é sempre menor que 10% P.S..

Comparando-se os valores de M.O. obtidos neste estudo, verifica-se que o sedimento dos três lagos é caracteristicamente do tipo orgânico e com valores que podem ser considerados elevados, uma vez que estão próximos aos valores obtidos em sedimentos de lagos temperados, conforme mostrado por STANGENBERG (1949). A excessão observada para a fração 17-19 cm do sedimento da Lagoa Santa coletado no verão é, provavelmente, reflexo de um período anterior, caracterizado por pequena produção primária, pequena entrada de material alóctone e rápida taxa de reciclagem, já que constitui uma fração com valor de M.O. inferior a 10% P.S.

De acordo com KERR et al (1973), nitrogênio, fósforo e outros nutrientes reciclam junto com o carbono, de maneira que a decomposição da M.O. deve resultar num aumento de disponibilidade de todos os nutrientes.

Neste trabalho, os teores de N mostraram padrões de distribuição similares àqueles obtidos para M.O. nos três lagos. Padrão semelhante foi observado por KEMP (1971) nos lagos Huron, Erie e Ontário e KEENEY (1973) em lagos no Wisconsin. De acordo com esses autores, 90% do nitrogênio total está na forma orgânica, o que justifica a similaridade nos padrões observados.

Segundo KEENEY (1973), a taxa de mineralização do N é maior em condições anaeróbicas, do que na presença de oxigênio. Os baixos teores de N encontrados nas frações superiores dos "corer" dos três lagos estão provavelmente, associados a rápida mineralização, uma vez que os lagos estudados apresentam longos períodos de estratificação térmica, com um hipolímnio sob baixos teores de oxigênio e temperatura relativamente elevada.

Os teores de N obtidos nas frações mais profundas dos "cores" de Lagoa Santa e Lagoa Olhos d'Água estão próximos àqueles observados em algas submersas do gênero *Chara* e *Nitella* (BOYD, 1971). Essa relação vem reforçar a hipótese dos altos teores de M.O. e N estarem associados às densas populações de algas bentônicas, anteriormente presentes no substrato desses dois lagos.

A Tab. 2 (A, B, C) mostra os valores obtidos para a relação C/N no sedimento dos três lagos, no inverno e no verão. Para esta relação, os valores de carbono orgânico foram tomados como sendo equivalente a 58% da M.O. (JACKSON, 1964), embora este valor seja tomado diferentemente entre os autores, em função do material analisado.

Conforme salientam ESTEVES & CAMARGO (1982), esta relação pode fornecer importantes indicações sobre a origem da M.O. no sedimento. Em termos gerais, a M.O. alóctone contém cerca de 6% de proteína com uma relação C/N de 45-50:1. Por outro lado, a M.O. autóctone, de origem principalmente planctônica, contém aproximadamente 24% de proteína com uma relação C/N de 24:1, (HUTCHINSON, 1975).

As taxas de C/N obtidas neste trabalho, são bastante

Tabela 2 - Relação C/N nas diferentes frações do sedimento dos lagos Olhos d'Água, Lagoa Santa, Lagoa do Sumidouro no inverno e no verão.

Lagoa Olhos d'Água

INVERNO		VERÃO	
Fração	C/N	Fração	C/N
0-2	44,4	0-2	45,2
2-4	44,8	2-5	40,0
4-6	43,7	5-8	39,3
6-8	36,9	8-13	36,3
8-10	43,6	13-16	16,4
10-13	35,6	16-22	16,1
13-16	17,4		

Lagoa Santa

INVERNO		VERÃO	
Fração	C/N	Fração	C/N
0-3	52,6	0-5	30,3
3-5	38,8	5-10	38,8
5-10	40,0	10-13	3,5
10-13	27,0	13-17	24,6
13-15	28,4	17-19	30,0
15-17	23,2		
17-20	29,1		

Lagoa do Sumidouro

INVERNO		VERÃO	
Fração	C/N	Fração	C/N
0-1	34,2	0-2	21,0
1-3	30,0	2-4	24,7
3-5	30,3	4-7	28,0
5-7	31,9	7-10	29,6

elevadas quando comparadas aos dados existentes na literatura (KEMP, 1971), ESTEVES & CAMARGO (1982). Associado à elevada relação C/N, a heterogeneidade entre frações do mesmo "corer" e as variações sazonais observadas, reforçam a hipótese desses ambientes estarem recebendo M.O. alóctone de diferentes origens.

Apesar das diferenças entre o tamanho das frações, as diferenças significativas na relação C/N entre o inverno e o verão, principalmente na Lagoa Santa e Lagoa do Sumidouro sugerem uma mudança qualitativa na composição orgânica do sedimento. Este fato pode ser explicado considerando-se a hipótese citada anteriormente, segundo a qual os teores ditos "de inverno" devem, de fato, refletir aqueles do verão anterior, durante o qual, maiores quantidades de material autóctone aportam aos lagos, carregados pelo escoamento superficial decorrente das chuvas.

No presente trabalho, os valores mais elevados para a relação C/N obtidos "no inverno" reforçam esta hipótese. No caso particular da Lagoa Santa, o intenso assoreamento verificado na época das chuvas e que é uma consequência da retirada da vegetação natural de sua bacia, para a abertura de loteamentos, justifica os altos valores da relação C/N obtidos nas primeiras camadas, "no inverno".

A distribuição do P mostra padrões distintos entre os 3 lagos (Fig. 2). Assim, seus níveis aumentam com o aumento da profundidade na Lagoa Olhos d'Água, diminuem com o aumento desta, na Lagoa Santa e se mantêm homogêneos na Lagoa do Sumidouro.

Padrões de distribuição distintos podem estar associados a predominância das diferentes formas de P no sedimento, e de acordo com WILLIAMS et al (1971), os níveis de P total são determinados pelos níveis de fósforo orgânico e inorgânico, os quais por sua vez, são controlados por fatores amplamente independentes.

Uma relação positiva com os padrões de distribuição da M.O. em lagos temperados tem sido evidenciada por UNGEMACH

(1960) e WILLIAMS et al (1971).

Embora neste trabalho, as frações orgânica e inorgânica do P não tenham sido determinadas separadamente, a distribuição do P acompanhando o padrão de distribuição da M.O., observada na Lagoa Olhos d'Água sugere uma predominância do P orgânico no sedimento deste lago.

Relação similar foi observada por SOMMERS et al (1972) em sedimentos de alguns lagos do Wisconsin, e segundo diversos autores (FRINCK, 1967; SCHOFIELD, 1968; GOLTERMAN et al, 1969, in SYERS et al, 1973), uma proporção substancial do P em sedimentos, pode estar na forma orgânica.

Entretanto, estes mesmos autores sugerem que uma parte significativa do P total freqüentemente é constituída pelo fósforo inorgânico.

Na Lagoa Santa e Lagoa do Sumidouro, observa-se uma relação positiva entre P e M.O., nas frações superficiais do sedimento, enquanto nas camadas mais profundas, principalmente na Lagoa Santa, a distribuição do P não está diretamente relacionada com a distribuição da M.O.. Este fato sugere que o P é predominantemente orgânico nas frações superiores, e inorgânico nas frações inferiores do sedimento desses lagos.

Uma relação positiva entre os teores de P e M.O., foi também evidenciada por ESTEVES (1983) em reservatórios do estado de São Paulo.

Tem sido sugerido que a distribuição de P inorgânico em sedimentos lacustres é caracterizada pela solubilidade de AlPO_4 , FePO_4 , $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ e pela absorção de fósforo inorgânico dissolvido pela argila (SYERS et al, 1971). Diversos autores (WILLIAMS et al, 1971; BORTLESON, 1970) têm mostrado que, em sedimentos calcários e não calcários de lagos do Wisconsin, os níveis de P inorgânico estão intimamente associados às quantidades de Fe presentes no sedimento e segundo SHUKLA et al (1971), mesmo nos lagos com sedimento calcário, CaCO_3 é menos importante que outros componentes do sedimento, no controle dos níveis de P no sedimento.

Entretanto, WENTZ & LEE (1969) mostraram que, aproximadamente metade do P inorgânico extraído do sedimento do Lago Mendota estava provavelmente associado a carbonatos presentes no sedimento.

A Fig. 3 (B e C) mostra as relações entre P (provavelmente inorgânico) e Fe, principalmente nas frações inferiores do corer de Lagoa Santa e entre P e Ca^{2+} no sedimento da Lagoa do Sumidouro. Esses dados sugerem que nestes dois lagos, o P está mais relacionado com o componente iônico de maior abundância no sedimento, no caso de Lagoa Santa, o Fe e na Lagoa do Sumidouro o Ca^{2+} (vide Tab. 1).

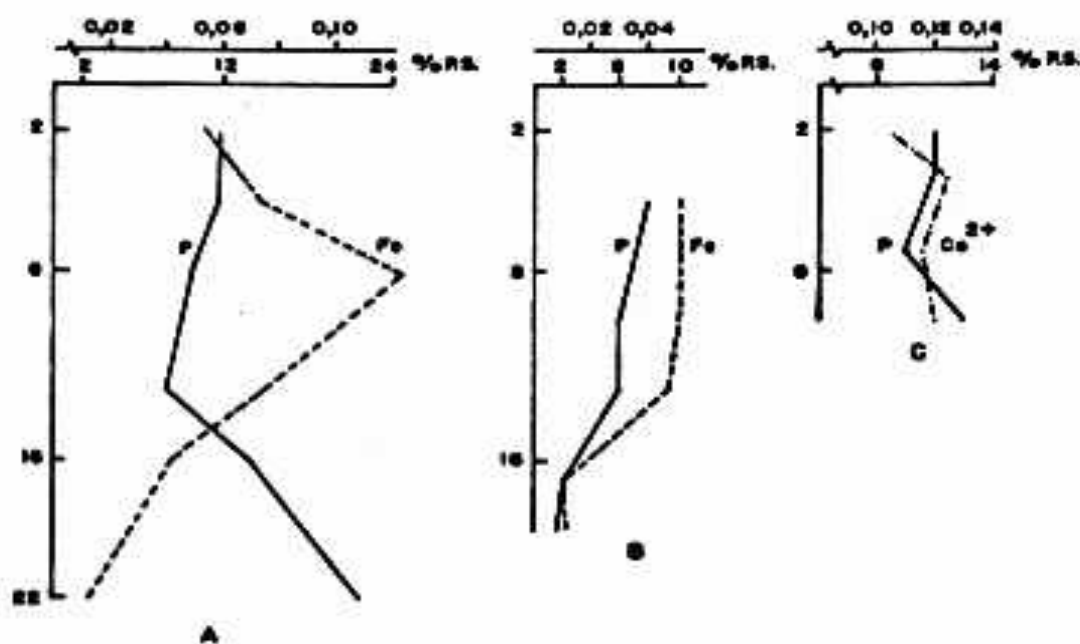


Figura 3 - Relação entre P-Fe no sedimento da Lagoa Olhos d'Água (A) e Lagoa Santa (B) e entre P- Ca^{2+} no sedimento da Lagoa do Sumidouro, em fevereiro/1985.

Na Lagoa Olhos d'Água (Fig. 3A), não foi observado uma relação entre P, provavelmente orgânico e Fe. A ausência da

relação P orgânico-Fe, observada também por SOMMERS et al, (1971) e WILLIAMS et al (1971), enfatiza que os fatores controladores do P orgânico e inorgânico no sedimento, são relativamente independentes.

P, Fe e Ca^{2+} apresentaram, principalmente nas frações superficiais dos sedimentos, variações sazonais acentuadas nos três lagos estudados. Assim, no inverno, foram obtidos teores mais elevados desses nutrientes na fração superior do sedimento, enquanto que no verão esses valores mostraram uma acentuada diminuição.

Embora a dinâmica de nutrientes na interface sedimento/água seja difícil de ser compreendida, a variação sazonal observada, está certamente associada aos ciclos limnológicos anuais desses lagos (BARBOSA et al, 1985; BARBOSA et al (em preparação), que apresenta períodos distintos de estratificação térmica (verão) e isotermia (inverno). Tais períodos condicionariam um menor ou maior enriquecimento da coluna d'água, tanto pela ação mecânica da ausência ou presença de correntes de águas mais profundas, quanto pela formação de compostos solúveis e/ou insolúveis, na presença e/ou ausência de oxigênio dissolvido.

Outra possibilidade é a hipótese citada anteriormente dessas diferenças sazonais se deverem ao aporte de material alóctone para os lagos, o qual é significativamente maior durante o verão, devido a ação das chuvas. Considerando a possibilidade de uma sedimentação mais lenta em regiões mais profundas, os sedimentos ditos "de inverno" representariam, de fato, o resultado da sedimentação no verão anterior, justificando assim, os valores mais elevados obtidos no inverno.

Os valores mais elevados de P e Ca^{2+} foram observados na Lagoa do Sumidouro. Teores mais elevados de P estão, provavelmente, associados à entrada de compostos fosforados neste sistema, uma vez que sua bacia tem sido intensamente utilizada para práticas agrícolas, devendo, portanto, constituir, uma fonte adicional de P graças a utilização de adu-

bos e fertilizantes. Complementarmente, estes teores mais elevados, podem ainda ser devidos a absorção de P pelas partículas argilosas do sedimento e precipitação por compostos insolúveis de Ca^{2+} , Fe^{3+} , ou Al^{3+} na presença de oxigênio dissolvido (SYERS et al, 1973).

Os baixos valores de Ca^{2+} obtidos na Lagoa Olhos d'Água e Lagoa Santa, quando comparados àqueles obtidos na Lagoa do Sumidouro poderiam ser explicados pela própria geomorfologia da região. Assim, apesar dos dois primeiros lagos se localizarem na região do Karst central de Minas Gerais, não são, na verdade, lagos cârsicos típicos, já que localizam-se em afloramentos de filitos, conforme demonstrado por KOHLER (1978) para a Lagoa Santa, a qual foi designada por este autor, como sendo "pseudo-cársica".

A distribuição do Mg^{2+} mostrou também um padrão semelhante aquela do Ca^{2+} , sugerindo uma correspondência entre estes elementos. Correspondência semelhante foi também observada por ESTEVES (1983), em alguns reservatórios de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.O. A estruturação do relato científico. Rev. Assoc. Med. Brasil, 26(2): 83-84, 1980.
- BALLINGER, D.G. & MCKEE, G.D. Chemical characterization of sediments. J. Water Poll. Cont. Fed., 43: 216-27, 1971.
- BARBOSA, F.A.R. Produção primária e fatores ambientais na Lagoa Carioca. Parque Florestal do Rio Doce-MG. São Carlos, UFSCar, 1979. 205p. Tese Mestrado.
- BARBOSA, F.A.R.; COUTINHO, M.E.; ARAÚJO, L.M.; MENENDEZ, R. M.; BARBOSA, P.M.M.; FIGUEIRA, J.E.C.; ESTEVES, F.A. Estudos limnológicos na região cárstica central de Minas

- Gerais. I. Caracterização preliminar da Lagoa Santa. SEMINÁRIO REGIONAL ECOLOGIA, 4, 1984. Anais... São Carlos, UFSCar, 1984. p. 395-435.
- BJORK, S. Restoration of degraded lake ecosystems. In: DUCAN, N. & RZOSKA, J., ed. Workshop land use impacts on lake and reservoirs ecosystems. Poland, 1978. 294p.
- BOYD, G.E. & GOODYEAR, C.P. Nutritive quality of food in ecological systems. Arch. Hydrobiol., 69: 256-70, 1971.
- BORTLESON, G.C. The chemical investigation of recent lake sediments from Wisconsin lakes and their interpretation. Madison, University of Wisconsin, 1970. Tese Doutorado.
- CARVALHO, E.T.; FREITAS, J.R.; KOHLER, H.C.; SANTOS, F.M.C. Inventário Geo-ecológico da região da Lagoa Santa-MG. In: Relatório Fundep/PLAMBEL/UFMG. Belo Horizonte, 1977.
- COUTARD, J.P.; KOHLER, H.C.; JOURNAUX, A. Mapa do const. Pedro Leopoldo - Lagoa Santa - CNRS - CAEN, 1978.
- DAVIS, M.B. & FORD, M.S. Sediment focusing in Mirror Lake, New Hampshire. Limnol. Oceanogr., 27(1): 137-50, 1982.
- DAVISON, W. & TIPPING, E. Treading in Mortimer's footsteps: the geochemical cycling of iron and manganese in Esthwaite Water. Fresh. Water Biol. Ass., 1984. 147p. (Annual Report)
- ESTEVES, F.A. Levels of phosphate, calcium, magnesium and organic matter in the sediments of some Brazilian reservoirs and implication for the metabolism of the ecosystems. Arch. Hydrobiol., 95: 129-38, 1983.
- ESTEVES, F.A. & CAMARGO, A.F.M. Caracterização de sedimentos de 17 reservatórios de estado de São Paulo com base

no teor de feopigmentos, carbono orgânico e nitrogênio orgânico. Ci. e Cult., 34(5): 669-74, 1982.

- ESTEVES, F.A.; BARBIERI, R.; CAMARGO, A.F.M. Caracterização limnológica preliminar de um lago de dolina: Lago Poço Verde, Coromandel, M.G. SEMINÁRIO REGIONAL ECOLOGIA, 3, 1983. Anais... São Carlos, UFSCar, 1983. p. 39-65.
- GAHLER, A.R. Sediment water interchange. Proc. Eutrof. Brost. Assers. Workshop, Berkeley, Ca. 243-57, 1969.
- GOLACHOWSKA, J.B. Phosphorus forms and their seasonal changes in water and sediments of Lake Plussee. Arch. Hydrobiol., 86: 217-41, 1979.
- HOUSE, W.A. The kinetics of calcite precipitation and related process. Fresh. Water Biol. Ass., 1984, 147p. (Annual Report)
- HUMMEL, K. Sedimente indonesischer Subwasserseen. Arch. Hydrobiol. (Suppl. 8): 615-676, 1931.
- HUTCHINSON, G.E. A treatise on limnology: Chemistry of lakes. New York, John Wiley, 1975.
- HUTCHINSON, G.E.; WOLLACK, A.; SETLOW, J.K. The chemistry of lake sediments from indian Tibet. Amer. J. Sci., 241 (9): 37-43, 1943.
- JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. Barcelona, Omega, 1964. 653p.
- KAJAK, Z. The impact of land use on eutrophication of lakes and reservoirs and possible protective measures. In: DUNCAN, N. & POZOSKA, J. ed. Workshop land use impacts on lake and reservoirs ecosystems. Polland, 1978. 294p.

- KAMP-NIELSEN, L. Seasonal variation in sediment - Water exchange of nutrient ions in Lake Esrom. Verh. Internat. Verein. Limnol., 19: 1057-65, 1975.
- KAMP-NIELSEN, L. and HARGRAVE, B.T. Influence of bathymetry on sediment focusing in Lake Esrom. Verh. Inter. Verein. Limnol., 20: 714-9, 1978.
- KEMP, A.L.W. Organic carbon and nitrogen in the surface sediments of Lakes Ontario, Erie and Huron. J. Sediment. Petrol., 41(2): 537-48, 1971.
- KEMP, A.L.W.; ANDERSON, T.W.; THOMAS, R.L.; MUCROCHOVA, A. Sedimentation rates and recent sediment history of Lakes Ontario, Erie and Huron. J. Sed. Petrol., 44(2): 207-18, 1974.
- KEENEY, D.R. The nitrogen cycle in sediment-water systems. J. Environ. Quality, 2(1): 15-29, 1973.
- KERR, P.C.; BROCKWAY, D.L.; PARIS, D.F.; CRAVEN, S.E. Carbon cycle in sediment-water systems. J. Environ. Quality, 2(1): 46-52, 1973.
- KOHLER, H.C. A evolução morfogênética de Lagoa Santa, MG. CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 30, 1978. Anais... Recife, 1978. p. 147-51.
- KOHLER, H.C.; COUTARD, P.; QUEIROZ, J.P. Excursão na Região Kárstica ao norte de Belo Horizonte, MG. São Paulo, USP, 1978. (Col. Interdisc. Franco-Brasil, 2)
- LERMAN, L. Lakes: Chemistry, geology, physics. New York, Springer-Verlag, 1978.
- LEWIS, W.M. Chemistry of a 7.5 - m sediment core from Lake

- Valencia, Venezuela. Limnol. Oceanogr., 26(5): 907-24, 1981.
- LUND, P.W. Nouvelles recherches sur la faune fossile du Bresil. Ann. Sci. Nat. Zool., Ser. 2(13), 1840.
- MORTIMER, C.H. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. J. Ecol., 20: 280-329, 1941.
- _____. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. J. Ecol., 30: 147-201, 1942.
- PARAENSE, W.L. & SANTOS, J.M. Resultados preliminares de um inquérito sobre Esquistossomose em Planorbídeos de Lagoa Santa. R. Ass. Med., Minas Gerais, 3(1-2): 59-61, 1952.
- PENNINGTON, W. & LISHMAN, J.P. The post-glacial sediments of Blelham Tarn: geochemistry and palaeocology. Arch. Hydrobiol. (Suppl. 69): 1-54, 1984.
- QUEIROZ, R. Zoneamento agroclimático do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte. Secretaria Estado Agricul., 1980. 114p.
- REYNOLDS, C.S. Phosphorus and the eutrophication of lakes—a personal view. Phosphorus in the environment: its chemistry and biochemistry. In: CIBA FOUNDATION SYMPOSIUM, 57, 1978. p. 201-28.
- RYBAK, J.I. Bottom sediments of the Lakes of various trophic type. Ekol., Polska, 35: 611-701, 1969.
- STANGENBERG, M. Nitrogen and carbon in the bottom deposits and in the soil under carp ponds. Ver. Inter. Ver. Limnol., 10: 422-37, 1949.

- SOMMERS, L.E.; HARRIS, R.F.; WILLIAMS, J.D.H.; ARMSTRONG, D.E.; SYERS, J.K. Determination of total organic phosphorus in lake sediments. Limnol. Oceanogr., 15: 301-4, 1970.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. A manual of seawater analysis. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada, 1960. p. 1-185 (Bulletin, 125)
- SHUKLA, S.S.; SYERS, J.K.; WILLIAMS, J.D.H.; ARMSTRONG, D.E.; HARRIS, R.F. Sorption of inorganic phosphate by lake sediments. Soil Sci. Amer. Proc., 35: 244-9, 1971.
- SYERS, J.K.; HARRIS, R.F.; ARMSTRONG, D.E. Phosphate chemistry in lake sediments. J. Env. Qual., 2(1): 1-14, 1973.
- TALLING, J.F. The annual cycle of stratification and phytoplankton growth in Lake Victoria (East Africa). Int. R. Ges. Hydrobiol., 51(4): 345-621, 1966.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, M.T.; BARBOSA, F.A.R.; GENTIL, J. G.; RUGANI, M.C.; FORTE PONTES, R.C.; ALEIXO, W.Y.; SANTOS, L.C. Estudos limnológicos no Sistema de Lagos do Parque Florestal do Rio Doce-MG. São Carlos, CETEC/UFSCar, 1978.
- TRICART, J. O Karst das vizinhanças setentrionais de Belo Horizonte, MG. R. Bras. Geog., 4: 451-69, 1956.
- TRINDADE, M. Nutrientes no sedimento da Represa do Broa. São Carlos, UFSCar, 1980. 215p. Tese Mestrado.
- UNGEMACH, H. Sediment chemis und seine Beziehungen zum Stoffhaushalt in 40 Europäischen Seen. Kiel, Universität Kiel, 1960. 420p. Tese Doutorado.

- VINER, A.B. The sediments of lake George Uganda. The uptake of phosphate. Arch. Hydrobiol., 76: 393-410, 1975.
- _____. The influences of sediments upon nutrient exchange in tropical lakes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTERATION BETWEEN SEDIMENTS AND WATERS, 1977. Proceedings... p. 210-5.
- WARMING, E. & FERRI, M.G., ed. Lagoa Santa. São Paulo, USP 1973.
- WENTZ, D.A. & LEE, G.F. Sedimentary phosphorus in Lake cores: observation on depositional pattern in lake Mendoza. Env. Sci., Tech., 3: 754-9, 1969.
- WILLIAMS, J.D.H.; SYERS, J.K.; SUKLA, S.S.; HARRIS, R.F.; ARMSTRONG, D.E. Levels of inorganic and total phosphorus in lake sediments as related to other sediment parameters. Env. Sci. Tech., 5: 1113-20, 1971.
- ZULLIG, H. Sedimente als Ausdruck des Zustades eines Gewässers. Schweiz, Zeitschr. Hydrobiol., 18: 7-143, 1956.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro recebido, ao Departamento de Engenharia Química, ao Laboratório de Química Analítica da UFMG pelas facilidades oferecidas nas determinações das formas iônicas, ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária/UFMG, pelas análises de N e P, bem como à todas as pessoas que colaboram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

ENDEREÇO DOS AUTORES

COUTINHO, M.E. e BARBOSA, F.A.R.
Departamento de Biologia Geral - ICB/UFMG
Caixa Postal, 2486
30000 Belo Horizonte - MG