

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SEDIMENTO DE DOZE LAGOAS
DO LITORAL FLUMINENSE E SUA UTILIZAÇÃO NA
TIPOLOGIA DESTES ECOSISTEMAS

TOLENTINO, M.*; ESTEVES, F.A.**; ROLAND, F.*** e THOMAZ, S.M.***

RESUMO

Como parte do Projeto "Estudos Limnológicos em algumas lagoas do litoral do Estado do Rio de Janeiro", foi estudada a composição química do sedimento de doze lagoas. Os componentes pesquisados foram: Na, K, Ca, N, P, Fe e matéria orgânica. As amostras de sedimento foram tomadas em perfil (core) e estes divididos em frações de 5 cm. Para fins desta pesquisa, utilizou-se somente a camada de 5 a 10 centímetros, por ter sido entendida como a mais representativa das condições do ecossistema. Para identificação dos diferentes grupos de lagoas foi utilizada a técnica estatística proposta por PARKS (1966). Os dados obtidos nesta pesquisa possibilitaram o reconhecimento de quatro grupos distintos de lagoas: grupo 1: lagoas Campelo, Comprida, Cabiúnas, Feia, de Cima, Brejo Grande, Pedras; grupo 2: lagoas Salgada, Saudade e Carapebus; grupo 3: lagoa Lodada e grupo 4: lagoa Im-

* Departamento de Química da UFSCar

** Departamento de Ciências Biológicas da UFSCar

*** Bolsista Iniciação Científica - CNPq

boacica. No que diz respeito à distribuição dos componentes químicos analisados, o dendrograma obtido sugere a existência de três grupos distintos Na e K; M.O., N e Ca e P e Fe. Para a tipologia das lagoas os fatores mais importantes foram tipo de rochas drenadas e a extensão e morfologia das bacias hidrográficas. Os resultados dos agrupamentos de nutrientes, indicam pouca influência antrópica sobre a composição dos mesmos.

ABSTRACT - CHEMICAL COMPOSITION OF THE SEDIMENT IN 12 LAGOONS FROM STATE OF RIO DE JANEIRO AND THEIR UTILIZATION IN THE TYPOLOGY OF THESE ECOSYSTEMS .

The chemical composition of the sediments in 12 lagoons was studied as part of the long term project "Limnological Studies of some coastal lagoons in the State of Rio de Janeiro". The components studied were: Na, K, N, Ca, P, Fe and organic matter. The sediment was collected with core samplers and then divided into 5 cm intervals. In this work was used only the 5 to 10 cm layer which is considered to be representative for these ecosystems. The identification of the different groups of lagoons was based on the statistical technique proposed by Parks (1966). The data obtained show four groups of lagoons. Group I - lagoons Campelo, Comprida, Cabiúnas, Feia, de Cima, Brejo Grande, Pedras; Group II - Salgada, Saudade and Carapebus; Group III - lagoon Iodada and Group IV - lagoon Imboacica. The dendrogram based on chemical composition also showed three groups: organic matter, N and Ca; P and Fe; Na and K. The most important factors for determining the typology of these lagoons were the type of rock and the size of the drainage basins.

The results of the nutrients grouping indicate that there is little human influence on nutrient concentrations in these lagoon sediments.

INTRODUÇÃO

Os trabalhos de THIENEMANN (1928) e NAUMANN (1930) em lagos europeus foram os pioneiros na identificação do papel do sedimento na produção dos ecossistemas lacustres. Com o aperfeiçoamento de técnicas de coleta e de análise, os estudos sobre sedimento lacustres, têm se tornado cada vez mais freqüente em pesquisas limnológicas. O volume de conhecimentos adquiridos permite concluir que os estudos sobre a dinâmica de nutrientes e produção de ecossistemas lacustres só poderão ser entendidos em sua plenitude se for incluído o compartimento sedimentar.

Inúmeras foram as pesquisas em lagos de regiões temperadas, que investigaram os mais diferentes aspectos do papel do sedimento na dinâmica global destes ecossistemas (EINSELE, 1936; MORTIMER, 1941; UNGEMACH, 1960; OHLE, 1962; VERDONW et al, 1985). Em lagos de regiões tropicais estas pesquisas são mais raras, podendo ser destacados os trabalhos realizados em lagos da Indonésia por HUMMEL (1931) e em lagos africanos por VINER (1975a, 1975b, 1975c, 1975d, 1977). No Brasil, embora de grande importância para a compreensão da limnologia regional, estudos sobre sedimentos lacustres são recentes, podendo ser mencionados as pesquisas de TRINDADE (1980), ESTEVES et al (1981), ESTEVES e CAMARGO (1982), ESTEVES (1983) e ESTEVES e TOLENTINO (1986). Todas estas pesquisas referem-se a ambientes artificiais (represas). Assim torna-se evidente a necessidade de estudos de cunho limnológicos sobre os sedimentos de ecossistemas lacustres naturais brasileiros.

Como parte de um projeto que visa o estudo do metabolismo de algumas lagoas costeiras do litoral fluminense (ESTEVES et al, 1983 e ESTEVES et al, 1984) foi pesquisado o sedimento de doze destes ecossistemas de diferentes características ecológicas.

Esta pesquisa objetivou, não somente quantificar alguns dos constituintes químicos inorgânicos e matéria orgâ-

nica, mas também, numa primeira tentativa, relacionar a composição do sedimento com os processos de gênese dos sistemas em estudo e a geologia regional. Além disso, os resultados sobre a composição química foram utilizados na identificação de grupos semelhantes de lagoas.

ÁREA DE ESTUDOS

Os ecossistemas em estudo (lagoas e lagos costeiros), genericamente denominados de lagoas, localizam-se à NE do estado do Rio de Janeiro, (Fig. 1).

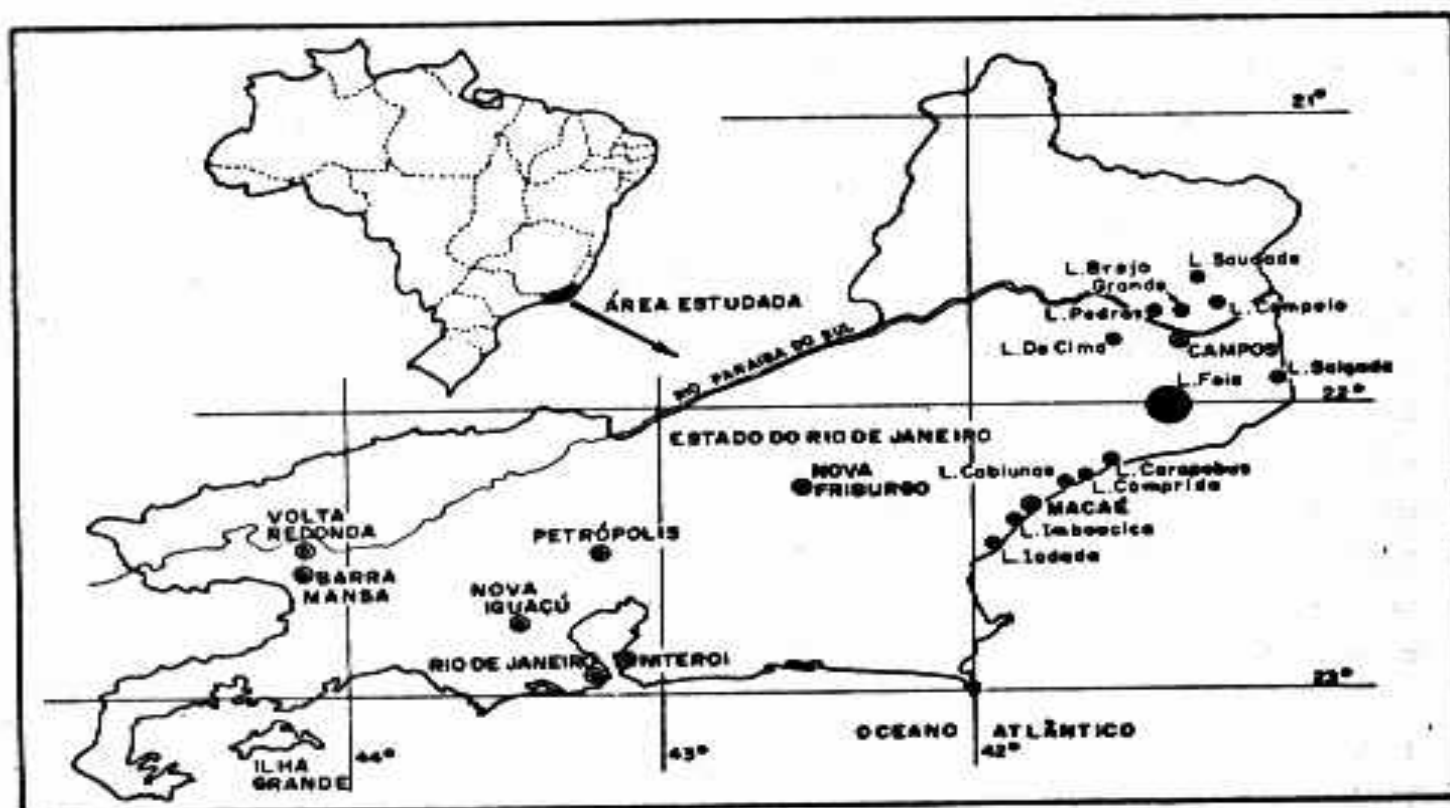


Figura 1 - Localização das lagoas estudadas.

A região em estudo é compreendida na maior parte por planícies, que fazem parte da formação Barreiras (LAMEGO, 1955). A maior delas é cortada pelo rio Paraíba do Sul e extende-se ao norte até o relevo cristalino pré-cambriano e ao sul até a faixa dos tabuleiros da formação Barreiras. Outra planície é formada pela faixa de restingas que se extende do sul da lagoa Feia até Macaê.

A região estudada localiza-se fora da isoterma de 22 °C, indicando portanto ser uma área de monotomia térmica.

Quanto à pluviosidade, pode-se destacar que ao norte de Campos predominam precipitações que variam de 900 à 1100 mm anuais, na região da lagoa Feia e de Macaê os Índices são mais elevados (1100-1300 mm).

Conforme os indicadores climatológicos da Governadoria do Estado do Rio de Janeiro (1978), os ventos predominantes na região são os de NE com velocidades expressivas, sendo este fato atribuído à dispersão dos ventos alíseos pelo anticiclone tropical do atlântico.

Adotando a classificação proposta por THORNTHWAITTE, verifica-se que existe uma evolução sistemática de climas passando de subúmido seco (região de Campos) para subúmido (região de Macaê).

Quanto aos processos que participaram na formação dos ecossistemas em estudo, podem ser reconhecidos os seguintes (LAMEGO, 1955):

1º) barragem de rios que desaguavam numa grande baía. As barragens foram formadas a partir de cordões de restinga que se depositaram durante a regressão marinha. Ex.: lagoas do Brejo Grande e Saudade;

2º) deposição de aluviões que represaram pequenos tributários do rio Muriaê. Ex.: lagoa das Pedras;

3º) isolamento de baía oceânica, que por muito tempo sofreu deposição de sedimentos trazidos pelo rio Paraíba do

Sul. Ex.: lagoa Feia e de Cima;

49) processos mais recentes de deposição de areia, com a conseqüente formação de cordões de restinga, as quais isolaram pequenas baías oceânicas. Ex.: lagoas Campelo e Salgada;

59) barragem de rios por sedimentos fluvió-marinhos. Ex.: Imboacica, Cabiúnas, Carapebus, Comprida e Iodada, esta resultante do represamento do afloramento do lençol freático.

Quanto a hidrografia, as lagoas estudadas podem ser agrupadas em três grupos:

19) Aquelas em que as bacias hidrográficas não são bem definidas e que estão localizados sobre região sedimentar. Ex.: lagoas das Pedras, Saudade e Campelo.

29) Aquelas em que a bacia hidrográfica é praticamente ausente. Ex.: lagoas Iodada e Salgada.

39) Aquelas em que bacia hidrográfica é bem definida, por vezes drenando o relevo cristalino. Ex.: lagoa Imboacica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foi feita uma amostragem por lagoa, procurando-se sempre que possível, realizá-la no ponto central. As amostras ("Core") de sedimento foram tomadas utilizando-se um coletor de sedimento segundo modelo proposto por AMBÜHL & BÜHRER (1975), o qual possibilitou a extração de um perfil não pertubado de 8 cm de diâmetro. Cada perfil foi separado em frações de 5 cm, sendo

que somente a camada de 5 a 10 cm serviu aos propósitos desta pesquisa, entendendo-se ser a mais representativa, por sofrer pouco revolvimento e por ser relativamente recente.

Para a determinação dos diferentes componentes: Na, K, Ca, N, P e Fe, as amostras foram tratadas conforme descrito por AGENIAN & CHAU (1976). As determinações de Na, K, Ca, P e Fe foram realizadas em espectrofotometria de plasma (CENA, Piracicaba), seguindo metodologia descrita em ESTEVES et al (1981). O nitrogênio total foi determinado segundo o método Kjeldahl. Os teores de matéria orgânica (M.O.) foram obtidos através de incineração em mufla à 550 °C; no entanto, deve-se salientar que esta metodologia super-estima os valores de M.O. por causar a volatilização de outros componentes não orgânicos.

Os valores obtidos foram trabalhados estatisticamente. Para tanto agrupou-se os dados em conjuntos semelhantes, utilizando-se para tal, técnicas estatísticas (Cluster Analysis).

Para a determinação dos grupos, usou-se como critério, mudanças acentuadas observadas nos coeficientes de correlação calculados segundo Parks (1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analíticos obtidos estão apresentados na Tab. 1. O tratamento estatístico destes resultados possibilitou o agrupamento das lagoas estudadas em 4 grupos distintos (Fig. 2): 1º grupo: formado pelas lagoas do Campelo, Comprida, Cabiúna, Feia, de Cima, Brejo Grande e Pedras; 2º grupo: lagoas Salgada, Saudade e Carapebus; 3º grupo: lagoa Iodada; 4º grupo: lagoa Imboacica. A distribuição geográfica destes grupos pode ser visto na Fig. 3.

As lagoas do primeiro e segundo grupos, caracterizam-se por possuírem bacias hidrográficas pouco definidas que drenam, na sua maior parte, formações sedimentares.

Tabela 1 - Concentração dos diferentes componentes na fração 5-10 cm do sedimento das doze estudadas.

LAGOAS	BREJO PEDRAS SALGADA SAUDADE CARAPEBUS IODADA IMBOACICA												
	CAMPELO	COMPRIDA	CABIÓNAS	FEIA	de CIMA	GRANDE							
NUTRIENTES													
Matéria Orgânica % peso seco	98,9	79,5	16,3	12,7	10,1	59,7	40,4	21,8	43,0	4,9	0,8	0,1	
Fósforo (ppm)	2,0	1,0	16,0	14,4	1,6	3,2	11,5	12,0	2,7	10,2	0,8	5,2	
Nitrogênio (ppm)	20.000	13.200	2.700	6.900	5.200	20.300	16.100	21.600	31.500	1.800	2.500	7.300	
Cálcio (ppm)	32,0	141,0	229,0	254,0	75,0	173,0	514,0	45,25	191,0	3007,0	108,0	3352	
Ferro (ppm)	194,0	69,0	1524,0	1574,0	558,0	916,0	2060,0	26,0	1319,0	430,0	56,0	162	
Sódio (ppm)	14,5	34,0	199,4	13,3	4,1	22,7	40,6	2924,0	44,3	533,3	143,1	469	
Potássio (ppm)	6,2	2,1	94,9	25,2	20,3	7,0	11,0	133,0	11,8	59,9	11,0	22,7	

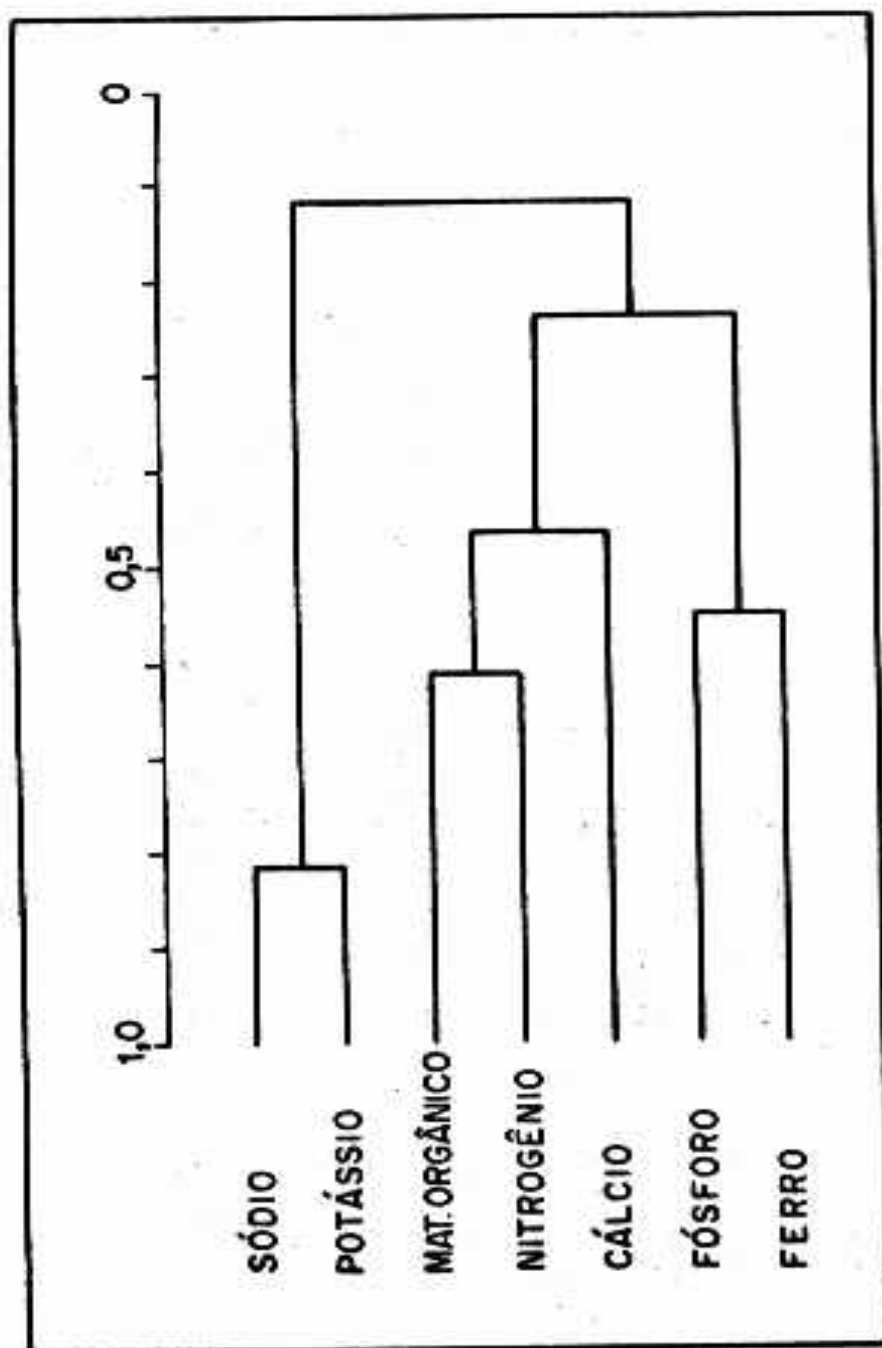


Figura 2 - Dendrograma do agrupamento das lagoas, segundo a composição química do sedimento.

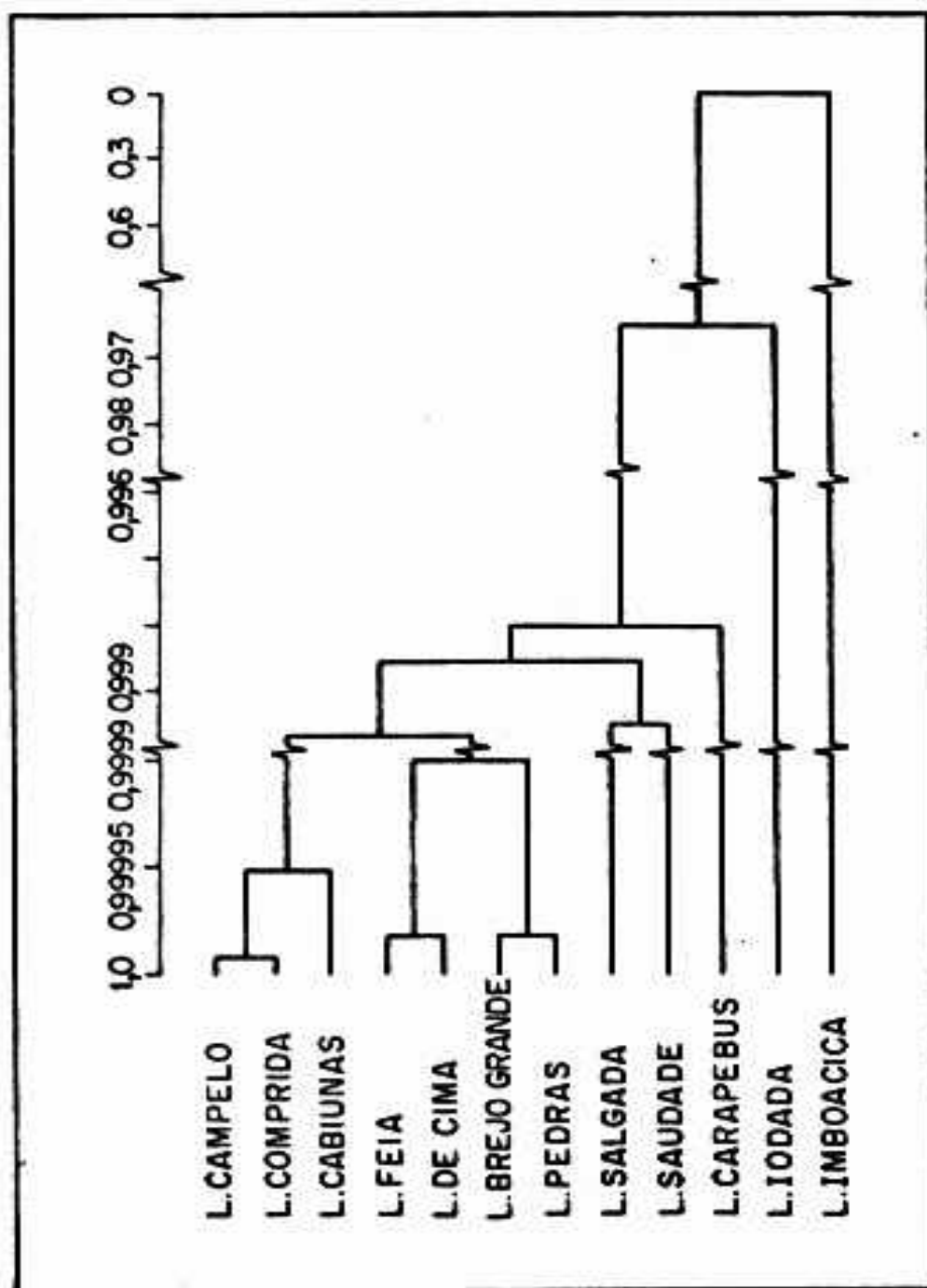


Figura 3 - Distribuição geográfica de agrupamentos das lagoas.

A lagoa lodada (terceiro grupo) é um corpo d'água isolado, com bacia hidrográfica praticamente ausente e com águas escuras. Suas águas originam-se, principalmente, a partir do afloramento do lençol freático o qual drena subsolo típico de região de restinga, conseqüentemente, rico em compostos húmicos. Estes compostos por sua vez, impregnam a água desta lagoa de coloração marrom escura, característica de lagoas localizados no complexo restinga.

A lagoa Imboacica (quarto grupo), foi a que apresentou menor coeficiente de correlação com as demais. Esta diferenciação possivelmente, se origina na rede hidrográfica bem definida e desenvolvida (ordem 4) que drena rochas pertencentes ao Complexo Cristalino. Além disso, esta bacia tem seus cursos superiores originando-se em elevações, resultando um regime com maior capacidade de transporte de sedimentos.

Quanto à distribuição dos elementos estudados, o dendrograma obtido sugere a existência de três grupos bem distintos: sódio e potássio, matéria orgânica, nitrogênio e cálcio, fósforo e ferro, conforme demonstra a Fig. 4.

A forte correlação encontrada entre os elementos Na e K provavelmente se deva à influência pretéritas e atuais que os ecossistemas litorâneos sofrem do mar. LACERDA (1984) estudando um brejo de restinga, sugeriu a entrada destes nutrientes por intermédio do "spray" marinho.

Os teores percentuais de K são em média mais elevados que os de Na. A explicação para este fato, deve-se a maior solubilidade do Na, enquanto que o K é freqüentemente fixado por complexos coloidais no sedimento (STUMM & MORGEN, 1981). Os dados de análise da água e sedimento destas lagoas (ESTEVEZ et al, 1983 e 1984) parecem confirmar esta hipótese, visto que estes autores obtiveram concentrações sempre mais elevadas de Na na coluna d'água e de K no sedimento.

Matéria orgânica, N e Ca formam outro grupo distinto. A maior correlação existente entre M.O. e N, sugere que este último elemento seja proveniente de resíduos orgânicos

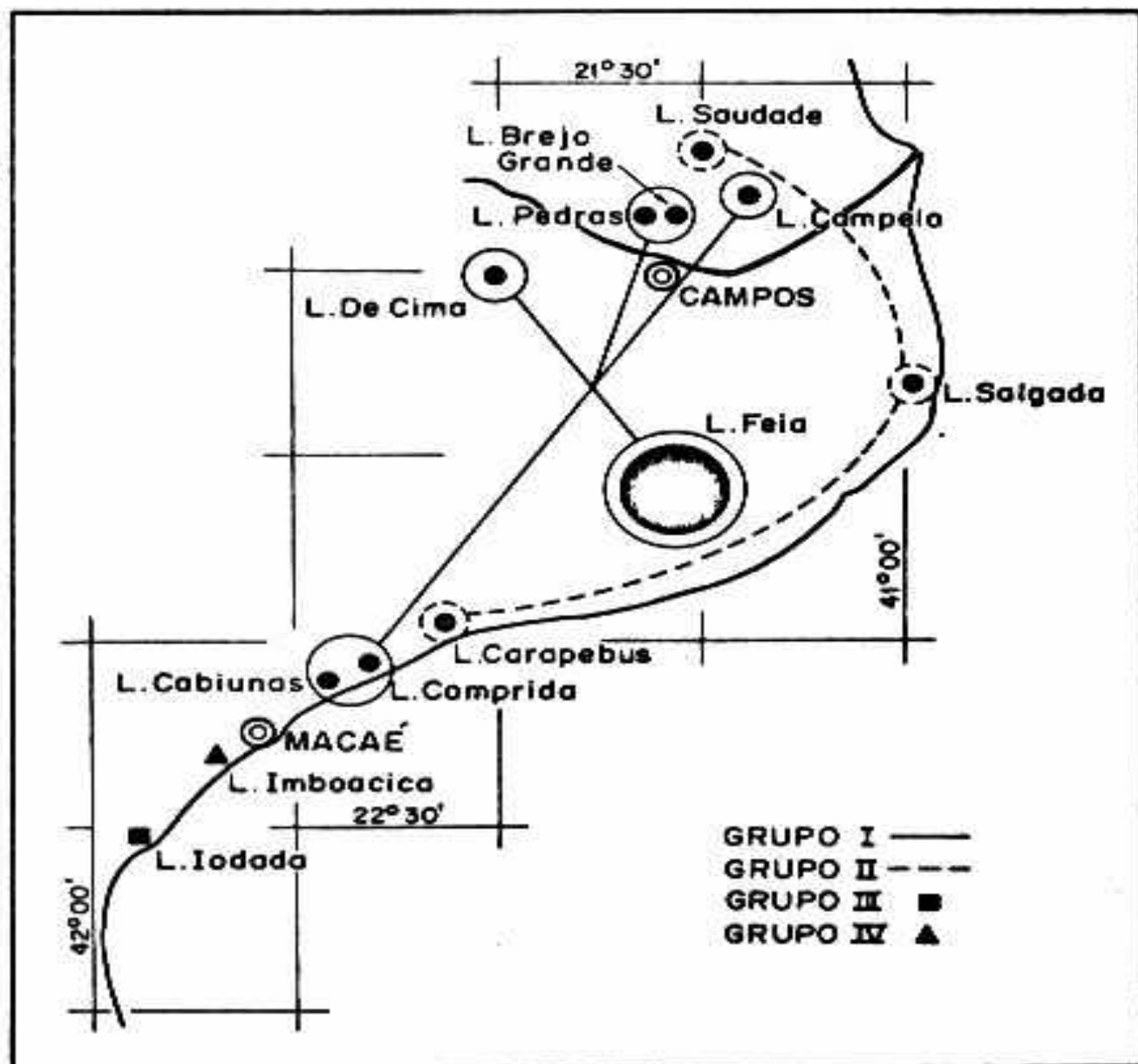


Figura 4 - Dendrograma de agrupamento dos nutrientes.

oriundos provavelmente de vegetais superiores observados na maioria das lagoas, ou ainda, de algas bentônicas observadas na lagoa Imboacica. Com relação ao íon Ca, relacionado a nível de menor correlação com M.O. e N, pode supor-se como provindo da mobilização de carbonatos existentes em depósitos conchíferos, conforme proposto por LAMEGO (1945) para as lagoas costeiras localizadas mais ao sul.

Os baixos teores de Ca nas lagoas do grupo I devem-se à origem terrestre das rochas da formação Barreiras, bastante pobres em elementos calcários ou silicosos (LAMEGO, 1955).

A origem do Fe está relacionada com os sedimentos da formação Barreiras, ricos em canga (LAMEGO, 1955). Este fato explica as altas concentrações deste elemento no grupo I, cujas lagoas situam-se sobre tal formação.

O fósforo, quanto a sua origem, provavelmente esteja relacionado com o material orgânico particulado.

Os teores de oxigênio na interface água-sedimento (ESSEVES et al, 1984) sugerem a existência de ambiente oxidante. Nestas condições o ferro apresenta-se principalmente na forma oxidada (Fe^{3+}). Este sistema químico adsorve o fosfato, formando complexos que viriam a justificar a correlação encontrada. Fenômeno semelhante foi constatado por EINSELE (1936) em lagos europeus e deve ser a justificativa principal para a forte correlação encontrada entre a concentração de P e Fe.

CONCLUSÕES

Os ventos dominantes e suas velocidades indicam a possibilidade de uma substancial contribuição do "Spray" marinho, principalmente nas lagoas situadas ao sul do rio Paraíba do Sul, ou seja lagoas Carapebus, Cabiúnas e Comprida.

Para a tipologia das lagoas (formação dos quatro gru

pos), os fatores mais importantes foram o tipo de rochas drenados e as extensões das bacias hidrográficas.

Ao contrário do que foi encontrado por ESTEVES & TOLENTINO (1986) em sedimentos de represas do Estado de São Paulo, os resultados dos agrupamentos de nutrientes, indicam pouca influência antrópica sobre a composição dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEMIAN, H. & CHAN, A.S.Y. Evolution of extraction techniques for the determination of metals in aquatic sediments. Anal. Chem., 101: 761-7, 1976.
- AMBÜL, H. & BÜHRER, H. Zur Technik der Entnahme ungestörter grossproben von Seesedimenten: ein verbessertes Bohrlot Schweiz. Z. Hydrol., 37: 175-86, 1975.
- CARMO, M.A.M. & LACERDA, L.D. Limnologia de um brejo de dunas em Maricá - RJ. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R. et alii, org. Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF, 1984. p. 445-60.
- EINSELE, W. Über die Beziehungen des Eisenkreislaufes zum Phosphatkreislauf in Entropfen Seen. Arch. Hydrobiol., 19: 664-86, 1936.
- ESTEVES, F.A. Levels of phosphate, calcium, magnesium and organic matter in the sediments of some Brazilian reservoirs and implications for the metabolism of the ecosystems. Arch. Hydrobiol., 96(2): 129-38, 1983.
- ESTEVES, F.A.; FERREIRA, J.R.; PESSENDA, L.C.R.; MORTATI, J. Análises preliminares sobre o teor e distribuição de metais em sedimento de represas do Estado de São Paulo.

In: SIMPÓSIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 2, São Carlos, UFSCar, 1981. Anais...

ESTEVEES, F.A. & CAMARGO, A.F.M. Caracterização de sedimentos de 17 reservatórios do Estado de São Paulo com base no teor de geopegmentos, carbono orgânico e nitrogênio orgânico. Ci. e Cult., 34(5): 669-74, 1982.

ESTEVEES, F.A.; BARBIERI, R.; ISHII, I.I.; CAMARGO, A.F.M. Estudos limnológicos em algumas lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 3, São Carlos, UFSCar, 1982. Anais... p. 25-38.

ESTEVEES, F.A.; ISHII, I.I.; CAMARGO, A.F.M. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; org. Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF, 1984. p. 443-54.

ESTEVEES, F.A. & TOLENTINO, M. Identificação e caracterização de alguns grupos de represas do Estado de São Paulo, com base na composição química dos seus sedimentos. Ci. e Cult., 38(3): 540-5, 1986.

GOVERNADORIA do Estado do Rio de Janeiro. Indicadores climatológicos, FIDERJ - 1978.

HUMMEL, K. Sedimente indonesischer Sii Bwasserseen. Arch. Hydrobiol., 71: 363-80, 1931.

LAMEGO, A.R. Ciclo evolutivo das lagoas fluminenses. B. Dep. Prod. Min., Rio de Janeiro, 118: 1-48, 1945.

_____. Geologia dos quadrículos de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexê. Div. Geol. Min., Rio de Janeiro, 154: 1-60, 1955.

- MORTIMER, C.H. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. 1. Ecol., 29: 329, 1941.
- NAUMANN, E. Einführung in die Bodenkunde der Seen. Die Binnengewässer IX. E. Schweizerbart, Stuttgart. 1930.
- OHLE, W. Der Stoffhaushalt der Seen als Grundlage einer Allgemeinen Stoffwechselfeldynamik der Gewässer. Kieler Meeresforsch., 18: 107-20, 1962.
- PARKS, J.M. Cluster analysis applied to multivariate Geologia problems. J. Geol., 74: 703-15, 1966.
- STUM, W. & MORGAN, J.J. Aquatic chemistry. An introduction emphasiznig chemical equilibria in natural waters. New York, John Wiley, 1981. 780p.
- THIENEMANN, A. Der sauerstoff in eutrophen und oligotrophen Seen. Ein Beitrag zur Seetypenlehre. Die Binnengewässer IV. E. Schweizerbart, Stuttgart. 1928.
- TRINDADE, M. Nutrients in sediments from Broa Reservoir. São Carlos, UFSCar, 1980. 219p. Tese Mestrado
- UNGENACH, H. Sediment chemis und seine bezichungen zum stoffhaushalt in 40 europaischen seen. Kiel, Universitat Kiel, 1960. 420p. Tese Doutorado
- VERDONW, H.; BOERS, P.C.M.; DEKKERS, E.M.J. The dynamics of ammonia in sediments and hypolimnion of lake Vechter (The Netherlands). Arch. Hydrobiol., 105(1): 79-92, 1985.
- VINER, A.B. The influence of sediments upon nutrient exchanges in tropical lakes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTERACTIONS BETWEEN SEDIMENTS AND WATERS. Proceedings. p. 210-5. 1977.

VINER, A.B. Non biological factors affecting phosphate recycling in the water of a tropical entrophic lake. Verh. Int. Ver. Limnol., 19: 1404-15, 1975.

_____. The sediments of lake George, Uganda. I. Redox potentials, oxygen consumption and carbon dioxide output. Arch. Hydrobiol., 76: 181-97, 1975.

_____. The sediments of lake George, Uganda. II. Release of ammonia and phosphorus from an undisturbed mud surface. Arch. Hydrobiol., 76: 368-78, 1975.

_____. The sediments of lake George, Uganda. III. The reuptake of phosphate. Arch. Hydrobiol., 76: 393-410, 1975.

AGRADECIMENTOS

Somos especialmente gratos ao CENA (Piracicaba) pela realização das análises das amostras de sedimentos, ao CNPq e FAPESP pelo auxílio financeiro e aos colegas do Laboratório de Limnologia DCB - UFSCar, pelas críticas realizadas durante a realização desta pesquisa.

ENDEREÇO DOS AUTORES

TOLENTINO, M.

Departamento de Química
Universidade Federal de São Carlos
13560 São Carlos - SP

ESTEVES, F.A.; ROLAND, F. e THOMAZ, S.M.

Laboratório de Limnologia
Departamento de Ciências Biológicas
Universidade Federal de São Carlos
13560 São Carlos - SP