

DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES EM PERFIS DE SEDIMENTOS EM
BREJOS COSTEIROS TROPICAIS E TEMPERADOS

LACERDA, L.D.*; CUNHA, C.T.* e SEELIGER, U.**

RESUMO

A distribuição de nutrientes em perfis de sedimentos de alagados entre dunas costeiras foi estudada em testemunhos coletados nos municípios de Maricá, RJ e Rio Grande, RS, no verão de 1985. Os resultados mostraram que os sedimentos da área tropical (RJ) eram mais ácidos que da área temperada (RS) ao longo de todo o perfil. O teor de matéria orgânica em Maricá foi 6 vezes maior que em Rio Grande até 15 cm de profundidade, sendo depois similares (0,5%). Em geral a distribuição de nutrientes acompanhou a distribuição de matéria orgânica. As concentrações de nutrientes foram mais elevadas na área tropical que na temperada a exceção de Mn, Fe e Ca. Os resultados parecem refletir a diferença de produtividade das duas áreas, a remobilização de Fe e Mn para a coluna d'água, a topografia local e o alto teor de carbonatos, típico das dunas de Rio Grande.

* Departamento Geoquímico da UFF

** Departamento Oceanografia da FURV

ABSTRACT - NUTRIENT DISTRIBUTION IN SEDIMENT PROFILES FROM TROPICAL AND TEMPERATE DUNE SLACKS

Nutrient distribution in sediment cores 0-30 cm from coastal dune slacks were studied in samples from Maricã (RJ) and Rio Grande (RS), in the summer of 1985. The results showed that sediments in the tropical area (RJ) were more acidic (4,5 vs 6,5) than in the temperate one (RS). Organic matter content in the top 15 cm was 15 x higher (65 vs 11%) in the tropical area, becoming similar at lower depths (0,5%). In general, nutrient distribution followed that of organic matter. Higher concentrations of all nutrients with the exception of Mn, Fe and Ca, were present at the tropical area. The results are a reflection of the different productivity of the two areas higher at Maricã, the remobilization of Mn and Fe to the water column, at Maricã local topography and the high levels of carbonates typical of Rio Grande dunes.

INTRODUÇÃO

Os brejos entre cordões arenosos são formações típicas das planícies quaternárias do litoral brasileiro, particularmente bem desenvolvidas nos litorais do Rio Grande do Sul e na parte norte do Estado do Rio de Janeiro (LACERDA et al, no prelo). Estas áreas são caracterizadas por alagamento sazonal e ocupadas por comunidades de macrófitas emergentes dominadas por cyperáceas e gramíneas. A vegetação desenvolve-se sobre um solo orgânico de espessura variável sobre um horizonte de areia. Sua principal característica é a alta produtividade primária de até $600 \text{ g.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ e a sazonalidade bem marcada dependente das condições do alagamento (CARMO e LACERDA, 1984a,b).

As principais entradas de nutrientes para estes ecossistemas são via atmosfera e lixiviação das dunas adjacen-

tes, entretanto sua ciclagem dentro do sistema é controlada direta e indiretamente, pela comunidade vegetal, principalmente pela produção e decomposição da matéria orgânica e pelas variações do nível do algamento que controlarão os níveis de oxigenação do meio e conseqüentemente a velocidade de liberação de elementos para a coluna d'água (PONNAMPERUMA, 1972).

O entendimento dos processos que controlam a ciclagem de nutrientes ao nível dos compartimentos abióticos necessita de uma análise de sua distribuição e movimentação na coluna do sedimento, que dependerá das características limnológicas da área e da ecologia da vegetação.

O presente estudo analisa a distribuição de nutrientes em colunas de sedimento em dois brejos costeiros no litoral brasileiro, sob diferentes condições climáticas, porém geneticamente similares e ocupadas por comunidades vegetais semelhantes, afim de compreender os mecanismos envolvidos na ciclagem de nutrientes nestes ecossistemas.

ÁREAS DE ESTUDO

As amostras foram coletadas durante o verão de 1985 em dois brejos entre dunas costeiras; Maricá, Rio de Janeiro (lat. 22°S) e Rio Grande, Rio Grande do Sul (lat. 29°30'S). Ambas as áreas formaram-se entre as duas últimas transgressões marinhas (3500 à 5500 anos), e são resultantes do afloramento do lençol freático entre dois cordões arenosos que ocorre sazonalmente, permanecendo alagado durante o inverno e seco durante o verão.

As duas áreas apresentam como comunidade vegetal dominante cyperáceas emergentes. Em Maricá, a espécie dominante é *Eleocharis subarticulata* (Nees) Boeckler (CARMO, 1985), enquanto em Rio Grande é *Scirpus* sp. (CORDAZZO, 1985). Topograficamente, a área em Rio Grande, corresponde a uma faixa contínua de brejos que eventualmente pode ter suas águas drenadas para arroios adjacentes e daí para o mar. Em Maricá,

a única saída de água além das variações do lençol freático é através da evaporação e evapotranspiração.

Geologicamente, os dois ambientes são semelhantes com solos arenosos pobres em nutrientes, entretanto, as dunas de Rio Grande apresentam níveis mais elevados de carbonatos de Ca em relação à Maricá (COSTA et al, 1984; HAY e LACERDA, 1984).

MATERIAL E MÉTODOS

No verão de 1985, 4 testemunhos foram coletados em Rio Grande e 2 em Maricá, juntamente com amostras de água coletadas em buracos na superfície do sedimento. Os testemunhos foram congelados, levados ao laboratório e subdivididos em segmentos de 3 cm. Cada segmento foi seco em estufa (80 °C, 24 h) e peneirados para separação de detritos e grãos maiores que 1,0 mm.

Nas amostras peneiradas foram determinados o pH, em mistura 1:1 de sedimento e água destilada, e o teor de matéria orgânica, por gravimetria, após combustão (450 °C, 16 h). Subamostras (5 a 19 g secas) foram lixiviadas com HNO₃ 0,1N após contato por 24 h e os extratos filtrados e estocados para análise. Nas amostras de água foram analisados *in situ* o pH, a condutividade elétrica e a temperatura. Após filtração as amostras foram acidificadas (1 ml HNO₃ conc.) e estocadas para análise. As amostras tinham em média 50 ml em volume.

Nos extratos de sedimentos e nas águas foram determinadas as concentrações de Na, Mg, Ca, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica convencional.

RESULTADOS

A Fig. 1 apresenta a distribuição vertical de pH,

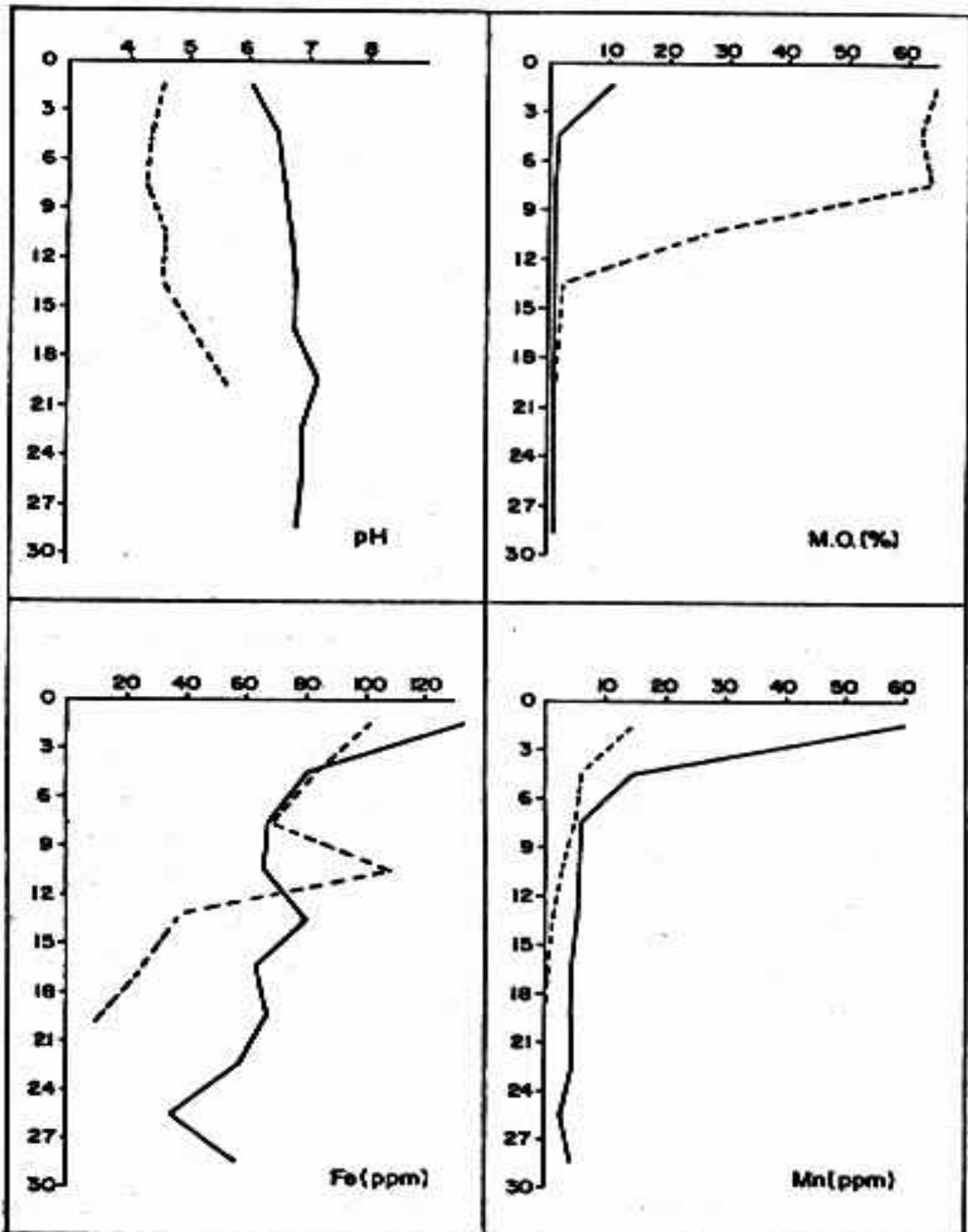


Figura 1 - Teor de matéria orgânica, pH e concentrações de Fe e Mn em perfis de sedimento de brejos entre dunas em Maricã (---) e Rio Grande (-) de acordo com a profundidade (cm). Valores médios.

teor de matéria orgânica e as concentrações de Fe e Mn nos perfis de sedimentos em Maricã e Rio Grande. O sedimento em Maricã apresentou valores de pH mais ácidos (4,3-5,6) que Rio Grande (6,0-7,2) ao longo de todo o perfil. Nas duas áreas ocorreu uma diminuição da acidez do sedimento com a profundidade. O teor de matéria orgânica também foi diferente nas duas áreas tanto em conteúdo total quanto em sua distribuição ao longo do perfil. A camada orgânica em Maricã estende-se até aproximadamente 12 cm de profundidade variando entre 66 e 26%. Em Rio Grande, esta fica restrita aos primeiros 3 cm do sedimento com valores em torno de 11%. Abaixo de 15 cm de profundidade, as duas áreas apresentam conteúdos de matéria orgânica similares em torno de 5%.

A distribuição de Fe e Mn mostrou diferenças entre as duas áreas porém sendo mais elevadas em Rio Grande. Os dois elementos embora diminuíssem suas concentrações com a profundidade, não acompanharam a distribuição de matéria orgânica.

A Fig. 2 apresenta a distribuição vertical de Zn, Mg, Ca e Na nas suas áreas. Excetuando-se o Ca, todos os demais elementos apresentaram concentrações mais elevadas em Maricã que em Rio Grande. O Ca apresentou-se mais elevado em Maricã somente em profundidades intermediárias. Os 4 elementos, entretanto, acompanharam a distribuição vertical da matéria orgânica.

A Tab. 1 apresenta a composição química da água nas duas áreas. Novamente os valores de pH foram mais baixos em Maricã que em Rio Grande. Os maiores valores de condutividade elétrica, e as concentrações de Mg, Zn, Fe e Mn mais elevadas, também foram medidas em Maricã. As concentrações mais elevadas de Na e Ca entretanto ocorreram em Rio Grande.

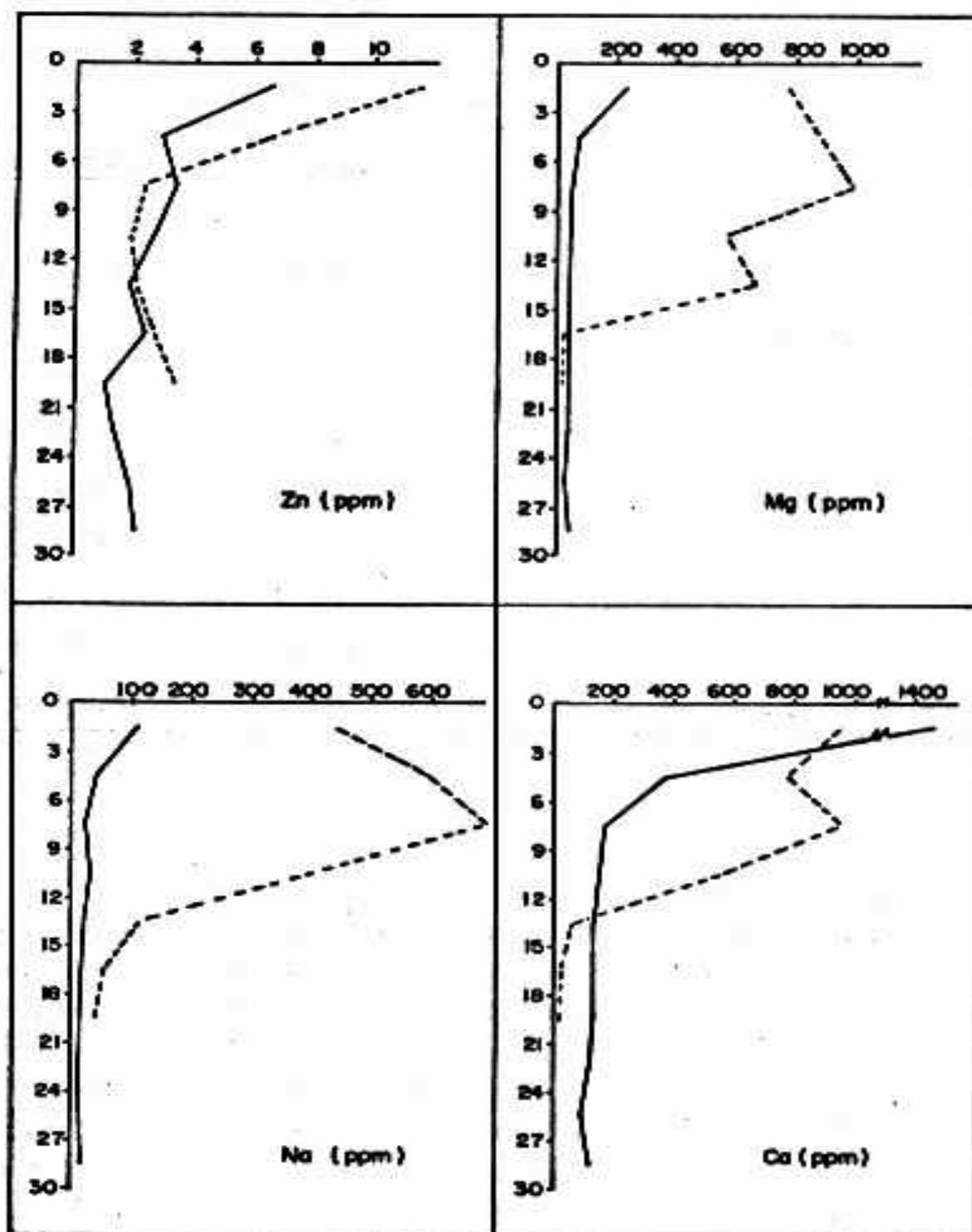


Figura 2 - Concentrações de Na, Ca, Mg e Zn em perfis de sedimento de brejos entre dunas em Maricã (---) e Rio Grande (-) de acordo com a profundidade (cm). Valores médios.

Tabela 1 - Composição química da água nos brejos em Maricã e Rio Grande . (Média \pm desvio padrão).

VARIÁVEL	MARICÃ	RIO GRANDE
Temperatura °C	29,5	25
pH	5,21 \pm 0,12	8,39 \pm 0,12
Condutividade elétrica		
$\mu\text{S.cm}^{-1}$	437 \pm 55	395 \pm 30
Na (ppm)	2,2 \pm 0,2	17,8 \pm 2,0
Ca (ppm)	5,3 \pm 0,7	15,4 \pm 2,7
Mg (ppm)	13,7 \pm 2,4	8,2 \pm 2,2
Fe (ppm)	0,40 \pm 0,17	0,28 \pm 0,2
Mn (ppm)	0,83 \pm 0,67	0,53 \pm 0,45
Zn (ppm)	0,76 \pm 0,25	0,13 \pm 0,02

DISCUSSÃO

A distribuição, mobilização e disponibilidade de elementos em solos alagados depende do grau e freqüência da inundação e da composição destes solos (PONNAMPERUMA, 1972; KATYAL, 1977). Em caso de solos arenosos cujo principal componente mineral é inerte, o teor de matéria orgânica é o principal responsável pela dinâmica de elementos químicos (KATYAL, 1977). Nos resultados apresentados, a diferença no teor de matéria orgânica nas duas áreas parece ser responsável pelo comportamento dos elementos estudados.

As duas áreas mostraram diferenças significativas no teor de matéria orgânica e na sua distribuição ao longo dos perfis de sedimento (Fig. 1). Esta diferença pode ser relacionada a uma produtividade primária mais elevada e/ou menores taxas de decomposição na área tropical em relação a tem

perada. Além disso, a topografia local em Rio Grande permite a exportação de matéria orgânica para arroios adjacentes.

A produtividade primária em Maricã é elevada ($600 \text{ g.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$) (CARMO e LACERDA, 1984a), em Rio Grande porém não é conhecida. Entretanto, dificilmente esta seria pequena o suficiente para explicar a grande diferença entre os teores de matéria orgânica encontrada. Quanto as taxas de decomposição, estas são relativamente baixas em Maricã, decompondo somente cerca de 60% da produtividade anual da área (CARMO, 1985). Novamente, estes valores não são conhecidos para Rio Grande. Entretanto, ESTEVES (1983) e ESTEVES et al (1984) propõem que a taxa de decomposição em ambientes aquáticos tropicais é mais elevada que em áreas temperadas; portanto, apesar de que taxas de decomposição mais lentas possam ocorrer, estas não explicariam a grande diferença encontrada. Finalmente, os brejos de Rio Grande são eventualmente drenados para arroios adjacentes que acumulam sedimentos orgânicos (LACERDA, observação pessoal), durante a drenagem, uma fração da matéria orgânica depositada poderá ser carregada para estas áreas. Estas três causas parecem explicar a diferença orgânica, observada, podendo-se no teor de matéria supor que a exportação de matéria orgânica durante eventuais drenagens seja a principal responsável pela diferença observada.

A diferença no teor de matéria orgânica entre as duas áreas é responsável pela maior parte das diferenças entre os demais parâmetros medidos. Solos ricos em matéria orgânica quando alagados, apresentam valores de pH mais ácidos que solos pobres em matéria orgânica, como resultado da maior liberação de CO_2 e ácidos orgânicos (KATYAL, 1977). Este fato, explica os valores mais ácidos de pH em água (Tab. 1) e sedimentos (Fig. 1) em Maricã que em Rio Grande. Em ambas as áreas, também foram encontrados valores mais baixos de pH nos horizontes mais superficiais, evidenciando o controle exercido pela matéria orgânica sobre este parâmetro.

A distribuição de Fe, Mn (Fig. 1) e Zn (Fig. 2) está associada a matéria orgânica de forma indireta, uma vez que, ao longo do perfil, não acompanha a distribuição deste parâmetro. O consumo de oxigênio durante a decomposição microbiana da matéria orgânica em áreas alagadas, induzirá condições redutoras no sedimento, e o grau de redução vai depender do conteúdo de matéria orgânica presente no solo (PONNAMPERUMA, 1972); portanto, são esperadas condições mais redutoras em Maricã que em Rio Grande.

Sob condições redutoras, as formas oxidadas de Fe e Mn (oxihidroxidos) serão dissociadas, resultando na remobilização de Ions Fe^{2+} e Mn^{2+} que poderão ser novamente precipitados na superfície do sedimento ou migrar para a coluna d'água sob condições de redução extrema, permanecendo em solução, dependendo do pH da água e de seu teor de oxigênio (SOLOMONS e FÖRSTNER, 1984). Uma vez que as formas oxidadas de Fe e Mn são os principais carreadores de Zn, uma remobilização deste elemento sob condições redutoras também é esperada. A distribuição de Fe, Mn e Zn é um reflexo deste fenômeno.

Em Maricã, os teores de matéria orgânica mais elevados resultarão na exportação destes elementos para a coluna d'água, diminuindo suas concentrações no solo e aumentando-as na água, como pode ser visto na Tab. 1. O pH ácido da água de Maricã (5.21) intensifica o processo, favorecendo a permanência destes metais em solução. Esta remobilização tem sido apontada como responsável pela ciclagem destes elementos em brejos costeiros (CARMO e LACERDA, 1984b).

As condições menos redutoras em Rio Grande, e o pH básico de suas águas (8,39) favorecerão a re-reprecipitação dos Ions remobilizados do sedimento sobre a camada superficial, carreando Zn durante o processo, resultando em teores elevados nos sedimentos mais superficiais (Fig. 1).

A distribuição de Ca, Mg e de Na nos perfis estudados, acompanhou aquela da matéria orgânica e, co-variância destes elementos com este parâmetro têm sido observadas em

diversos sub-habitats das restingas (HAY et al, 1981; HAY e LACERDA, 1984). As maiores concentrações de Na e Mg nos sedimentos de Maricã são esperadas devido ao maior teor de matéria orgânica. Entretanto, o alto teor de carbonatos, típico da região das dunas de Rio Grande, resulta em concentrações mais elevadas de Ca em solos e águas, pela lixiviação das dunas adjacentes. Este fato também pode explicar os baixos valores de pH encontrados em suas águas. Porém, em ambas as áreas, a distribuição destes elementos é controlada pela distribuição de matéria orgânica, como pode ser visto pela coincidência de curvas mostrada nas Figs. 1 e 2.

Concluindo, fica evidenciado o importante papel exercido pela matéria orgânica na distribuição de elementos em brejos entre dunas costeiras, sendo inclusive o fator determinante das diferenças observadas entre as áreas tropical e temperada. Assim, torna-se urgente o estudo dos parâmetros que controlam a acumulação e a decomposição da matéria orgânica nestas áreas afim de serem entendidos os processos que controlam a ciclagem de nutrientes nestes ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMO, M.A.M. O papel de *Eleocharis subarticulata* (Nees) Boeckler, na ciclagem de nutrientes em um brejo entre dunas em Maricã, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, UFF, 1985. Tese Mestrado.
- CARMO, M.A.M. & LACERDA, L.D. Ecologia de *Eleocharis subarticulata* (Nees) Boeckler (Cyperaceae) em um brejo entre dunas em Maricã, Rio de Janeiro. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 4, São Carlos, 1984. Anais ... São Carlos, UFSCar, 1984. p. 189-202.
- _____. Limnologia de um brejo entre dunas em Maricã, Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAU

- JO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B., org. Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF, 1984. p. 455-60.
- CORDAZZO, C.V. Taxonomia e ecologia da vegetação de dunas costeiras ao sul de Cassino (RS). Rio Grande, FURG, 1985. Tese Mestrado.
- COSTA, C.S.B.; SEELINGER, U.; CORDAZZO, C.V. Aspectos da ecologia populacional do *Panicum racemosum* (SPRENG) nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B., org. Restingas: origem, estrutura e processos. Niterói, CEUFF, 1984. p. 395-471.
- 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: 129-38, 1983.
- ESTEVES, F.A.; ISHII, I.H.; CAMARGO, A.F.M. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B., org. Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF, 1984. p. 443-54.
- HAY, J.D.; LACERDA, L.D.; TAN, A.L. Soil cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. Ecology, 62: 1392-95, 1981.
- HAY, J.D. & LACERDA, L.D. Ciclagem de nutrientes no ecossistema de restinga. In: LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B., org. Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF. 1984, p. 461-77.
- KATYAL, J.C. Influence of organic matter on the chemical

and electrochemical properties of some flooded soils. Soil Biol. Biochem., 9: 259-66, 1977.

LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; MACIEL, N.C. Dry coastal ecosystems of the tropical brazilian coast. In: MAAREL, E., ed. Dry coastal ecosystems of the world, Amsterdam, Elsevier. (no prelo)

PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. Adv. Agron., 24: 29-96, 1972.

SOLOMONS, W, & FORSTNER, U. Metals in the hydrocycle. Berlin, Springer-Verlag, 1984.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq (Proc. 400229/83), CAPES-COFECUB pelo financiamento desta pesquisa.

ENDEREÇO DOS AUTORES

LACERDA, L.D. e CUNHA, C.T.
Departamento de Geoquímica
Universidade Federal Fluminense
24210 Niterói - RJ

SEELIGER, U.
Departamento de Oceanografia
Universidade do Rio Grande
96200 Rio Grande do Sul - RS