

## TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO NA LAGUNA MAR CHIQUITA, (CÓRDOBA, AR) PELO MÉTODO DO Pb-210

S. R. D. Moreira<sup>1</sup>, E. L. Piovano<sup>2,3</sup>, B. P. Mazzilli<sup>1</sup>

- 1- Departamento de Radioproteção Ambiental – IPEN/SP - Brasil 05508-900, [damatto@net.ipen.br](mailto:damatto@net.ipen.br)
- 2- Geologisches Institute, ETH-Zentrum, 8092 Zürich, Switzerland and CIGES
- 3- Universidad Nacional de Córdoba, 5000 Córdoba, Argentina

### ABSTRACT

The Laguna Mar Chiquita, Córdoba, Central Argentina (62°40' – 30°54') is one of the largest saline lakes in the world. Its most remarkable feature is water-level fluctuation, which defines low level (LLP) and high-level periods (HLP). These variations are intimately related to climatic changes. Three cores were collected and dated by the Pb-210 method. One core was obtained at Laguna Del Plata, a small saline lake connected to the Laguna Mar Chiquita, the other two cores were collected at the maximum depths in the main water body. The more constrained Laguna Del Plata system yields a sedimentation rate of 0.72cm.y<sup>-1</sup> (level 52cm, year 1923) due to the fluvial contribution. One core from the Laguna Mar Chiquita yields a sedimentation rate of 0.49cm.y<sup>-1</sup> (level 52cm, year 1900) and the other core yields sedimentation rate of 0.40cm.y<sup>-1</sup> (level 52cm, year 1884). Sedimentation rates and sedimentological features change according to the water level of the lacustrine system. At the same time, increasing salinity promotes the growth of microorganisms that increase the formation of flocs, thus increasing the sedimentation rate and the relative content of organic matter in bottom sediments.

### 1 - INTRODUÇÃO

A Laguna Mar Chiquita, Córdoba é o maior sistema lacustre salino da República Argentina e até o presente o maior lago salino da América do Sul com uma extensão de 5000km<sup>2</sup>. Esta localizada ao NE da Província de Córdoba, a 200km da cidade de Córdoba, aproximadamente entre os 30°20' e 31°00' LS e os 62°10' e 63°10' LW (figura 1).

A depressão onde está localizada é o receptáculo final de uma bacia integrada pelos rios Suquia, Xaneas e Dulce e em forma secundária recebe pequenos tributários que chegam até a laguna.

Flutuações no ciclo hidrológico fazem que uma das características mais significativas deste sistema seja a presença de importantes flutuações no nível de água e superfície, que definem períodos alternantes bem definidos: os períodos de nível baixo (LLP) e os períodos de nível alto (HLP), figura 2.

Como consequência desta característica a área da laguna pode apresentar variações na sua extensão bem como na profundidade, Em 1997 sua extensão era de 1960km<sup>2</sup> com profundidade de 4,06m e em 1982 de 5772km<sup>2</sup> e profundidade de 8,60m (Reati et al., 1997). Atualmente a laguna se encontra em um período de acréscimo de sua superfície, que pode ser igualada aos níveis de 1982.

As características químicas da água variam também entre os dois períodos distintos, podendo passar de condições hipersalinas durante os períodos de LLP e outras mais diluídas durante os períodos de HLP. Por exemplo, em 1977, o lago apresentava uma profundidade de 4m e salinidade de  $78\text{gL}^{-1}$  enquanto que em 1982 a profundidade era de 9m e a salinidade de  $29\text{gL}^{-1}$  (Martinez et al, 1994; Reati et al, 1997). Embora altos níveis continuem até o presente, baixos níveis e alta salinidade (por exemplo,  $360\text{gL}^{-1}$ , valor máximo apresentado em 1911) foram observados durante o século XX.

Conectada a laguna Mar Chiquita, a laguna Del Plata ( $62^{\circ}51'45''$  –  $30^{\circ}54'38''$ ) é uma pequena laguna satélite que também tem seu nível de água influenciado pelos períodos de LLP e HLP, podendo ficar desconectada da laguna Mar Chiquita nos períodos de LLP. O único rio tributário que chega a laguna Del Plata é o rio Súquia tornando as águas da laguna Del Plata mais diluídas quando comparadas com da laguna Mar Chiquita.

A região do lago ocupa uma depressão tectônica do Pleistoceno Médio e fornece assim um sistema ideal para se estudar longas variações climáticas (Kröling & Iriondo, 1999). As condições ambientais das lagunas sofrem importantes mudanças relacionadas às variações climáticas e da salinidade influenciando sobre as condições de sedimentação, tornando-se um ambiente favorável de estudo com traçadores naturais.

O  $^{210}\text{Pb}$ , meia vida de 22,3 anos, é um isótopo radioativo da família radioativa natural do  $^{238}\text{U}$  muito empregado como traçador natural em estudos de eventos recentes no meio ambiente, pois pode estabelecer escalas cronológicas ou históricas nos processos biogeoquímicos em lagos e bacias de drenagem, permitindo uma avaliação do impacto antrópico sob o local de estudo (Appleby & Oldfield, 1978; Robbins, 1989).

O conhecimento da taxa de acumulação dos radionuclídeos em ambientes lacustres e marinhos durante os últimos cem anos é de fundamental importância no entendimento de processos geoquímicos sedimentários e aquáticos. (Robbins & Edgington, 1975).

Três testemunhos de sedimento foram coletados nas lagunas, dois na laguna Mar Chiquita e um na laguna Del Plata. As idades obtidas através destes testemunhos mostram que a taxa de sedimentação varia substancialmente de acordo com o nível de água do lago. O último nível alto, entre 1976 e 1997, apresentou baixas taxas de sedimentação, que variou de 0,6 a 1,1cm/a, enquanto que níveis baixos, entre 1973 a 1964 as taxas variaram de 0,8 a 2,2cm/a.

## 2 – METODOLOGIA

Três testemunhos de 60cm foram coletados em novembro de 1997, usando amostrador tipo Handcorer Beeker Sampler (Eijkelkamp). Dois foram coletados na laguna Mar Chiquita a profundidades de 7,5m e um na laguna Del Plata a profundidade de 3,6m. A taxa de sedimentação e idade dos sedimentos foram calculadas pelo método do  $^{210}\text{Pb}$  usando o modelo CRS, segundo Noller (2000).

Os testemunhos coletados foram seccionados a cada dois centímetros, as amostras pesadas e secas em estufa a  $60^{\circ}\text{C}$ . Após a secagem as amostras foram peneiradas

em malha 0,065 mm com água deionizada e depois de secas foram homogeneizadas em almofariz de vidro.

Uma alíquota de 1,0g de cada amostra, em duplicata, foi submetida à digestão com ácidos minerais em digestor de microondas. Após a dissolução da amostra, utilizou-se um procedimento radioquímico seqüencial para a determinação de  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}$  segundo Oliveira (1993) e Moreira (1993), respectivamente, em cada amostra do testemunho.

Este procedimento consiste em uma precipitação inicial de Ra e Pb com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3M, dissolução do precipitado com ácido nitrilo-tri-acético em pH básico, precipitação de  $\text{Ba}(^{226}\text{Ra})\text{SO}_4$  com sulfato de amônio e precipitação de  $^{210}\text{PbCrO}_4$  com cromato de sódio 30%.

A concentração de  $^{226}\text{Ra}$  foi determinada pela contagem alfa total do precipitado de  $\text{Ba}(^{226}\text{Ra})\text{SO}_4$  e a concentração de  $^{210}\text{Pb}$  através de seu produto de decaimento  $^{210}\text{Bi}$ , pela medida da atividade beta total do precipitado de  $^{210}\text{PbCrO}_4$ . Ambos os radionuclídeos foram determinados em um detector proporcional de fluxo gasoso de baixa radiação de fundo, marca Berthold, modelo LB770-2.

### 3 - RESULTADOS E CONCLUSÕES

As figuras 3 e 4 apresentam as idades obtidas dos sedimentos coletados nas lagunas. As taxas de sedimentação obtidas mostram que os processos de sedimentação estão fortemente relacionados com a variação do nível de água dos lagos.

A laguna Del Plata embora sendo muito menor que a Laguna apresentou a maior taxa de sedimentação média (TSM), 0,72cm/a. Nos períodos de nível alto a taxa de sedimentação obtida foi 0,56cm/a e nos períodos de nível baixo 0,77cm/a. Uma anormalidade aparece no fim do testemunho coletado, devido a um acréscimo da concentração do Pb-210 que provavelmente deve estar relacionado a uma longa exposição subaérea do solo da laguna em períodos de seca.

A laguna Mar Chiquita apresentou uma taxa de sedimentação média (TSM), de 0,40cm/a e 0,49cm/a para os testemunhos TMC14 e TMC5 respectivamente. Nos períodos de nível alto a taxa de sedimentação obtida foi 1,12cm/a e 0,77cm/a para os testemunhos TMC14 e TMC5 respectivamente e nos períodos de nível baixo 2,17cm/a e 1,97cm/a para os testemunhos TMC14 e TMC5 respectivamente.

As maiores taxas de sedimentação foram observadas nos períodos baixos na laguna Mar Chiquita devido a uma concentração da água o que contribui para uma maior sedimentação. As maiores taxas também podem estar relacionadas ao aumento da salinidade da laguna quando se encontra em nível baixo de água. Um aumento na salinidade promove o crescimento de microorganismos que aumenta a formação de flocos aumentando assim a taxa de sedimentação.

As menores taxas estão relacionadas aos níveis altos de água, provavelmente devido a uma dispersão fluvial dos sedimentos finos pelo volume de água que chega no lago.

#### 4 - BIBLIOGRAFIA

- Appleby, P. G. & Oldfield, F. 1978. The calculation of Lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported  $^{210}\text{Pb}$  to the sediment. *Catena*, **5**: 1-8.
- Kröling, D. & Iriondo, M. 1999. Upper Quaternary palaeoclimates of the Mar Chiquita area, North Pampa, Argentina. *Quaternary International* **57/58**:149-163.
- Martinez, D., Gómez Peral M.; Maggi, J. 1994. Caracterización geoquímica y sedimentológica de los fangos de la laguna Mar Chiquita, Provincia de Córdoba: aplicación del análisis multivariante. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **49(1-2)**:26-38.
- MOREIRA, S. R. D. 1993. *Determinação de  $^{210}\text{Pb}$  em águas minerais da cidade de Águas da Prata*. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 62 p.
- Noller, J. S. 2000. Lead-210 Geochronology. In *Quaternary Geochronology: Methods and Applications*. Jay Stratton Noller, Janet M. Sowers & William R. Lettis, Editors, pp 115-120. American Geophysical Union, Washington, DC.
- OLIVEIRA, J. 1993. *Determinação de  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$  em águas minerais da região de Águas da Prata*. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado. 82 p.
- Reati, G.; Florín, M.; Fernández, G.J.; Montes, C. 1997. The Laguna de Mar Chiquita (Córdoba, Argentina): a little known, secularly fluctuating saline lake. *International Journal of Salt Lake Research*, **5**: 187-219.
- Robbins, J. A. & Edgington, D. N. 1975. Determination of recent sedimentation rates in Lake Michigan using Pb-210 and Cs-137. *Geochimica et Cosmochimica acta*, **39**: 285-304.
- Robbins, J. A. 1989. The role of radiotracers in studies of Aquatic contamination. *Proc. Int. Conference Heavy Metals in the Environment*, Geneva.

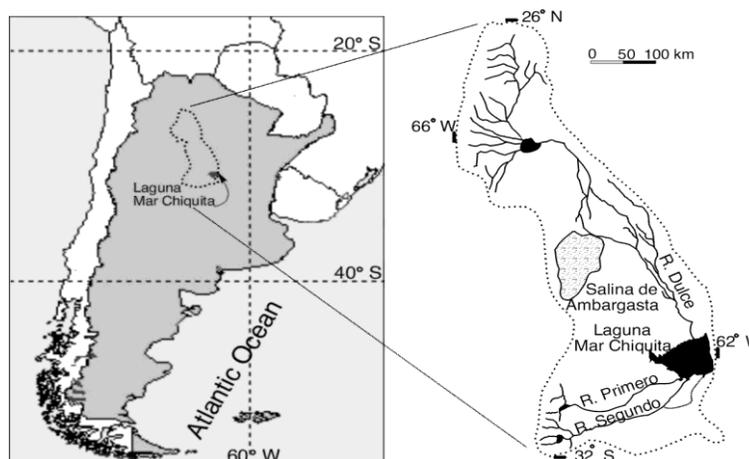


Figura 1- Localização da laguna Mar Chiquita e área de estudo(linha pontilhada)

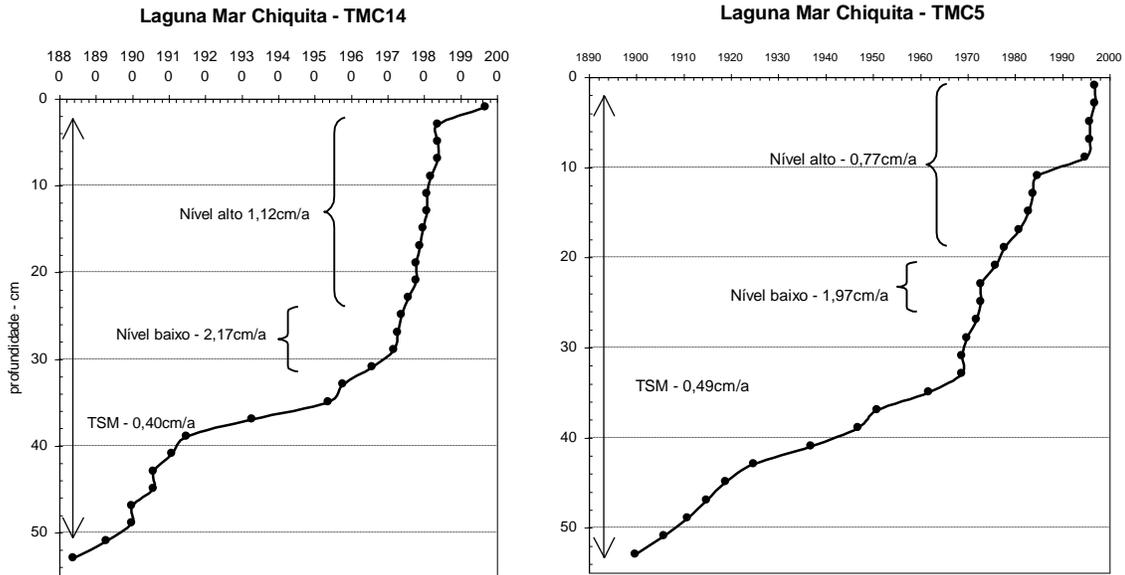


Figura 3 – Idade dos sedimentos coletados na laguna Mar Chiquita (TMC 5 e TMC14).

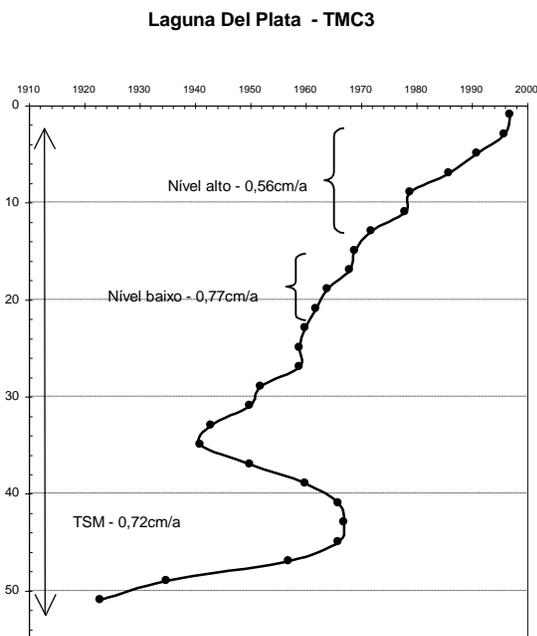


Figura 4 – Idade dos sedimentos coletado na laguna Del Plata (TMC3).



**Sociedade Brasileira de Geoquímica - SBGq**  
**VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica**  
**I Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul**  
*21 a 26 de outubro de 2001*  
*Curitiba – Paraná – Brasil*

144