

**ANOMALIA CLIMÁTICA MEDIEVAL E PEQUENA IDADE DO GELO:
EVIDÊNCIAS ATRAVÉS DE REGISTRO DE DIATOMÁCEAS NOS ÚLTIMOS 2000
ANOS NO LAGO DO BOQUEIRÃO, RN, BRASIL**

João Cláudio Cerqueira Viana^{1,3}; Ana Luiza Spadano Albuquerque^{1,3}; Abdelfettah Sifeddine^{1,2,3}; Bruno Turcq^{1,3}

jccviana@gmail.com

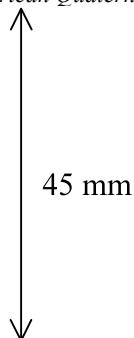
¹- Dept. Geoquímica, Universidade Federal Fluminense (UFF); ²- LOCEAN (IRD), Centre IRD-France Nord. Bondy-France; ³- LMI "PALEOTRACES" (IRD-UFF-UANTOF). Dept. de Geoquímica – UFF-RJ, Brasil

Endereço postal: Departamento de Geoquímica, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Outeiro São João Batista s/n°, Niterói - RJ – Brasil

Palavras-chave: Anomalia Climática Medieval; Pequena Idade do Gelo; Testemunho Lacustre; Estratigrafia; Diatomáceas

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo evidenciar a variabilidade climática nos últimos 2000 anos no Nordeste Brasileiro a partir de registros sedimentares (principalmente diatomáceas) do Lago do Boqueirão - RN (5°14'42.51"S e 35°32'40.80"W). Os resultados das assembléias de diatomáceas do testemunho Boqc0901 indicam uma dominância (56,79%) da *Mastogloia smithii* var. *lacustris*. A partir das variações das abundâncias relativas das diatomáceas, cinco zonas estratigráficas foram determinadas. Os resultados aqui apresentados permitem sugerir condições de variabilidade climáticas distintas ao longo dos últimos 2000 anos, pois as oscilações das espécies inferem situações ambientais diferentes, tais como: sobre nível da coluna d'água (ex. *C. meneghiniana*), oligotrofia (ex. *M. smithii* var. *lacustris*) e eutrofia (ex. *N. amphibia*), dentre outras preferências ecológicas. A *M. smithii* var. *lacustris* enquanto tolerante extrema a seca e tolerante moderada à salinidade, ao mesmo tempo é altamente sensível às mudanças de disponibilidade de fósforo. Ao longo da Zona 2c e 2d (Período de Aquecimento Medieval), a *M. smithii* var. *lacustris*. após pico de abundância (85%) manteve uma tendência pequena de diminuição gradual até a estabilidade de valores elevados de abundância relativa (entre 83,42% e 87,41%). Na Zona 3, a partir de ~1400 AD (início da Pequena Idade do Gelo) há tendência de decréscimo da *M. smithii* var. *lacustris* (entre 80,65% e 34,75%). O estudo evidenciou variações das assembléias de diatomáceas relacionadas ao períodos Anomalia Climática Medieval e Pequena Idade do Gelo, contudo, apenas através da análise conjunta do resultados já obtidos (granulometria, densidade, diatomáceas) com os demais resultados ainda em preparação (análise de COT, C:N, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) poderá haver uma interpretação definida e conclusiva sobre a variabilidades dos últimos 2000 anos no Nordeste Brasileiro, porção equatorial.



1. INTRODUÇÃO

Segundo Graham *et al.* (2007), o período de condições secas (~800-1200 AD), denominado de Anomalia Climática Medieval (*Medieval Climate Anomaly* - MCA), foi seguido da chamada Pequena Idade do Gelo (*Little Ice Age* - LIA). Durante a LIA, os períodos frios frequentemente são associados com os sucessivos períodos de baixa atividade solar (atividade de manchas solares), notavelmente *Spörer Minimum* (1416-1534 AD) *Maünder Minimum* (1645-1750 AD) e *Dalton Minimum* (1795-1823 AD).

A MCA é bem documentada nas latitudes médias a altas do Hemisfério Norte (McDermott *et al.*, 2001; Trouet, 2009) e a LIA (entre o ~1400 AD e ~1900 AD) com registros principalmente nos Alpes Europeus, na Escandinávia, Antártica e Groelândia (Kreutz *et al.*, 1997; Grove, 2004).

Estudos no Nordeste Brasileiro, anteriormente realizados no lago Caçó (MA) ou no lago do Boqueirão (RN) têm em comum a ausência de detalhe sobre as variações climáticas nos últimos 1000 anos. Portanto, a fim de elucidar os episódios climáticos MCA e LIA no Nordeste Brasileiro, em sua porção equatorial, o objetivo do presente estudo foi interpretar a variabilidade climática nos últimos 2000 anos através de novos registros sedimentares do Lago do Boqueirão (RN), principalmente com auxílio da análise de diatomáceas.

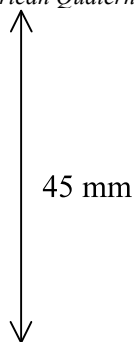
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta e abertura do testemunho

A coleta do testemunho denominado Boqc0901 foi realizada no Lago do Boqueirão, RN (5°14'42.51"S e 35°32'40.80"W). A amostragem foi realizada através de mergulho autônomo com ajuda de um testemunhador curto de acrílico. A abertura do testemunho foi feita ainda *in situ*, sendo fracionado a cada 0,5 cm com um sistema de extrusão. As frações foram acondicionadas até o Laboratório de Estudos de Paleoambientes, na Universidade Federal Fluminense (UFF-RJ).

2.2 Análises laboratoriais

Em laboratório, as amostras foram preparadas para datação do ^{14}C através de Espectrometria de Massa com Aceleradores (ou *Accelerator Mass Spectrometry* – AMS) sobre a matéria orgânica total do sedimento. Inicialmente, oito amostras foram enviadas ao *Laboratoire de Mesure du Carbone 14* (França), e posteriormente quatro amostras para o *NSF-Arizona AMS Laboratory* (EUA), totalizando doze datações. A calibração do ^{14}C foi feita através do programa CALIB 6.0 (McCormac *et al.*, 2004). Para o modelo cronológico, interpolações foram realizadas com a massa acumulada (g/cm^3) através do método *spline cubic interpolation* (Paillard *et al.*, 1996). Deste modo, foi possível a determinação da taxa de sedimentação (cm/ano).



Para a determinação da composição da comunidade de diatomáceas, primeiramente, houve a limpeza das frústulas de acordo com o método de oxidação química branda com adição de H₂O₂. A contagem foi realizada nas lâminas preparadas a cada 1 cm, no qual foi obtida a abundância relativa (%) das espécies de diatomáceas. Foram quantificadas 400 valvas (exceto camadas 0-0,5cm e 1,0-1,5 cm, ambas com 200 valvas contadas) em lâminas permanentes (*Naphrax*[®]). Os resultados apresentados neste estudo são das 12 espécies principais, com as maiores abundâncias relativas observadas (acima de 1%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo cronológico do testemunho Boqc0901 (tamanho: 90 cm) é apresentado na Figura 1. O testemunho apresentou idade máxima de 2350 anos cal Antes do Presente (AP) (Tabela 1).

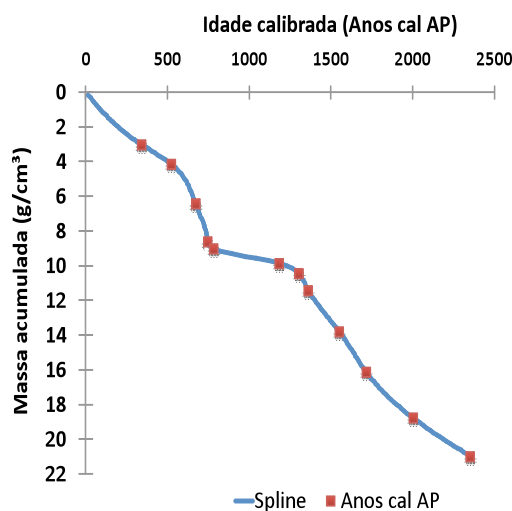


Tabela 1- Resultados da Datação ¹⁴C do Boqc0901

Profundidade (cm)	Idade 14C	Idade Calibrada (Anos cal AP)	Idade Calibrada (Anos cal BC/AD)
15,0-15,5**	397	340	1610 AD
20,0-20,5*	530	520	1430 AD
30,0-30,5*	760	670	1280 AD
40,0-40,5*	880	745	1205 AD
42,0-42,5**	930	780	1170 AD
45,0-45,5**	1298	1180	770 AD
47,0-47,5**	1440	1300	650 AD
50,0-50,5*	1540	1360	590 AD
60,0-60,5*	1715	1550	400 AD
70,0-70,5*	1870	1715	235 AD
80,0-80,5*	2110	2000	50 BC
89,5-90,0*	2425	2350	400 BC

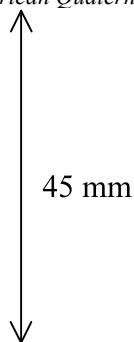
*Laboratoire de Mesure du Carbone 14

** NSF-Arizona AMS Laboratory

Figura 1 – Modelo Cronológico

Os resultados principais apresentados a seguir serão sobre a composição da comunidade de diatomácea. As espécies mais abundantes do testemunho representando 92,81% de toda a comunidade foram: *Mastogloia smithii* var. *lacustris* (56,79%); *Naviculla cryptotenella* (8,35%); *Nitzschia amphibia* (5,90%); *Brachysira microcephala* (4,72%); *Encyonopsis subminuta* (3,37%); *Pinnularia maior* (2,9%); *Cyclotella meneghiniana* (2,18%); *Brachysira brebissonii* (1,96%); *Craticula pampeana* (1,88%); *Sellaphora pupula* (1,62%); *Encyonema silesiacum* var. *elegans* (1,51%) e *Pinnularia dominguesis* var. *dominguesis* (1,27%).

A Figura 2 apresenta a estratigrafia das abundâncias relativas das diatomáceas e suas zonas: **Zona 1 (400 cal BC à 400 cal AD)** - *M. smithii* var. *lacustris* demonstrou reduzida abundância com pequenas oscilações, tendo o menor valor (16,09%) apresentado em 389 AD (secção 61,0 cm – 61,5 cm.). A **Zona 2 (400 cal AD à 1380 cal AD)** apresentou principalmente: a **Zona 2a (392 cal AD à 582 cal AD)** com primeiro aumento gradual e decréscimo com pequenas oscilações da *M. smithii* var. *lacustris* e *C. pampeana* junto ao



diminuição das abundâncias de *N. amphibia*, *B. microcephala*, *E. subminuta*, *B. brebissonii*; a **Zona 2b (582 cal AD à 770 cal AD)** com início abrupto de freqüentes ausências das últimas espécies citadas e um segundo aumento de *M. smithii* var. *lacustris*; a **Zona 2c (770 cal AD à 1211 cal AD – MCA)** com maiores abundâncias de *C. meneghiniana*; e a **Zona 2d (1211 AD à 1322 AD)** caracterizada pelas maiores valores e estabilidade de *M. smithii* var. *lacustris*. A **Zona 3 (1322 cal AD à 1600 cal AD)** foi marcada pela diminuição das abundâncias de *M. smithii* var. *lacustris* e tendência de aumento gradual de *N. cryptotenella*. Já a **Zona 4 (1600 cal AD à 1907 cal AD)** foi observado o oposto do ocorrido na **Zona 3**, contudo com reaparecimento expressivo *N. amphibia* e *E. silesiacum* var. *elegans*. A **Zona 5 (1907 cal AD ao atual)** foi caracterizada principalmente por *C. meneghiniana*.

Na Figura 2 as linhas tracejadas representam os períodos: em vermelho, da MCA; em azul escuro, do Dalton Minimum; em verde, do Maunder Minimum e em azul claro do Spöre Minimum, de acordo com os autores já citados.

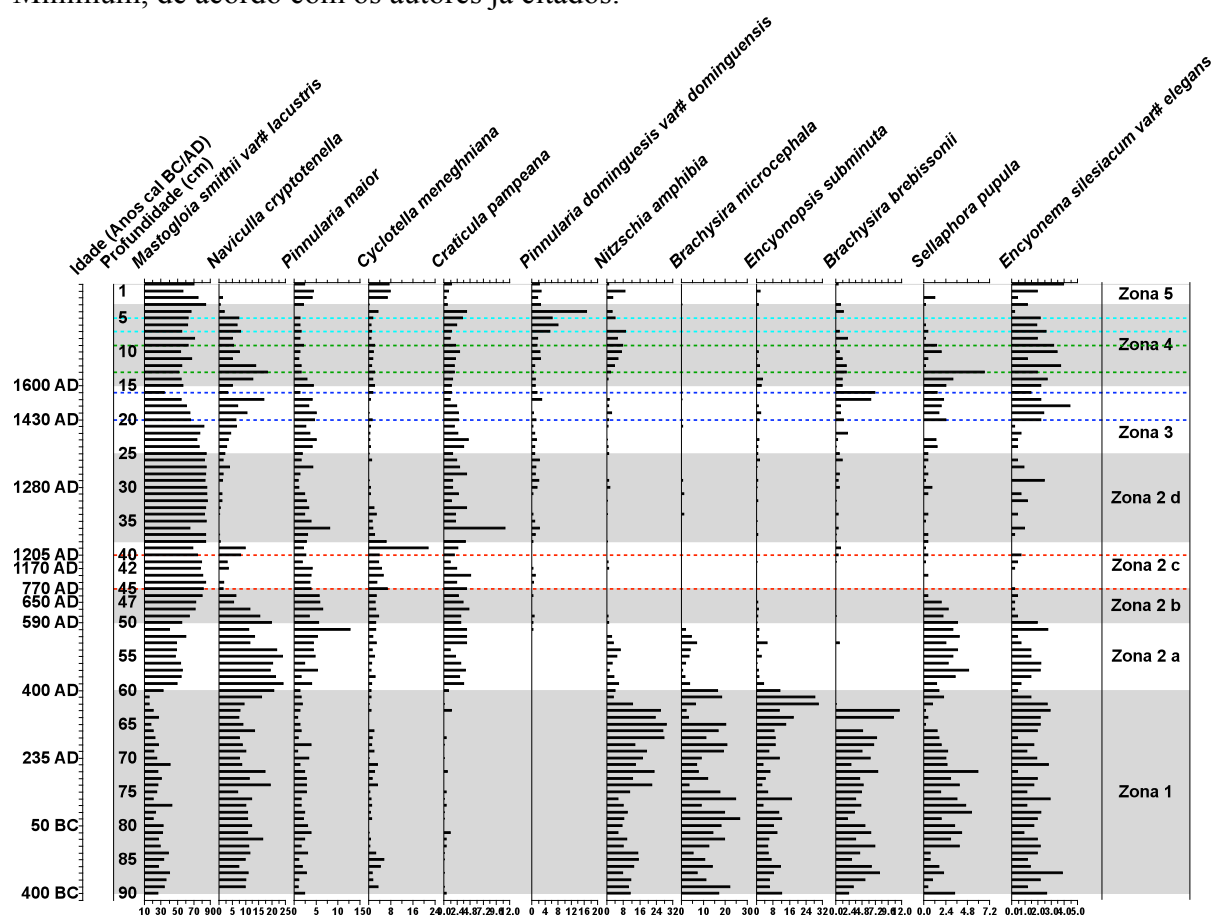
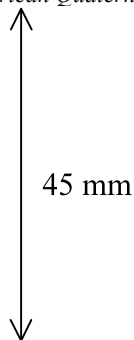


Figura 2- Estratigrafia das abundâncias relativas das diatomáceas e suas zonas

Os resultados aqui apresentados permitem sugerir condições de variabilidade climáticas marcantes ao longo dos últimos 2000 anos. As oscilações das espécies indicam situações



ambientais distintas de acordo com diferentes preferências ecológicas, tais como: sobre nível da coluna d'água e elevadas temperaturas (ex. *C. meneghiniana*), oligotrofia (ex. *M. smithii* var. *lacustris*), eutrofia (ex. *N. amphibia*), alcalinidade (*N. cryptotenella*). Como visto para a MCA (Figura 2), maiores percentagens de espécies planctônicas e ticoplanctônicas (ex. *C. meneghiniana*) podem sugerir maior disponibilidade de habitats com águas mais profundas (elevada precipitação) e/ou com maior transparência/condições menos turva. Contudo, apenas através da análise conjunta do resultados já obtidos (granulometria, densidade, diatomáceas) com os demais resultados ainda em preparação (COT, C:N, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) poderá haver uma interpretação conclusiva sobre a variabilidades dos últimos 2000 anos no Brasil equatorial.

REFERÊNCIAS

- Blott, S., 2000. A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer. *Surface Processes and Modern Environments Research Group*, University of London.
- Graham, N. E., Hughes, M. K., Ammann, C. M., Cobb, K. M., Hoerling, M. P., Kennett D. J., Kennett, J. P., Rein, B., Stott, L., Wigand, P. E., Xu, T., 2007. Tropical Pacific – mid-latitude teleconnections in medieval times. *Climatic Change*, vol 83, pp. 241–285.
- Grove, A.T., 2008. A brief consideration of climate forcing factors in view of the Holocene glacier record. *Global and Planetary Change*, vol. 60, pp.141–147
- Kreutz, K. J., Mayewski, P. A., Meeker, L. D. , Twickler, M. S., Whitlow S. I., Pittalwala I. I., 1997. Bipolar Changes in Atmospheric Circulation During the Little Ice Age. *Science*, vol. 277, pp.1294-1298.
- McCormac, F. G., Hogg, A. G., Blackwell, P. G., Buck, C.E., Higham, T. F. G., & Reimer, P. J., 2004. SHCal04 Southern Hemisphere Calibration 0 - 11.0 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46, pp.1087-1092
- McDermott, F., David P. Matthey, D. P. Hawkesworth, C., 2001. Centennial-Scale Holocene Climate Variability Revealed by a High-Resolution Speleothem $\delta^{18}\text{O}$ Record from SW Ireland. *Science*, vol. 294, pp. 1328-1331.
- Paillard, D., Labeyrie, L., Yiou, P., 1996. Macintosh program performs time-series analysis. *Eos Trans. AGU*. Vol.77, pp. 379.
- Trouet, V., Esper, J., Graham, N. E., Andy Baker, Scourse, J. D., Frank, D. C., 2009. Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly. *Science*, vol. 324, pp. 78-80.